



عنوان مقالات

- ۲۵۸..... بررسی اثر محلول پاشی کلسیم و پتاسیم بر عارضه خشکیدگی خوشه خرما
حسین شکفته- محمد نیک پور
- ۲۶۶..... تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و فسفر بر شاخص‌های رشد اندام هوایی و زیر زمینی گیاه دارویی سرخارگل
(*Echinacea purpurea*) مریم گلستانی- حسن ذارع- مریم کمالی
- ۲۷۶..... بررسی تنوع ژنتیکی برخی ژنوتیپ‌های زینق (*Iris spp*) یا استفاده از نشانگر مولکولی ISSR
سیده زینب عطاری- محمود شور- محمود قربانزاده نقاب- علی تهرانی قر- سعید ملک زاده شافارودی
- ۲۸۳..... بررسی تنوع مورفولوژیکی و میزان اسانس چندگونه آویشن (*Thymus sp.*) بومی ایران
مهديه رضائی- عباس صفرزاده- مصطفی عرب- سیده بی بی نیلا علمداری- مرضیه دلیر
- ۲۹۵..... مطالعه تغییرات روزانه تبادل گاز بر روی گیاهان بادرنجبویه، نعنای شمربی، ریحان مقدس و ریحان
بوشهری در شهرستان اهواز محمد محمودی سورستانی
- اثر انگوهای کشت مخلوط ردیفی سه گونه رازیانه (*Foeniculum vulgar Mill*)، کنجد (*Sesamum indicum*)
(و لوبیا) (*Phaseolus vulgaris L.*) بر خصوصیات رشد، عملکرد کمی و کیفی و اجزای عملکرد ۴۰۶
فاطمه رنجبر- علیرضا کورچکی- مهدی بصیری محلاتی
- ۴۱۷..... بررسی تأثیر برخی محیط کشت‌های پایه و تنظیم کنندة‌های رشد گیاهی مختلف بر رشد درون شیشه‌ای فندق
پرسد در بانی- ناصر رابع- اسماعیل چمنی- پریسا شیخ زاده مصدق- داود جوادی مجید
- اثر تنش‌های خشکی، شوری و پیش‌نیاز اسیدسالیسیلیک بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر اسطوخودوس
راست بومی ایران (*Lavandula stricta Del.*) ۴۲۳
هادی سنگین آبادی- مارا خرامانی نژاد
- ۴۳۱..... تعیین نیاز سرمایی و گرمایی چهار رقم زردآلو در استان خراسان
زهره خوشیار- ابراهیم گنجی مقدم- بهرام عابدی
- تأثیر روش پیوند، پوشش محل پیوند و محلول پاشی برخی عناصر معدنی بر میزان گیرایی پیوند و بقای
ژستانه در نهال‌های پیوندی گردو ۴۳۹
رضا رهایی- فرانک نقیاری
- ۴۴۷..... مقایسه سیستم‌های کشت ارگانیک، تلفیقی و مرسوم بر کیفیت میوه انار رقم رباب شیراز
میشم احمدی- محمود قاسم‌نژاد- حسن میغانی- مسعود کاووسی
- ۴۵۷..... تأثیر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک ژنوتیپ‌های کاهو (*Lactuca Sativa L.*)
مریم زارع- پراتعی فخری- مارا فرخ‌زاده
- ۴۶۸..... بررسی تنوع مورفولوژیکی ژنوتیپ‌های گردوی شهرستان آزادشهر
فاطمه تاملز- مهدی رهایی- عباس بیابانی- علیرضا خان احمدی
- ۴۸۰..... آنالیز توالی‌های کد شونده ژن‌های *PIP* و *GAI* در و مقایسه آن با سایر گیاهان در شرایط *in silico*
مهدی محسنی آذر- مسعود توحیدفر- کورش وجدتی
- تأثیر کاربرد کودهای آلی و زیستی بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد گیاه دارویی زوفا
(*Hyssopus officinalis L.*) ۴۹۱
محمد تقی درزی- یژن صادقی نکو
- ادامه فهرست داخل جلد

Contents

- Study on the Effect of Calcium and Potassium Spray on Date Bunch Fading Disorder 67
H. Shekoffteh - M. Nick-Pour
- Evaluation of Different Levels of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers on Shoot
and Root Characteristics of *Echinacea purpurea* 69
M. Goldani - H. Zare - M. Kamali
- Evaluation of Genetic Diversity of Iris Genotypes (*Iris spp*) Using ISSR 71
S.Z. Attari - M. Shoor- M. Ghorbanzadeh Neghab- A. Tehranifar- S. Malekzadeh Shafaroodi
- Investigation of Morphologic Variation and Essence Value in several Thyme Native Species
(*Thymus sp*) of Iran 73
M. Rezaei - A. Safarnejad - M. Arab- S.B.L. Alamdari- M. Dalir
- The Study on Diurnal Changes in Leaf Gas Exchange of Lemon Balm, Catnip, Holy Basil and
Sweet basil in Ahvaz 75
M. Mahmoodi Sourestani
- Effect of Intercropping Patterns of Fennel (*Foeniculum vulgar Mill*), Sesame (*Sesamum indicum*)
and Bean (*Phaseolus vulgaris L.*) on Growth, Qualitative and Quantitative Characters and
Yield Components 77
F. Ranjbar - A.R. Koocheki- M. Nassiri Mahallati
- Evaluation of the Effects of Different Basal Medium and Plant Growth Regulators on in Vitro
Growth of Hazelnut 77
P. Daryani - N. Zare - E. Chamani- P. Sheikhzadeh Mossadeg- D. Javadi mojjaddad
- Effect of Salt and Drought Stresses and Pretreatment of Salicylic acid on Seed
Germination Characteristics of Lavender (*Lavandula stricta Del.*) 78
H. Sanginabadi - S. Khorasaninejad
- Determination of Chilling and Heat Requirement of Four Apricot Cultivars of Khorasan
Razavi Province 80
Z. Hoshyar - E. Ganji Moghaddam- B. Abedi
- Effect of Grafting Method, Graft Cover and Foliar Spray of some Mineral Elements on Persian
Walnut Graft-take and Winter Survival Rate 82
R. Rezaei - F. Naghilou
- A Comparison of Conventional, Integrated and Organic Management Systems on the
Quality of Pomegranate Fruit cv. "Rabbab-e- Shiraz" 83
M. Ahmadi - M. Ghasemnezhad- H. Meighani - M. Kavousi
- Effect of Salt Stress on Morphological Traits of Lettuce Genotypes (*Lactuca Sativa L.*) 85
M. Zare - B. A. Fakhri - S. Farokhzadeh
- Morphological Diversity among Walnut Genotypes of in Azadshar, Iran 87
F. Shamlu - M. Rezaei- A. Biabani- A. Khanahmadi
- In silico* Coding Sequence Analysis of Walnut *GAI* and *PIP* Genes and Comparison with
Different Plant Species 88
M. Mohseniazar - M. Tohidfar - K. Vahdati
- Effects of Organic amendments and Biofertilizer Application on some Morphological Traits
and Yield of hyssop (*Hyssopus officinalis L.*) 90
M. Taghi Darzi - B. Sadeghi Nekoo

Continue Content in cover

نشریه علوم باغبانی

(علوم و صنایع کشاورزی)

۲۱/۲۰۱۵

۲۶۵۲۴

با شماره پروانه _____ و درجه علمی - پژوهشی شماره _____ از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
۶۸/۴/۱۱ ۷۳/۱۰/۱۹

جلد ۳۰ شماره ۳ پاییز ۱۳۹۵

درجه علمی - پژوهشی این نشریه طی نامه ۳/۱۸/۲۲۵۲۱۸ از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری تا بهمن ماه سال ۱۳۹۵ تمدید شده است.

صاحب امتیاز:

دانشگاه فردوسی مشهد (دانشکده کشاورزی)

مدیر مسئول:

رضا ولی زاده

سر دبیر:

غلامحسین داوری نژاد

استاد - تغذیه نشخوارکنندگان (دانشگاه فردوسی مشهد)

دانشیار - علوم باغبانی (دانشگاه فردوسی مشهد)

اعضای هیات تحریریه:

تهرانی فر، علی

استاد - علوم باغبانی (دانشگاه فردوسی مشهد)

خوشخوی زهتاب، مرتضی

استاد - علوم باغبانی (دانشگاه شیراز)

داوری نژاد، غلامحسین

استاد - علوم باغبانی (دانشگاه فردوسی مشهد)

طلایی، علیرضا

استاد - میوه کاری (دانشگاه تهران)

عزیزی، مجید

استاد - گیاهان دارویی (دانشگاه فردوسی مشهد)

عبادی، علی

استاد - علوم باغبانی (دانشگاه تهران)

فارسی، محمد

استاد - ژنتیک و اصلاح نباتات (دانشگاه فردوسی مشهد)

کافی، محسن

استاد - گلکاری و مهندسی فضای سبز (دانشگاه تهران)

لاهوئی، مهرداد

استاد - زیست شناسی (دانشگاه فردوسی مشهد)

مبلی، مصطفی

استاد - علوم باغبانی (دانشگاه صنعتی اصفهان)

ناشر:

دانشگاه فردوسی مشهد (دانشکده کشاورزی)

چاپ: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

قیمت: ۵۰۰۰ ریال (دانشجویان ۲۵۰۰ ریال)

نشانی: مشهد - کد پستی ۹۱۷۷۵ صندوق پستی ۱۱۶۳ دانشکده کشاورزی - دبیرخانه نشریات علمی -
نشریه علوم باغبانی نمابر: ۸۷۸۷۴۳۰

این نشریه در پایگاههای زیر نمایه شده است:

پایگاه استنادی علوم ایران (ISC) پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID) بانک اطلاعات نشریات کشور (MAGIRAN)

پست الکترونیکی: Jhorts4@um.ac.ir

مقالات این شماره در سایت <http://jm.um.ac.ir> به صورت مقاله کامل نمایه شده است .

این نشریه به تعداد ۴ شماره در سال چاپ و منتشر می شود.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مندرجات

- ۳۵۸ بررسی اثر محلول پاشی کلسیم و پتاسیم بر عارضه خشکیدگی خوشه خرما
حسین شکفته- محمد نیک پور
- ۳۶۶ تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و فسفر بر شاخص های رشد اندام هوایی و زیر زمینی گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea*)
مرتضی گلدانی- حسین زارع- مریم کمالی
- ۳۷۶ بررسی تنوع ژنتیکی برخی ژنوتیپ های زنبق (*Iris spp*) با استفاده از نشانگر مولکولی ISSR
سیده زینب عطاری- محمود شور- محمود قربانزاده نقاب- علی تهرانی فر- سعید ملک زاده سفارودی
- ۳۸۳ بررسی تنوع مورفولوژیکی و میزان اسانس چندگونه آویشن (*Thymus sp.*) بومی ایران
مهدیه رضائی- عباس صفرنژاد- مصطفی عرب- سیده بی بی لیلا علمداری- مرضیه دلیر
- ۳۹۵ مطالعه تغییرات روزانه تبادلات گازی برگ گیاهان بادرنجبویه، نعنای گربه ای، ریحان مقدس و ریحان بوشهری در شهرستان اهواز
محمد محمودی سורستانی
- ۴۰۶ اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی سه گونه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill)، کنجد (*Sesamum indicum*) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) بر خصوصیات رشد، عملکرد کمی و کیفی و اجزای عملکرد
فاطمه رنجبر- علیرضا کوچکی- مهدی نصیری محلاتی
- ۴۱۷ بررسی تأثیر برخی محیط کشت های پایه و تنظیم کننده های رشد گیاهی مختلف بر رشد درون شیشه ای فندق
پریسا دریانی- ناصر زارع- اسماعیل چمنی- پریسا شیخ زاده مصدق- داود جوادى مجد
- ۴۲۳ اثر تنش های خشکی، شوری و پیش تیمار اسیدسالیسیلیک بر خصوصیات جوانه زنی بذر اسطوخودوس راست بومی ایران (*Lavandula stricta* Del.)
هادی سنگین آبادی- سارا خراسانی نژاد
- ۴۳۱ تعیین نیاز سرمایی و گرمایی چهار رقم زردآلو در استان خراسان
زهره هوشیار- ابراهیم گنجی مقدم- بهرام عابدی
- ۴۳۹ تأثیر روش پیوند، پوشش محل پیوند و محلول پاشی برخی عناصر معدنی بر میزان گیرایی پیوند و بقای زمستانه در نهال های پیوندی گردو
رضا رضایی- فرانک نقیلو
- ۴۴۷ مقایسه سیستم های کشت ارگانیک، تلفیقی و مرسوم بر کیفیت میوه انار رقم رباب شیراز
میثم احمدی- محمود قاسم نژاد- حسین میغانی- مسعود کاووسی
- ۴۵۷ تأثیر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک ژنوتیپ های کاهو (*Lactuca Sativa* L.)
مریم زارع- براتعلی فاخری- سارا فرخزاده
- ۴۶۸ بررسی تنوع مورفولوژیکی ژنوتیپ های گردوی شهرستان آزادشهر
فاطمه شاملو- مهدی رضایی- عباس بیابانی- علیرضا خان احمدی
- ۴۸۰ آنالیز توالی های کد شونده ژن های *GAI* و *PIP* گردو و مقایسه آن با سایر گیاهان در شرایط *in silico*
مهدی محسنی آذر- مسعود توحیدفر- کورش وحدتی

- ۴۹۱ تأثیر کاربرد کودهای آلی و زیستی بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.)
محمدتقی درزی- بیژن صادقی نکو
- ۵۰۱ تأثیر تیمارهای فیزیکی بر کیفیت گل‌های ارقام رز گلخانه‌ای
منصور مطلوبی- رضا ماهوتجیان اصل- زینب صباغ نیا
- ۵۰۸ اثر بسترهای کشت بر مصرف آب و ویژگی‌های گل گازانیا (*Gazania hybrida*) در بام سبز
ظاهره بهرامی- وحید روحی- عبدالرحمان محمد خانی- سعید ریزی
- ۵۲۰ اثر دو نوع اکسین ایندول بوتریک اسید، نفتالین استیک اسید و بسترهای کاشت بر ریشه‌زایی قلمه‌های رز مینیاتوری (*Rosa hybrida*)
اعظم رنجبر- نوراله احمدی
- ۵۲۹ ارزیابی میزان خسارت سرمازدگی در انگور و معرفی ارقام متحمل به سرما در استان همدان
خسرو پرویزی
- ۵۳۷ پیش‌بینی تأثیر فضای سبز بر تغییرات خرد اقلیمی اماکن مسکونی مشهد طی گرم‌ترین دوره سال
زهرا کریمیان- علی تهرانی‌فر- محمد بنایان- مجید عزیزی- فاطمه کاظمی
- ۵۴۷ تأثیر اسپرمیدین روی القای تحمل به سرما در گیاهچه‌های خیار رقم 'سوپردامینوس'
گلنار قاضیان تفریشی- حسین آروئی- مجید عزیزی- حمیدرضا خزاعی- سعیدرضا وصال
- ۵۵۵ مقایسه‌ی کودهای آلی و شیمیایی در تراکم‌های مختلف گاو زبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch & Mey.) در شرایط مشهد
محمد بهزاد امیری- پرویز رضوانی مقدم- محسن جهان
- ۵۷۴ اثر اسانس‌های گیاهی آویشن و مرزه بر کیفیت و عمر گل‌جایی گل بریده نرگس رقم 'شاهلا' (*Narcissus tazetta* L. cv. Shahla)
ایمان بنی نعیم- داوود صمصام‌پور
- ۵۸۱ بررسی مقاومت به سرمازدگی جوانه‌های رویشی و زایشی ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گل‌ابی در شرایط آب و هوایی مشهد
شادان خورشیدی- غلامحسین داوری نژاد- لیلا سمیعی- محمد مقدم



بررسی اثر محلول پاشی کلسیم و پتاسیم بر عارضه خشکیدگی خوشه خرما

حسین شکفته^{۱*} - محمد نیک پور^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۵/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۰۷

چکیده

عارضه خشکیدگی خوشه خرما در چند سال اخیر مهم‌ترین مشکل تولیدکنندگان خرما در نواحی جیرفت، بم و کهنوج بوده است که خسارت هنگفتی به باغداران وارد نموده است. از این رو جهت کاهش خسارت این عارضه آزمایشی به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در منطقه ریگان انجام شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: شاهد، محلول پاشی با نیترات کلسیم، محلول پاشی با سولفات پتاسیم و محلول پاشی با سولفات پتاسیم + نیترات کلسیم. نتایج حاصل نشان داد که اثر تیمارها بر صفات طول میوه، قطر میوه، وزن میوه، قطر هسته، وزن هسته و خشکیدگی خوشه معنی‌دار شد. در پایان پژوهش مشخص شد که کاربرد جداگانه سولفات پتاسیم و نیترات کلسیم ضمن بهبود خواص کمی و کیفی میوه خرما تا حدود زیادی باعث کاهش خسارت عارضه خشکیدگی خوشه خرما گشتند اما با این حال ترکیب هر دو تیمار دارای اثرات مثبت بهتر و بیشتری بود.

واژه‌های کلیدی: اختلالات خرما، تغذیه برگی، سولفات پتاسیم، نیترات کلسیم

مقدمه

از خرماهای تر می‌باشد (۲).

عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه‌های خرما برای اولین بار در سال ۱۳۶۸ از بخش قلعه گنج و رودبار در شهرستان کهنوج گزارش گردید، سپس در همین سال در نواحی دالکی، قراول‌خانه و راهدار در استان بوشهر دیده شد. همچنین این عارضه در سال ۷۵ از شهرستان‌های جیرفت و بم در استان کرمان، در سال ۷۸ از بهبهان در استان خوزستان و در سال ۷۹ از شهرستان‌های میناب و رودان در استان هرمزگان گزارش گردید (۱۲). این عارضه در چند سال اخیر مهم‌ترین مشکل تولیدکنندگان خرما در این نواحی بوده است. ارقام مضافتی و کلوتی در ناحیه جیرفت، بم و کهنوج، مرداسنگ در استان هرمزگان، کبکاب در استان بوشهر، خاصی و کبکاب در بهبهان که از ارقام تجاری این نواحی به‌شمار می‌روند حساس‌ترین ارقام نسبت به این عارضه گزارش شده‌اند (۱۲). پژمردگی ناگهانی میوه‌ها در مرحله تبدیل خارک به رطب و گاهی پدیدار شدن نوارهای قهوه‌ای رنگ بیشتر در سطح بالایی و دم‌خوشه‌ها از مهم‌ترین نشانه‌های این عارضه در رقم مضافتی می‌باشد (۱۱). نحوه بروز علائم بر روی خوشه‌ها در مرحله تبدیل خارک به رطب بدین شکل است که ابتدا میوه‌های خوشه‌چه‌های بیرونی از نوک شروع به پژمرده شدن می‌کنند و سپس میوه‌هایی که در مرکز خوشه قرار دارند پژمرده می‌شوند. همزمان با پژمرده شدن میوه‌ها لکه‌های قهوه‌ای رنگی بر روی محور خوشه‌ها ظاهر می‌گردد و بتدریج کل محور خوشه‌چه و میوه‌ها

درخت خرما یا نخل قدیمی‌ترین گیاهی می‌باشد که در دنیا وجود داشته است. این درخت مهم‌ترین نبات خانواده پالماسه، از رده تک لپه‌ای‌ها و دویایه می‌باشد. مراحل رسیدن خرما عبارت است از: ۱- حبابوک: اولین مرحله بعد از گرده افشانی، ۲- کیمیری: هنگامی که میوه درخت خرما کمی رشد کرد و رنگ آن سبز روشن شود به آن کیمیری می‌گویند، ۳- خلال (خارک): خارک دومین مرحله رشد میوه می‌باشد و آن هنگامی است که رنگ سبز آن تبدیل به زرد می‌شود، گاهی در سطوح زرد رنگدانه‌های قرمز رنگی هم دیده می‌شود. در مورد خرما مضافتی رنگ سبز به قرمز تبدیل می‌شود، ۴- رطب: در این مرحله بافت میوه ترد و رنگ آن تیره می‌شود و ۵- تمار یا خرما می‌باشد که در این مرحله میوه کاملاً رسیده است (۲). خرما دارای ارقام متفاوتی می‌باشد، یکی از رقم‌ها مهم مضافتی می‌باشد که رقم غالب خرما در مناطق جیرفت، کهنوج و بم می‌باشد (۱). این رقم در استان‌های کرمان و سیستان و بلوچستان از مهم‌ترین خرماها شناخته می‌شود. به طور کلی سومین خرمای مهم ایران از نظر میزان کاشت محسوب می‌شود و میوه‌ای پهن دارد، محصول این رقم نسبتاً زیاد و

۱- استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان
(*) نویسنده مسئول: (Email: hoseinshekoftteh@yahoo.com)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی جیرفت

خشکیدگی می شوند (۱۱).

در شرایط منطقه بزم، ریگان و فهرج روی رقم مضافتی نوارهای قهوه‌ای رنگ و نکروز معمولاً در سطح فوقانی دم‌خوشه‌ها ایجاد می‌شود و به سرعت پیشرفت می‌کند. بروز این علائم هم‌زمان با افزایش دما، کاهش رطوبت نسبی و وزش بادهای گرم و خشک اتفاق می‌افتد. عارضه معمولاً در مرحله تبدیل خارک به رطب اتفاق می‌افتد و تا قبل از ظهور عارضه، خوشه‌ها هیچ گونه علائم خاصی ندارد. رفتار این عارضه در شرایط باغ بسیار مرموز و نامشخص می‌باشد به گونه‌ای که ممکن است روی یک خوشه میوه‌های سالم و مبتلا با هم دیده شوند. همچنین ممکن است روی یک درخت یک یا تعدادی از خوشه‌ها سالم و تعدادی نیز مبتلا هستند. یا از دو درخت هم‌جوار ممکن است یک درخت کاملاً سالم و یا از شدت آلودگی کمتری برخوردار باشد. به علاوه درختی که در یک سال به عارضه مذکور مبتلا بوده است در سال بعد نیز ممکن است مبتلا شده یا کاملاً سالم باشد. میوه‌های آلوده نه تنها از نظر کمیت بسیار کوچک و کم‌حجم هستند بلکه از نظر کیفیت نیز در حد بسیار پایینی قرار دارند و تنها برای مصارف دام استفاده می‌شوند. در حالی که میوه‌های آلوده به‌شدت چروکیده شده‌اند و دارای وضعیت نامطلوبی هستند. سایر اندام‌های گیاه (برگ‌ها و جوانه مرکزی) بسیار شاداب و سرزنده هستند و در مواردی بر روی ریشه‌های درختان آلوده لکه‌های قهوه‌ای نیز مشاهده می‌شود (۱۰). سرعت انتشار این عارضه بسیار بالاست به‌طوری‌که در بوشهر در سال ۱۳۷۸ ظرف مدت یک هفته سراسر نخیلات استان را فراگرفت. نکته دیگر اینکه این عارضه بیشتر در نخل‌های بارور جوان (بین ۵ تا ۱۵ سال) دیده می‌شود، در حالی‌که نخل‌های مسن به این عارضه مقاوم هستند و آسیبی نمی‌بینند (۱۰). ارقام مختلف خرما از نظر ابتلا به عارضه خشکیدگی خوشه خرما واکنش‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهند. براساس مشاهدات و بررسی‌های انجام گرفته به طور کلی ارقام خرمای تر و میان‌رس از قبیل مضافتی، کبکاب، کلوته و مرداسنگ بیش‌ترین حساسیت و ارقام خرمای زودرس و خشک و نیمه‌خشک مانند آل‌مهتری، شکر، زاهدی، استعمران و غیره نسبتاً مقاوم هستند (۱۴). تا بحال تحقیقات متعددی راجع به کنترل عارضه خشکیدگی خرما صورت گرفته هر چند که تا

کنون این تحقیقات متأسفانه نتیجه‌ای در کنترل این عارضه نداشته‌اند. بعضی از محققین در مورد اثر عوامل جوی و اقلیمی بر این عارضه مطالعه کردند (۶ و ۸). ولی در مورد اثر تغذیه بر این عارضه تنها مطالعه‌ای که صورت گرفته مربوط به کاربرد کلرور کلسیم و سولفات پتاسیم می‌باشد (۱۵ و ۱۶).

در منطقه بزم، ریگان و فهرج به‌دلیل اینکه بیش‌ترین سطح زیرکشت مربوط به رقم مضافتی می‌باشد و از طرفی این رقم در برابر عارضه خشکیدگی خوشه خرما بسیار حساس می‌باشد خسارت وارده بسیار چشمگیر بوده است. آنچه مسلم است در ابتدا این سؤال مطرح می‌شود که آیا این عارضه یک نوع بیماری است یا نوعی آفت یا اختلالات تغذیه‌ای مانند کمبود یا زیادی یک عنصر یا عناصر غذایی یا یک عارضه فیزیولوژیک، یا حاصل دو یا چند عامل مختلف از عوامل بالا. به همین دلیل هدف از این پژوهش بررسی اثر محلول پاشی عناصر پتاسیم و کلسیم بر خصوصیات میوه خرما و خشکیدگی خوشه خرما در منطقه ریگان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مکان پژوهش

این پژوهش در سال ۹۱-۱۳۹۰ در شهرستان ریگان انجام شد. شهرستان ریگان در طول جغرافیایی "۱۸-۳۷-۵۸ درجه جنوبی و "۴۰-۵۳-۲۸ درجه شمالی واقع گردیده است، متوسط ارتفاع آن ۸۰۴ متر از سطح دریا است. متوسط بارندگی سالیانه ۶۴ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت ۲۳/۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین سالیانه تبخیر ۳۰۰۰ میلی‌متر می‌باشد.

مشخصات خاک

منطقه ریگان با آب و هوای گرم و خشک دارای خاک با بافت شنی رسی و در بعضی از مناطق بافت متوسط می‌باشد. قبل از اجرای پژوهش به منظور تعیین بافت خاک و وضعیت عناصر غذایی از خاک نخلستان دونه‌مونه مرکب از اعماق ۳۰-۶۰، ۶۰-۳۰ و ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متر برداشت و تجزیه شیمیایی و فیزیکی گردید (جدول ۱).

جدول ۱- ویژگی خاک نخلستان محل آزمایش

Table 1- Soil properties of the studied date palm garden

عمق Depth (cm)	Ca ²⁺ (meq/l)	بافت خاک Soil Texture	پتاسیم قابل جذب Available K (mg/kg)	فسفر قابل جذب Available P (mg/kg)	کربن آلی Organic Carbon (%)	pH	EC (ds/m)
0-30	2.4	Loam sandy	98	4	0.14	8.1	1
30-60	1.2	Loam sandy	10	4	0.13	8.1	1
60-90	3.2	Loam sandy	80	4	0.14	8.1	1

مشخصات طرح آزمایشی

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در باغ انتخابی تعداد ۱۲ ردیف (۴ تیمار و ۳ تکرار) یکنواخت را به صورت یک درمیان (یک‌ردیف برای اعمال تیمار و یک‌ردیف بعنوان محافظ) انتخاب شد و در هر ردیف ۶ عدد درخت خرما می‌مضافتی متوسط و یکسان جهت اعمال تیمار علامت‌گذاری گردید.

تیمارهای آزمایش به صورت زیر بودند.

T1- تیمار شاهد (عدم محلول پاشی)

T2- محلول پاشی با نیترات کلسیم خالص با غلظت ۵ در هزار در

سه مرحله

T3- محلول پاشی با سولفات پتاسیم خالص با غلظت ۵ در هزار در

سه مرحله

T4- محلول پاشی با سولفات پتاسیم + نیترات کلسیم با غلظت ۵ در

هزار در سه مرحله

- اعمال تیمارها، نمونه‌برداری و اندازه‌گیری صفات

تیمارها به صورت محلول پاشی در مراحل حبابوک، کیمری و خلال اعمال گردید. نمونه‌برداری صفات در برداشت دوم خرما از ۳ نخل و در هر نخل از ۳ خوشه به صورت تصادفی انجام گرفت. از هر نخل تعداد ۲۰۰ میوه برداشت و صفات: طول میوه، قطر میوه، وزن میوه، قطر هسته، وزن هسته و خشکیدگی خوشه اندازه‌گیری شد. کلیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

وزن ترمیوه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر تیمارها بر وزن ترمیوه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. به طوری که بیش‌ترین میزان وزن ترمیوه از تیمار ترکیبی نیترات کلسیم با سولفات پتاسیم ۵ در هزار حاصل شد. همچنین مشخص شد که تیمار نیترات کلسیم ۵ در هزار و تیمار سولفات پتاسیم ۵ در هزار با هم تفاوت معنی‌دار آماری نداشتند و کم‌ترین میزان وزن ترمیوه از تیمار شاهد حاصل گردید (شکل ۱). پتاسیم و کلسیم هر دو جزی عناصر ضروری هستند و تامین آن‌ها می‌تواند منجر به افزایش رشد از جمله افزایش میوه می‌گردد. مصرف هم‌زمان پتاسیم و کلسیم سبب تغذیه متعادل عناصر و افزایش رشد می‌گردند. پتاسیم در سنتز کربوهیدرات‌ها و پروتئین دارای نقش است (۷) و با توجه به این‌که قسمت اعظم میوه خرما از کربوهیدرات می‌باشد در نتیجه پتاسیم می‌تواند باعث افزایش وزن میوه گردد. نتایج این پژوهش همچنین با نتایج روستا (۱۶) که تاثیر ترکیبات مشابه با این پژوهش را بررسی نمودند بسیار نزدیک است.

طول میوه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر تیمارها بر طول میوه خرما در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. به طوری که بیش‌ترین میزان طول میوه از تیمار ترکیبی نیترات کلسیم با سولفات پتاسیم حاصل شد. همچنین مشخص شد که تیمار نیترات کلسیم ۵ در هزار نسبت به تیمار سولفات پتاسیم ۵ در هزار میوه‌های طولی‌تری را تولید نمود.

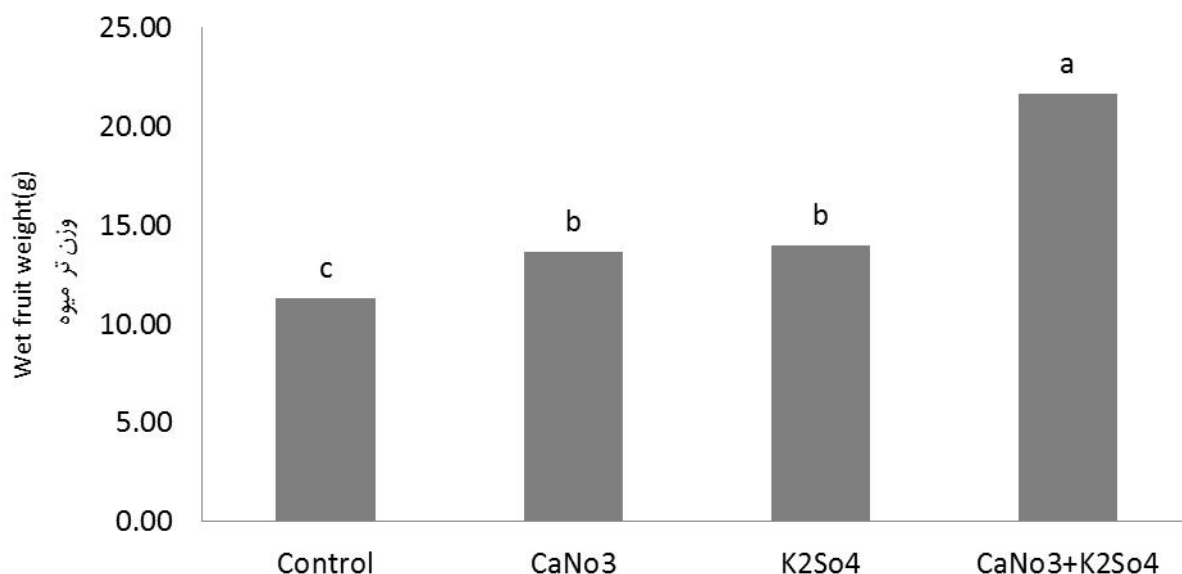
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده خرما رقم مضافتی تحت تاثیر محلول پاشی با ترکیبات حاوی کلسیم و پتاسیم

Table 2- ANOVA of traits of date (Mozafati) under calcium and potassium compound foliar spray

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی FD	وزن تر میوه Fruit Wet Weight	طول میوه Fruit Length	قطر میوه Fruit Diameter	وزن هسته Nucleus Weight	قطر هسته Nucleus Diameter	درصد خشکیدگی خوشه Bunch Fading Percentage
تکرار Replication	2	0.33 ^{ns}	0.007 ^{ns}	0.0033 ^{ns}	0.033 ^{ns}	0.04 ^{ns}	3.08 ^{ns}
تیمار Treatment	3	60.55 ^{**}	1.15 ^{**}	0.22 ^{**}	0.38 ^{**}	0.04 ^{**}	417.41 ^{**}
خطا Error	6	1.22	0.003	0.012	0.005	0.0019	9.41
ضریب تغییرات CV (%)	—	7.28	11.4	5.62	8.67	5.81	11.99

علامت‌های ** و ns به ترتیب معرف معنی‌دار در سطح ۱٪ و غیر معنی‌دار می‌باشد

Symbol of ** and ns indicate of significant meaning at 1% level and no significant respectively



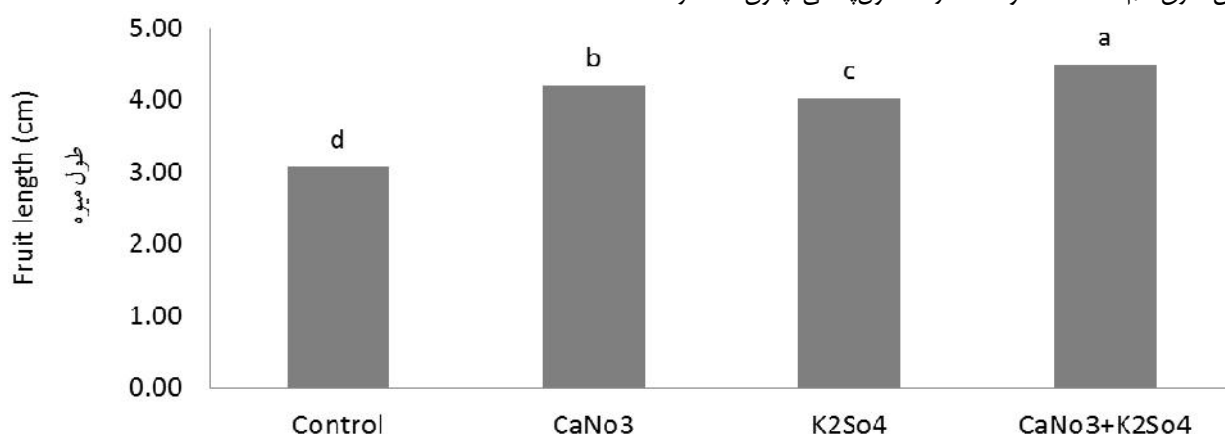
شکسل ۱- اثر محلول پاشی ترکیبات کلسیم و پتاسیم دار بر میزان وزن تر میوه خرما رقم مضافتی

حروف مشترک با توجه به آزمون دانکن دارای اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) نمی باشند

Figure 1- Effect of calcium and potassium compounds foliar spray on wet fruit weight of Mozafati date

کلسیم در بین عناصر غذایی ضروری گیاه جزئی عناصر کم تحرک گیاه می باشد و حرکت آن فقط در آوندهای چوبی گیاه صورت می گیرد و در آوندهای آبکش گیاه حرکتی ندارد و هر عضوی کلسیم مورد نیاز خود را از آوندهای چوبی گیاه دریافت می کند و میزان دریافت کلسیم هر عنصر وابسته به میزان تعرقی است که آن عنصر انجام می دهد و با توجه به این که میزان تعرق در میوه ها کم است و در نتیجه کمبود کلسیم بیشتر در میوه ها دیده می شود (۷). چون کلسیم تحرک آن در گیاه کم هست حتی اگر در خاک بیش از نیاز گیاه وجود داشته باشد ولی ممکن است کمبود آن در اندام های با میزان تعرق کم مشاهده شود اما در محلول پاشی چون عنصر

مستقیماً بر روی اندام ها قرار می گیرد می تواند باعث مرتفع شدن کمبود و افزایش رشد و عملکرد گردد، کلسیم همچنین باعث طویل شدن سلول و رشد سلول می گردد که از این طریق می تواند باعث طویل شدن میوه گردد (۷). پتاسیم بیشترین کاتیونی است که در سلول وجود دارد و تاثیر زیادی در رشد گیاه دارد (۷). در نهایت کمترین میزان طول میوه از تیمار شاهد حاصل گردید (شکل ۲). نتایج این پژوهش با نتایج روستا (۱۰) که اثر سولفات پتاسیم و کلرید کلسیم را بر کاهش عارضه خشکیدگی خوشه بررسی نمودند مطابقت دارد.



شکل ۲- اثر محلول پاشی ترکیبات کلسیم و پتاسیم دار بر میزان طول میوه خرما مضافتی

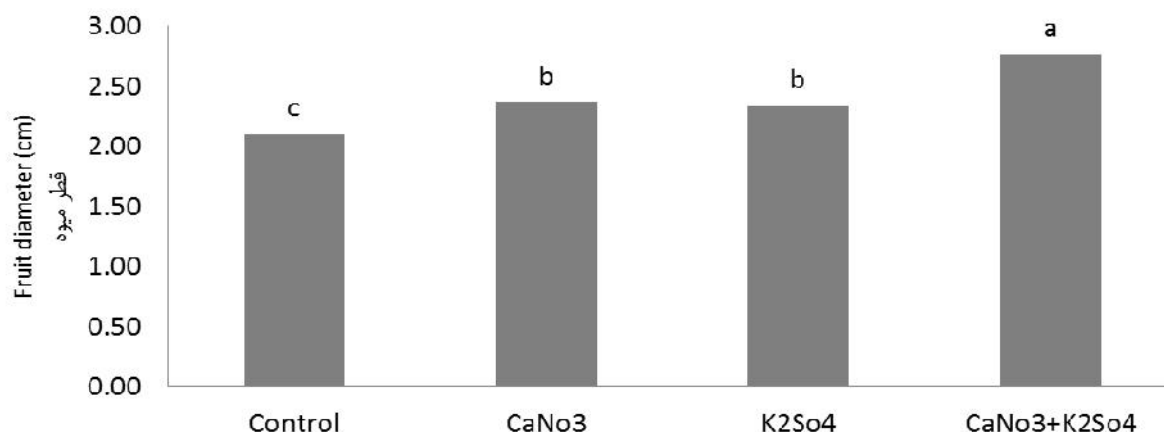
حروف مشترک با توجه به آزمون دانکن دارای اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) نمی باشند

Figure 2- Effect of calcium and potassium compounds foliar spray on fruit length of Mozafati date

قطر میوه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر تیمارها بر قطر میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. به‌طوری که بیش‌ترین میزان قطر میوه از تیمار ترکیبی نیترات کلسیم با سولفات پتاسیم ۵ در هزار حاصل شد. همچنین مشخص شد که تیمار نیترات کلسیم ۵ در هزار و سولفات پتاسیم ۵ در هزار با هم تفاوت معنی‌دار آماری ندارند و کم‌ترین میزان قطر میوه از تیمار شاهد

حاصل گردید (شکل ۳). همان‌طور که نتایج تجزیه خاک نخلستان نشان می‌دهد در آن خاک کلسیم و پتاسیم کمتر از مقدار حد بهینه است و محلول‌پاشی این عناصر منجر به افزایش صفات مورد مطالعه از جمله قطر میوه گشته است. نتایج این پژوهش با نتایج جواهری و موسوی فضل (۸) که تاثیر مواد شیمیایی را بر بهبود عارضه خشکیدگی خوشه خرما از طریق تزریق در تنه بررسی کرده بودند مطابقت دارد.



شکل ۳- اثر محلول‌پاشی ترکیبات کلسیم و پتاسیم‌دار بر میزان قطر میوه در خرماي مضافتی

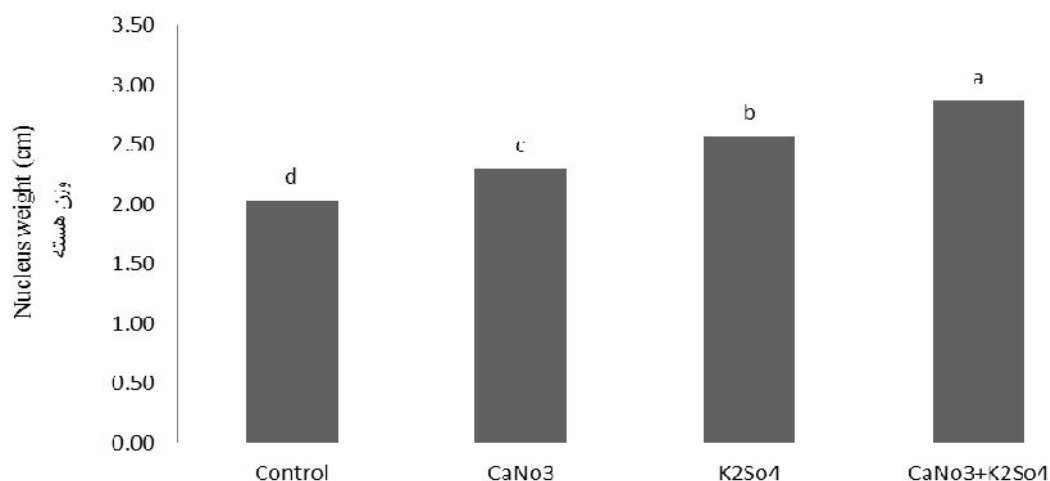
حروف مشترک با توجه به آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) نمی‌باشند

Figure 3- Effect of calcium and potasim compounds foliar spray on fruit diameter of Mozafati date

وزن هسته

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر تیمارها بر وزن هسته خرما در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. به‌طوری که بیش‌ترین میزان وزن هسته از تیمار

ترکیبی نیترات کلسیم با سولفات پتاسیم ۵ در هزار حاصل شد. همچنین مشخص شد که تیمار سولفات پتاسیم ۵ در هزار نسبت به تیمار نیترات کلسیم ۵ در هزار وزن هسته را افزایش داد و کم‌ترین میزان وزن هسته از تیمار شاهد حاصل گردید (شکل ۴).



شکل ۴- اثر محلول‌پاشی ترکیبات کلسیم و پتاسیم‌دار بر میزان وزن هسته در خرماي مضافتی

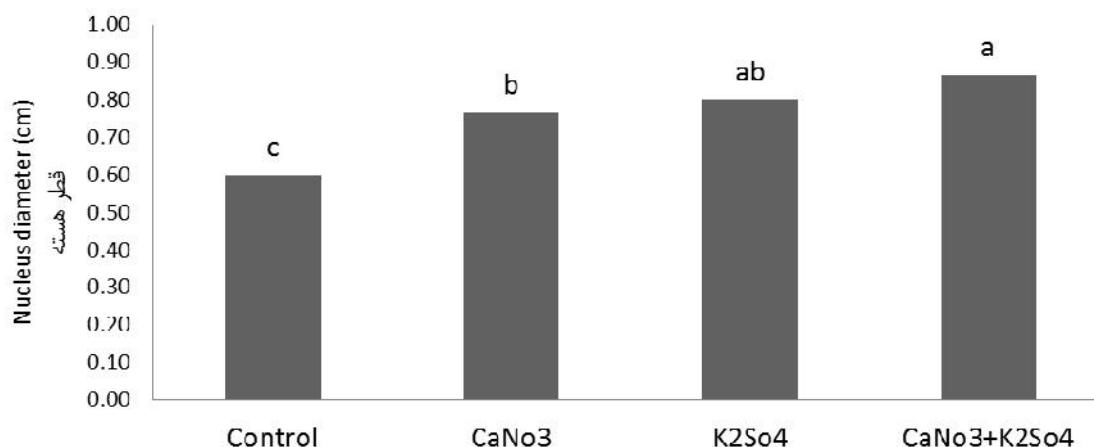
حروف مشترک با توجه به آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) نمی‌باشند

Figure 4- Effect of calcium and potasim compounds foliar spray on nucleus weight of Mozafati date

قطر هسته

کلسیم با سولفات پتاسیم ۵ در هزار حاصل شد و کمترین میزان قطر هسته از تیمار شاهد حاصل گردید. تیمار دوم با سوم و تیمار سوم با چهارم تفاوت معنی دار آماری نداشتند (شکل ۵).

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر تیمارها بر قطر هسته در سطح احتمال یک درصد معنی دار است. به‌طوری که بیشترین میزان قطر هسته از تیمار ترکیبی نیترات



شکل ۵- اثر محلول پاشی ترکیبات کلسیم و پتاسیم‌دار بر میزان قطر هسته در خرما میضافتی

حروف مشترک با توجه به آزمون دانکن دارای اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) نمی‌باشند

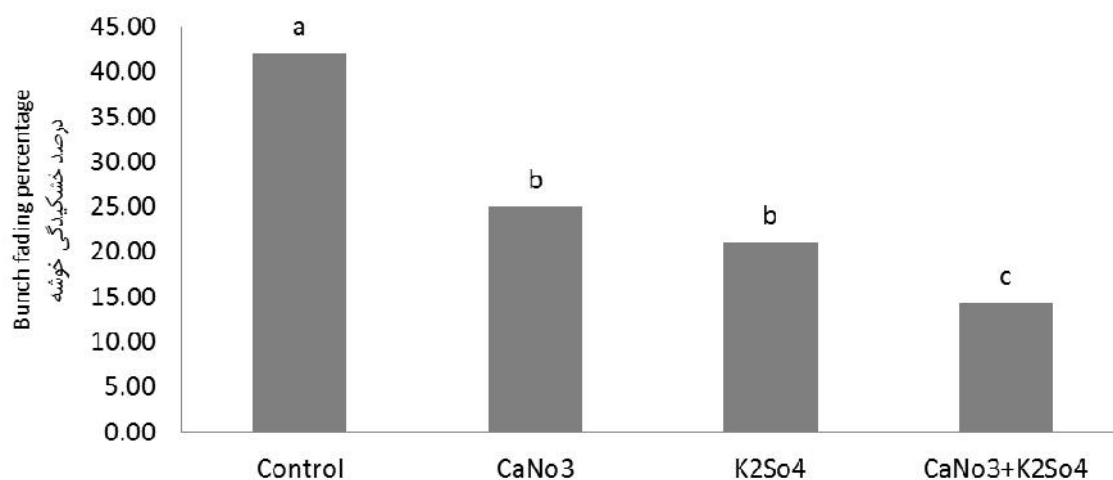
Figure 5- Effect of calcium and potasim compounds foliar spray on nucleus weight of Mozafati date

درصد خشکیدگی خوشه

گردد و کاهش این عارضه شود. بعضی از محققین نیز (۱۳) نیز نقش عوامل بیماری‌زا را در ایجاد این بیماری گزارش نموده‌اند که اگر عوامل بیماری‌زا هم عامل و تشدید کننده این عارضه باشند کلسیم به دلیل این که در دیواره سلول گیاهی وجود دارد باعث افزایش مقاومت گیاه در مقابل عوامل بیماری‌زا می‌گردد. اما در ارتباط با پتاسیم یکی از وظایف پتاسیم در گیاه تنظیم روابط آبی گیاه می‌باشد یعنی وقتی گیاه تحت تنش کم‌آبی قرار می‌گیرد پتاسیم به دلیل دار بودن خاصیت اسمتیک از یک‌طرف باعث افزایش جذب آب و از طرف دیگر به دلیل نقشش در باز و بسته شدن روز باعث جلوگیری از خروج آب از گیاه می‌گردد (۷). مجموعه این عوامل باعث حفظ آب در گیاه می‌گردد. علاوه بر این‌ها پتاسیم باعث مقاومت گیاه در مقابل تنش‌های مختلف می‌شود. همچنین مشخص شد که تیمار نیترات کلسیم ۵ در هزار و تیمار سولفات پتاسیم ۵ در هزار با هم تفاوت معنی دار آماری ندارند (شکل ۶). با توجه به کاهش درصد خشکیدگی خوشه خرما در پی کاربرد تیمارهای مذکور در این آزمایش به نظر می‌رسد که یکی از مهم‌ترین دلایل این عارضه در خرما در مناطق خرما خیز کشور عدم توجه کافی کشاورزان به مقوله تغذیه در خرماسست. گزارشهای زیادی حاکی از این است که بسیاری از خاک‌های مناطق خرما خیز کشور از نظر مواد غذایی کلسیم و گوگرد فقیر هستند (۴ و ۱۵). نتایج این پژوهش با نتایج روستا (۱۶) که اثر

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر تیمارها بر درصد خشکیدگی خوشه در سطح احتمال یک درصد معنی دار است. به‌طوری که بیشترین میزان درصد خشکیدگی خوشه از تیمار شاهد حاصل گردید و کمترین میزان درصد خشکیدگی خوشه از تیمار ترکیبی نیترات کلسیم با سولفات پتاسیم ۵ در هزار حاصل شد. بعضی از محققین علت خشکیدگی خوشه را به مساله آب مرتبط دانسته‌اند که در این بین تعدادی از آن‌ها کمبود رطوبت نسبی جو (۶، ۸ و ۱۴) و تعدادی دیگر کمبود رطوبت خاک (۶ و ۱۶) را عامل تشدید کننده این عارضه ذکر نموده‌اند. حال بین کلسیم و پتاسیم گیاه با عوامل تعیین کننده وضعیت رطوبت گیاه رابطه وجود دارد. در مورد کلسیم میزان آن در گیاه وابسته به میزان تعرقی است که از گیاه صورت می‌گیرد. و آنچه تعیین کننده میزان تعرق است عوامل اقلیمی و میزان رطوبت خاک می‌باشد. جذب آب در گیاه فرایند مستقلاً نبوده بلکه وابسته به میزان تعرق است، یعنی اصلاً جذب آب بدنال تعرق شروع می‌شود. و از عوامل اصلی موثر بر تعرق رطوبت نسبی جو و درجه حرارت می‌باشد که اتفاقاً این عارضه هنگامی که دمای جو بالا و رطوبت نسبی جو پایین باشد، ایجاد و تشدید می‌شود. در گیاه زمانی که کمبود آب بوجود می‌آید کمبود کلسیم هم بوجود می‌آید در نتیجه محلول پاشی ترکیبات کلسیم‌دار می‌تواند منجر به افزایش کلسیم گیاه

ترکیبات کلسیمی و پتاسیمی را بر کاهش عارضه خشکیدگی خوشه خرما بررسی نموده بود مشابه است.



شکل ۶- اثر محلول پاشی ترکیبات کلسیم و پتاسیم دار بر میزان درصد خشکیدگی خوشه در خرما می مضافتی

حروف مشترک با توجه به آزمون دانکن دارای اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) نمی باشند

Figure 6- Effect of calcium and potasim compounds foliar spray on bunch fading of Mozafati date

نتیجه گیری کلی

به طور کلی در پایان تحقیق چنین می توان استنباط نمود که کاربرد سولفات پتاسیم و نیترات کلسیم ضمن بهبود خواص کمی و کیفی میوه خرما تا حدود زیادی باعث کاهش خسارت عارضه

خشکیدگی خوشه خرما می گردند اما با این حال ترکیب هر دو تیمار دارای اثرات مثبت بهتر و بیش تری نسبت به استفاده تنها و جداگانه آن ها بر عارضه خشکیدگی خرما بود.

منابع

- 1- Abazarpour M., Basirian A. 1997. Determination of Date Palm Cultivars of Kerman Province (Volume 1: Jiroft, Kahnuj, Bam, and Shahadad). Agriculture Organ of Kerman province press, 21 pp.
- 2- Ashraf Jahani A. 2002. Date is Live Fruit. Agriculture Sciences Press, 147 pp.
- 3- Balali M.R., Malakoti M.J., and Amir Makri H. 2001. Production and optimal application of fertilizer to sustainable agriculture. Agriculture Training Press, Karaj, Iran.
- 4- Izadi M. 2002. Effect of time and type of bunch covers on date bunch fading disorder in Boshher province. 8th Date conference, Bam, Iran.
- 5- Javaheri A., and Musavi Fazl M. 2002. Study on the effect of micronutrients on date quantity and quality. 8th Date Conference, Bam, Iran.
- 6- Kardavani P., Ezetian V., Amandadi N. 2013. An investigation of the effects of climatological factors, UV radiation and ozon on the bunch of Mozafati date dryness basad on neural artificial networks and main component regression (Case Study- Jiroft). Journal of landscape geography, 10(1): 1-14. (in Persian with English Abstract).
- 7- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 561. Academic Press, Sydney.
- 8- Mohamadi H.M., and Moghtadari Gh.A. 2005. The relationship between climatic elements and necrosis of date palm bunch using regression model. Desert, 10(2): 339-348. (in Persian with English Abstract).
- 9- Najafinia M., and Azadavar M. 2002. Isolation some fungi spices of fading disorder infected bunches in Jiroft, Kahnuj, and Bam area. 8th Date conference, Bam, Iran.
- 10- Panahi Kh. 2001. An overview on date bunch fading disorder reasons. Zitone Agricultural Magazine, 144: 46-51. (in Persian).
- 11- Pezhman H. 2001. Date Palm Guidance. Agriculture Training Press. 286 pp.
- 12- Pezhman H. 2002. A view on date palm situation and its research program in IRAN. Proceeding of Date Palm Global Network Establishment Meeting. UAE Univ. Al Ain. 71-80.
- 13- Pezhman, H., and Roshan H. 2012. Evaluation of bunch fading disorder reasons in Bam region. Iranian Date

Conference, Kerman, Iran.

- 14- Pezhman. H., Roshan V and Rahkhodaei E. 2003. Effects of cultural practices on date bunch fading disorder. Abstracts of the international conference on Date palm. King Saud University. 46p.
- 15- Rosta M. J. 2002. Effect of potassium sulfate and calcium chloride application with and without microelements on date bunch fading disorder. 8th Date conference, Bam, Iran.
- 16- Rosta M.J. 2003. Effect of foliar spray of potassium sulfate and calcium chloride on date bunch fading disorder. Soil and Water journal, 17: 123-130. (in Persian).



تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و فسفر بر شاخص‌های رشد اندام هوایی و زیر زمینی گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea*)

مرتضی گلدانی^{۱*} - حسین زارع^۲ - مریم کمالی^۳

تاریخ ارسال: ۱۳۹۲/۰۹/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۶

چکیده

به منظور بررسی اثر عناصر نیتروژن و فسفر بر خصوصیات رشدی گیاه دارویی سرخارگل، آزمایشی گلدانی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل دو کود نیتروژن (۰، ۱ و ۲ گرم در کیلوگرم خاک) و فسفر (۰، ۰/۷۵ و ۱/۵ گرم در کیلوگرم خاک) بود. به این منظور کود نیتروژن به صورت سرک و به طور مساوی در دو نوبت (ابتدای نشاء کاری و یک ماه بعد از نشاء) و کود فسفر در هنگام نشاء بر اساس مقادیر گفته شده به خاک اضافه شد. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع، تعداد شاخه جانبی، سطح و وزن برگ، وزن ساقه، نسبت وزن برگ به ساقه، وزن خشک اندام هوایی، تعداد و وزن گل، شاخص کلروفیل، مجموع طول ریشه، میانگین قطر ریشه، میانگین سطح ریشه، وزن خشک ریشه و نسبت ساقه به ریشه بوته بود. نتایج نشان داد برهمکنش دو تیمار کودی نیتروژن $\times$ فسفر در صفات وزن خشک برگ و نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه معنی دار شد. حداکثر تعداد گل با ۴/۴ عدد در تیمار ۱ گرم نیتروژن حاصل شد و بیشترین میزان وزن خشک گل به میزان ۷/۹ گرم در هر بوته در تیمار ۲ گرم نیتروژن مشاهده شد. به طور کلی در صفات ارتفاع گیاه، تعداد گل و وزن خشک گل کاربرد ۱ گرم نیتروژن و در صفات سطح و وزن خشک برگ و وزن خشک ریشه کاربرد ۱/۵ گرم فسفر در هر کیلوگرم خاک مطلوب بود. در نهایت نتایج نشان داد که کاربرد ۲ گرم نیتروژن و ۱/۵ گرم فسفر در هر کیلوگرم خاک بهترین شرایط رشدی و عملکرد را در این گیاه ایجاد می‌کند.

واژه‌های کلیدی: شاخص کلروفیل، کود شیمیایی، وزن خشک

مقدمه

می‌توان اسید شیکوریک^۴، ترکیبات ایزوبوتیل، ترکیبات پلی‌ساکارید و اسانس را نام برد. مواد موثره سرخارگل دارای خواص دارویی ضد قارچی، ضد ویروسی، ضد باکتریایی و آنتی اکسیدانی می‌باشد (۸) و (۲۱).

عناصر نیتروژن و فسفر از عناصر اصلی تشکیل دهنده پروتئین در گیاه بوده و برای رشد طبیعی گیاهان دارویی و بخصوص در اندام زایشی ضروری می‌باشد (۲۲). نتایج آزمایشات مختلف نشان داد که تامین میزان کافی کود نیتروژن و فسفر در گیاهانی که گل جز عملکرد اقتصادی آن‌ها می‌باشد، بسیار حائز اهمیت است و در تداوم گل‌دهی، میزان وزن تر و خشک گل و همچنین عملکرد اسانس اثرات مستقیم دارد. در شرایط کمبود فسفر اختصاص هیدرات‌های کربن به ریشه افزایش می‌یابد که این افزایش همزمان با تمایز ریشه‌های جانبی انجام می‌شود و باعث ظریف‌تر شدن سیستم ریشه‌ای می‌گردد (۱۳). کمبود فسفر یک تنش غیر زیستی مهم است

سرخارگل با نام علمی *Echinacea purpurea* (L.) گیاهی علفی، چند ساله از خانواده کاسنی، بومی شمال آمریکا و یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی در این منطقه می‌باشد. در حال حاضر در اکثر فارماکوپه‌های معتبر سرخارگل به عنوان گیاه دارویی پذیرفته شده و خواص آن مورد بررسی قرار گرفته است (۲۷). تمامی اندام این گیاه حاوی مواد ارزشمندی می‌باشد که باعث شده به عنوان یک گیاه دارویی در اغلب نقاط دنیا گسترش یافته و به صورت وسیع در اروپا و آمریکا کشت و کار و مصرف می‌شود (۱). از مواد موثره این گیاه

۱- دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(*) نویسنده مسئول: (Email: goldani@um.ac.ir)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشجوی دکتری گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

و فسفر بر عملکرد اندام هوایی و اندام زیر زمینی گیاه دارویی سرخارگل می باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن و فسفر در شرایط کنترل شده بر رشد و عملکرد سرخارگل، آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. در طول دوره آزمایش درجه حرارت روز و شب گلخانه بین ۲۸ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰-۸۰ درصد تنظیم شد. فاکتورهای آزمایشی شامل کود نیتروژن در سطوح ۱، ۲ و ۳ گرم اوره در کیلوگرم و سطوح کود فسفر شامل ۰، ۷۵ و ۱۵۰ گرم فسفات (P_2O_5) در هر کیلوگرم خاک بود. کود نیتروژن به صورت سرک و به طور مساوی در دو نوبت (ابتدای نشاء کاری و یک ماه بعد از نشاء) و کود فسفر در هنگام نشاء به خاک اضافه شد. برای شکستن خواب بذور سرخارگل ابتدا به مدت چهار روز در دمای چهار درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند (۹) و بعد در سینی‌های کشت حاوی کوکوپیت کشت شدند. پس از سه هفته و در مرحله سه برگی، گیاهچه‌ها به تیوپ‌هایی با قطر دهانه ۱۲ سانتی‌متر و ارتفاع یک متر حاوی خاک، ماسه و خاک برگ به نسبت ۱:۱:۱ منتقل شدند. برای ثبات و پایداری تیوپ‌ها و نیز جلوگیری از نفوذ نور به محیط ریشه‌ها، هر یک از تیوپ‌ها در لوله‌هایی از جنس پلی اتیلن سیاه رنگ قرار گرفتند. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

Table 1- The physicochemical characteristics of the soil used in this experiment

pH	EC (ds/m)	C/N	C (%)	N (%)	K (mg/kg)	S (mg/kg)	P (mg/kg)
7.3	1.2	10	1.5	0.15	400	-	20

اندازه‌گیری شد. وزن خشک، حجم، قطر و سطح ریشه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. حجم ریشه‌ها توسط استوانه مدرج بر حسب سانتی‌متر مکعب اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها جهت اندازه‌گیری وزن خشک ریشه، به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. محاسبات آماری با نرم افزارهای Excel و SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه، تعداد شاخه جانبی

اختلاف ارتفاع گیاه در سطوح مختلف کود نیتروژن ($p \leq 0.05$) معنی‌دار بود (جدول ۲).

که ۳۰-۴۰ درصد از تولید گیاهان زراعی را در جهان محدود می‌کند. تحت شرایط کمبود فسفر نمو تارهای کشنده نیز تحریک می‌شود به طوری‌که در برخی از گونه‌های گیاهی مانند گوجه فرنگی، هنگامی که گیاه با مقادیر بالای فسفر تامین شده باشد، تارهای کشنده تشکیل نمی‌شوند، اما تحت شرایط کمبود فسفر این تارها در گیاه به وفور یافت می‌شوند (۱۳). پاون و همکاران (۲۸) در تحقیقات خود نتیجه گرفتند که کود نیتروژن و فسفر به مقدار مساوی ۸۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با سطح صفر این دو کود، تأثیر معنی‌داری بر رشد، نمو، عملکرد و مقدار ماده موثره گیاه ماریتیغال دارد. در کمبود فسفر برگ‌ها کوچک باقی می‌مانند و به طور غیر معمول رنگ برگ‌ها سبز تیره یا قرمز تیره (در سبب زمینی شیرین)، سبز آبی (در فلفل) و بنفش (در افرا، زغال اخته و نیشکر) می‌شود (۱۹). امیدیی (۲۷) نشان داد میزان کود نیتروژن و فسفر در عملکرد، تداوم گلدهی، میزان وزن تر و خشک گل عملکرد اسانس گیاه بابونه آلمانی مهم است. دروتو و همکاران (۱۲) بیان داشتند همراه با افزایش میزان کود فسفر و نیتروژن به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد سرخارگل افزایش یافت. افزایش کود نیتروژن تا میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد گل و اسانس در همیشه بهار را تا ۴۰ درصد افزایش داد (۴). از طرفی شالابی و همکاران (۲۹) گزارش کردند که کود نیتروژن باعث افزایش رشد و وزن اندام هوایی سرخارگل شد ولی کود فسفر تأثیری در وزن خشک اندام هوایی نداشت. از آنجایی که این گیاه دارویی اخیراً وارد کشور شده و مطالعه چندان در مورد کشت و کار آن صورت نگرفته است و از طرفی بررسی نیاز کودی جزء ابتدایی ترین مسائل کشت و کار می‌باشد، هدف از این تحقیق بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن

بعد از اتمام رشد رویشی و در مرحله گلدهی گیاه صفات موفولوژیکی شامل ارتفاع گیاه، تعداد و وزن گل، سطح و وزن خشک برگ و وزن خشک اندام هوایی اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری وزن خشک بخش هوایی، نمونه‌های گیاهی به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس توزین انجام شد. شاخص کلروفیل در ابتدای گلدهی توسط دستگاه کلروفیل متر^۱ از آخرین برگ کاملاً توسعه یافته اندازه‌گیری شد.

ریشه‌های مربوط به هر کدام از تیمارهای آزمایش را از خاک خارج شده و در آزمایشگاه پس از شستشو با استفاده از اسکنر کامپیوتری و نرم افزار Delta T-scan مجموع طول ریشه‌ها

جدول ۲- تجزیه واریانس برخی صفات مورد مطالعه بوته سرخارگل در سطوح مختلف کود نیتروژن و فسفر
Table 2- Mean square of some traits in different levels of nitrogen and phosphorus in purpurea

منابع تغییر Source of Variation	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Means of Squares								
		ارتفاع گیاه Plant Height	تعداد شاخه جانبی Lateral Shoot Number	سطح برگ Leaf Area	وزن برگ Leaf Weight	وزن ساقه Stem Weight	نسبت وزن برگ به ساقه Leaf / Stem Ratio	وزن خشک اندام هوایی Shoot Dry Weight	تعداد گل Flower Number	وزن گل Flower dry weight
نیتروژن N	2	373*	1.44ns	43670.3**	4.84**	8.53**	0.11*	40.14**	5.44**	5.96**
فسفر P	2	230.77ns	1ns	47003.7**	5.17**	12.77**	0.02ns	69.04**	0.77ns	6.67**
نیتروژن×فسفر N×P	4	66.61 ns	0.27ns	5959.2ns	4.92**	0.27ns	0.06ns	6.94ns	0.55ns	0.8ns
خطا Error	18	72.81	20.66	2133.3	0.28	0.82	0.35	2.25	0.74	0.51

ns و ** به ترتیب معنی دار در سطح یک درصد پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی دار
*، ** و ns significant at the 0.05 and 0.01 level of probability, no significant, respectively

جدول ۳- تجزیه واریانس برخی صفات مورد مطالعه بوته سرخارگل در سطوح مختلف کود نیتروژن و فسفر
Table 3- Mean square of some traits in different levels of nitrogen and phosphorus in Echinacea purpurea

منابع تغییر Source of Variation	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Means of Squares					
		نسبت وزن اندام هوایی به ریشه Shoot Weight/Root Weight	وزن خشک ریشه Root Dry Weight	میانگین سطح ریشه Mean of Root Area	میانگین قطر ریشه Mean of Root Diameter	مجموع کل طول ریشه Total Root Length	کلروفیل متر Spad
نیتروژن N	2	141**	1.35ns	295051*	1001ns	267603ns	41.02**
فسفر p	2	0.74**	98.8**	2304461**	0.031**	7014350**	19.94**
نیتروژن×فسفر N×P	4	0.22**	0.92ns	721929ns	0.004ns	320712ns	17.61ns
خطا Error	18	0.8	25.36	1490347	0.001	174693	105.54

ns و ** به ترتیب معنی دار در سطح یک درصد پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی دار
*، ** و ns significant at the 0.05 and 0.01 level of probability, no significant, respectively

جدول ۴- اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر خصوصیات رشدی بوته سرخارگل

Table 4- Effect of nitrogen fertilizer on plant growth characteristics of <i>Echinacea purpurea</i>													
نیتروژن N (g/kg soil)	ارتفاع Plant Height (cm)	تعداد شاخه جانبی Number of Lateral Shoot	مساحت برگ Leaf Area (cm ² /plant)	وزن برگ Leaf weight (g/plant)	وزن ساقه Stem Weight (g/plant)	نسبت وزن برگ به ساقه Leaf Weight/Shoot Weight	وزن اندام هوایی Shoot Dry Weight	تعداد گل Flower Number	وزن گل Flower Weight (g/plant)	عدد کلروفیل متر Spad	مجموع کل طول ریشه، Total Root Weight (mm/plant)	وزن خشک ریشه Root Dry Weight (g/plant)	نسبت وزن اندام هوایی به ریشه Shoot Weight/Root Weight
0	69.44b	2.66a	486c	4.26b	5.86b	0.745ab	13.89b	2.88b	5.6c	53.2c	5309a	9.29a	1.53c
1	82.11a	3.44a	565b	4.74b	7.81a	0.624b	17.94a	4.44a	6.81b	54.83b	5542a	9.86a	1.94a
2	77.77ab	3.22a	625a	5.7a	6.72b	0.846a	16.97a	3.66ab	7.97a	57.43a	5645a	10.02a	1.75b

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می باشند مطابق آزمون LSD (p≤0.05) اختلاف معنی داری ندارند

*Means, that the difference between them is lower than the amount of LSD, are not significantly different at α=0.05 by LSD test

جدول ۵- اثر سطوح مختلف کود فسفر بر خصوصیات رشدی بوته سرخارگل

Table 5- Effect of phosphorus fertilizer on plant growth characteristics of <i>Echinacea purpurea</i>													
سطوح کود فسفر P (g/kg soil)	ارتفاع Height (cm)	تعداد شاخه جانبی Number of Lateral shoot	مساحت برگ Leaf Area (cm ² /plant)	وزن برگ Leaf Weight (g/plant)	وزن ساقه Stem Weight (g/plant)	نسبت وزن برگ به ساقه Leaf weight/Shoot Weight	وزن اندام هوایی Shoot Dry Weight	تعداد گل Flower umber	وزن گل Flower Weight (g/plant)	عدد کلروفیل متر Spad	مجموع کل طول ریشه Total Root Weight (mm/plant)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g/plant)	نسبت وزن اندام هوایی به ریشه Shoot Weight/Root Weight
0	74.33ab	2.77a	482c	4.37b	5.6c	0.787a	13.81c	3.44a	3.83b	53.74b	4774c	6.7c	2.02a
0.75	82.22a	3.44a	570b	4.56b	6.81b	0.742a	15.72b	4a	4.241b	55.01ab	5240b	9b	1.76b
1.5	72.77b	3.11a	625a	5.77a	7.98a	0.686a	19.27a	5.51a	5.51a	56.71a	6482a	13.3a	1.45c

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می باشند مطابق آزمون LSD اختلاف معنی داری ندارند

*Means, that the difference between them is lower than the amount of LSD, are not significantly different at α=0.05 by LSD test

را تولید کرد (جدول ۵). بیشترین سطح برگ در تیمار ۱/۵ گرم فسفر و به مقدار ۶۲۵ سانتی‌مترمربع در هر گیاه بدست آمد. کمترین مقدار سطح برگ نیز ۴۸۲ سانتی‌مترمربع در تیمار بدون کود فسفر مشاهده شد (جدول ۵). اثر متقابل دو کود نیتروژن و فسفر نشان داد که بیشترین وزن برگ در کاربرد همزمان ۲ گرم کود نیتروژن و ۱/۵ گرم کود فسفر بدست آمد. کمترین وزن و سطح برگ در تیمار بدون کود نیتروژن و کود فسفر حاصل شد (شکل ۱).

وس و همکاران (۳۱) اظهار داشتند که فراهمی نیتروژن در افزایش اندازه و تعداد برگ موثر است و فراهمی اندک نیتروژن بدین معنی است که گیاه نمی‌تواند به پتانسیل تولید برگ خود دست پیدا کند. مصرف کافی کودهای نیتروژنه در ابتدای دوره رشد گیاه سبب گسترش سطح برگ و افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و تولید مواد پرورده می‌گردد (۱۷). کود نیتروژن می‌تواند از طریق افزایش سطح برگ و فراهم نمودن زمینه مناسب برای دریافت انرژی و نیز شرکت در ساختار کلروفیل و آنزیم‌های درگیر در متابولیسم کربن موجب افزایش بازده فتوسنتزی می‌شود (۲۶).

وزن خشک ساقه در بوته و نسبت وزن برگ به ساقه

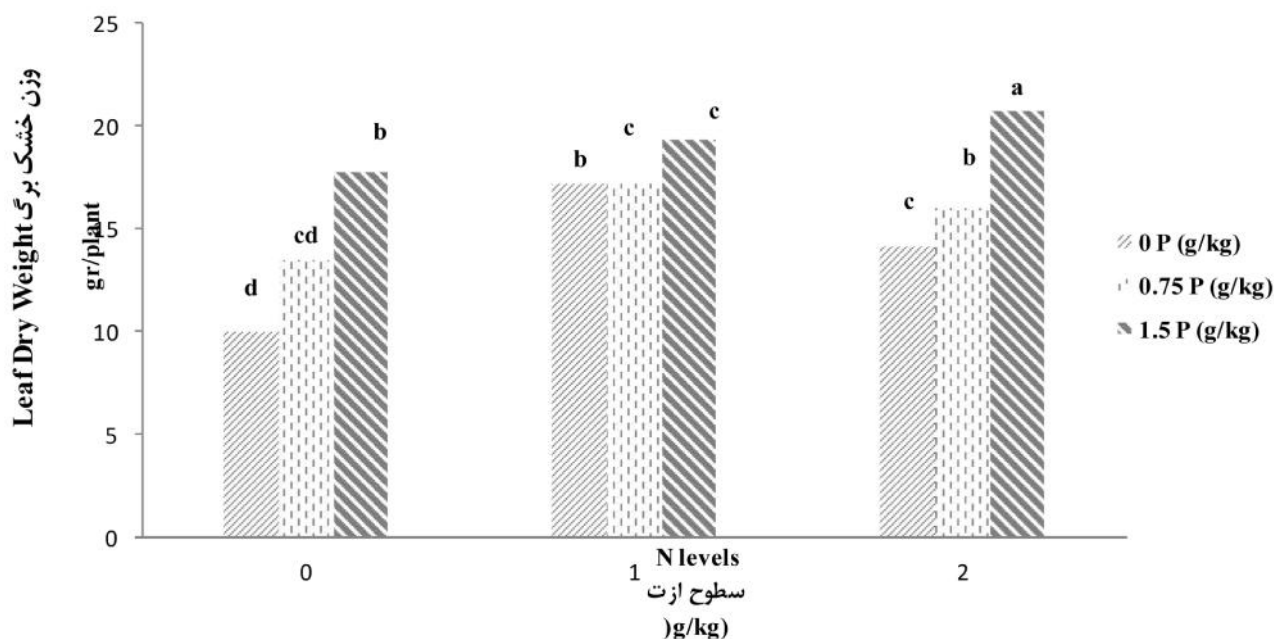
اثر ساده وزن خشک ساقه در سطوح مختلف کودهای نیتروژن و فسفر معنی‌دار بود ($p \leq 0.01$). اثر ساده کود نیتروژن نیز در صفت نسبت وزن برگ به ساقه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. این در حالی است که برهمکنش دو تیمار کودی نیتروژن و فسفر در این دو صفت معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین تیمارها حاکی از آن است که با افزایش سطوح کود نیتروژن از ۰ به ۱ گرم، وزن خشک ساقه افزایش یافت و با افزایش نیتروژن از ۱ به ۲ گرم وزن آن کم شد. تیمار ۱ گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک با ۷/۸ گرم بیشترین مقدار وزن خشک ساقه در بوته را داشت که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۴). همچنین با افزایش میزان فسفر از ۰ به ۰/۷۵ گرم در کیلوگرم خاک، وزن خشک ساقه در بوته به میزان ۳۰ درصد افزایش یافت. بیشترین وزن ساقه در بوته (۷/۹۸ گرم) در تیمار ۱/۵ گرم فسفر به دست آمد. با افزایش سطوح کود نیتروژن از ۰ به ۱ گرم این نسبت کاهش یافت. بیشترین نسبت وزن برگ به وزن ساقه (۰/۸۴۶) در تیمار ۲ گرم نیتروژن مشاهده شد، به طوری که با تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). به نظر می‌رسد با افزایش مصرف نیتروژن از ۰ به ۱ گرم سهم ساقه از مواد فتوسنتزی بیشتر از برگ بوده ولی با افزایش بیشتر نیتروژن، انتقال مواد از برگ به ساقه کمتر شده و گیاه از حالت نیمه خشبی به حالت علفی تغییر پیدا کرده است (۱۷).

با افزایش میزان کود نیتروژن از ۱ تا ۱ گرم ارتفاع گیاه از ۶۹/۴۴ به ۸۱/۱۱ سانتی‌متر افزایش یافت (جدول ۳). ارتفاع گیاه تحت تاثیر کود فسفر و برهمکنش کود فسفر و نیتروژن قرار نگرفت (جدول ۲). تعداد شاخه جانبی در هیچ یک از سطوح آزمایش معنی‌دار نشد. به نظر می‌رسد دلیل افزایش ارتفاع در تیمار ۱ گرم نیتروژن به دلیل کاربرد نیتروژن دانست که موجب افزایش فتوسنتز و رشد رویشی اندام‌ها می‌شود. نیتروژن با افزایش تقسیم سلول‌های مریستمی و همچنین افزایش تورژسانس سلول‌های مریستمی موجب افزایش رشد رویشی می‌شود و باعث افزایش اندازه و شاخه‌دهی در گیاهان می‌گردد. علیزاده سهرابی و همکاران (۳) گزارش کردند که کمبود نیتروژن مانع از ساخته شدن بافت‌های پارانشیم و اسکلرانشیم شده و در نتیجه گیاه خاصیت ارتجاعی خود را از دست داده و شکل گیاه تغییر می‌کند. همچنین در اثر کاهش خاصیت ارتجاعی گیاه، عمل ترقق کاهش یافته، طول رگرگ‌ها و قطر برگ‌ها افزایش یافته و بر تعداد روزنه‌ها افزوده می‌شود و در نهایت گیاه کوتاه می‌ماند (۱۵). با توجه به وظایف مهم و متعددی که نیتروژن در فرآیندهای حیاتی گیاه انجام می‌دهد، کمبود آن بیشتر از سایر عناصر رشد گیاه را محدود می‌کند. در مطالعه‌ای که بای‌بودی (۶) بر روی گلرنگ انجام داد بیشترین ارتفاع بوته را در تیمار کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۱۰۰ کیلو گرم فسفر در هکتار مشاهده کرد. در بررسی که علیزاده سهرابی و همکاران (۳)، بیشترین تعداد شاخه جانبی و حداکثر ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیک گیاه دارویی مرزه در تیمار کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نداشته است. هواگ و همکاران (۱۶) نیز در بررسی بر روی گلرنگ مشاهده کردند که با افزایش کاربرد نیتروژن ارتفاع گیاهچه به طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند.

وزن و سطح برگ در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده کودهای نیتروژن و فسفر بر سطح و وزن برگ سرخارگل دارای تاثیر معنی‌داری ($p \leq 0.01$) بود (جدول ۲). بر همکنش دو تیمار کودی نیتروژن و فسفر نیز در صفت وزن برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. با افزایش سطوح کود نیتروژن وزن و سطح برگ افزایش یافت. با افزایش نیتروژن از ۰ به ۲ گرم در هر کیلوگرم خاک وزن برگ از ۴/۲ به ۵/۷ گرم افزایش یافت (جدول ۴). همچنین بیشترین سطح برگ در تیمار ۲ گرم و به میزان ۶۲۵ سانتی‌مترمربع بود.

از طرفی با افزایش سطوح فسفر وزن و سطح برگ نیز افزایش یافت، بطوری که در تیمار فاقد فسفر با ۴/۳۷ گرم کمترین وزن خشک و تیمار ۱/۵ گرم فسفر با ۵/۷۷ گرم بیشترین وزن خشک برگ



شکل ۱- اثرات متقابل سطوح مختلف نیتروژن × فسفر بر وزن خشک برگ در بوته سرخارگل
Figure 1- Interaction effects of nitrogen × phosphorus levels on the dry weight of *Echinacea purpurea* leaves

اسطوخودوس، باقرزاده (۵) بر آویشن و کاظمی (۱۹) بر زیره سبز مطابقت دارد. به طوری که کاربرد نیتروژن منجر به افزایش رشد رویشی و افزایش تجمع ماده خشک در گیاهان می‌شود. کرمی و خوشخوی (۱۸) در مطالعه ای که بر روی جمعیت اهلی و وحشی بابونه آلمانی داشتند، بیشترین وزن اندام هوایی را در تیمار کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن و فسفر در هکتار مشاهده کردند. در بررسی که علیجانی و همکاران (۲) بر گیاه بابونه انجام دادند بیشترین وزن خشک اندام هوایی به ترتیب در کاربرد ۸۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن و فسفر در هکتار به دست آمد. نتایج اثر متقابل نشان داد بیشترین وزن خشک اندام هوایی در بالاترین سطوح نیتروژن و فسفر حاصل شد.

تعداد گل در بوته و وزن خشک گل

بر اساس نتایج حاصل از جدول ۲ اثر ساده تیمار کودی نیتروژن در صفت تعداد گل و وزن خشک گل در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود، اثر ساده فسفر بر وزن خشک گل نیز معنی‌دار شد (۰/۰۱ < p). ولی برهمکنش دو تیمار کودی نیتروژن و فسفر در هیچ یک از دو صفت تعداد و وزن خشک گل معنی‌دار نشد (جدول ۲). با افزایش میزان نیتروژن از ۰ به ۱ گرم در هر کیلوگرم خاک تعداد گل افزایش معنی‌داری پیدا کرد. و بیشترین تعداد گل با ۴/۴۴ عدد در بوته در تیمار ۱ گرم نیتروژن مشاهده شد (جدول ۴). با افزایش میزان کود نیتروژن از ۰ به ۲ گرم وزن خشک گل افزایش یافت. بیشترین وزن

وزن خشک اندام هوایی

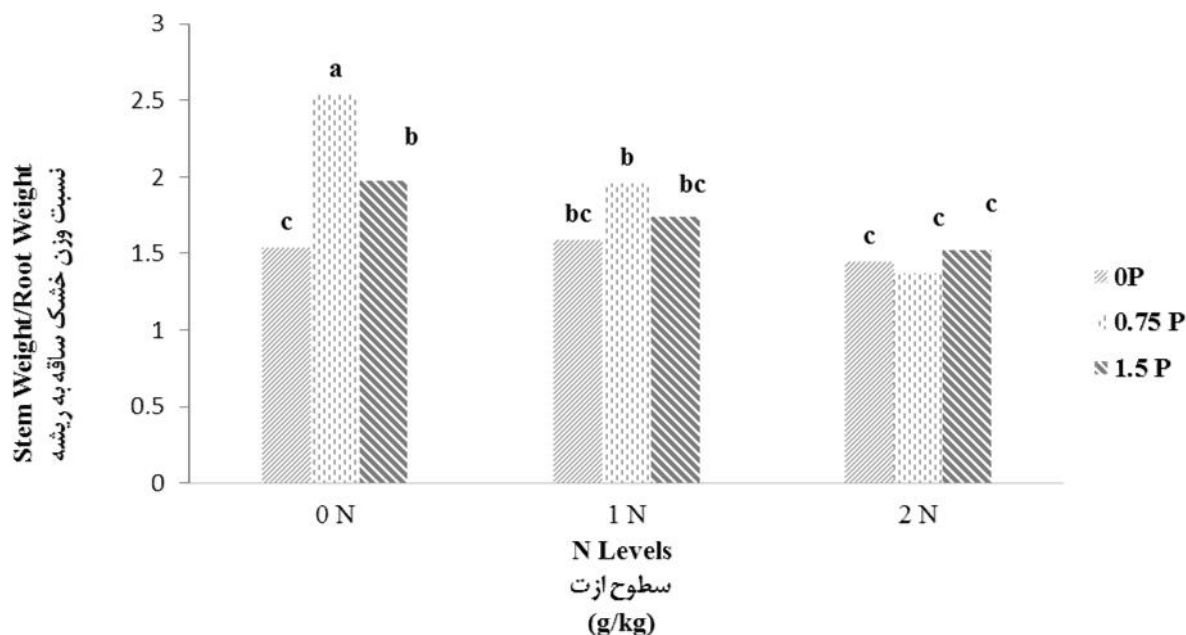
اختلاف وزن خشک اندام هوایی در سطوح مختلف کودهای نیتروژن و فسفر در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس برهمکنش دو تیمار مورد بررسی نیز (سطوح کود نیتروژن و فسفر) معنی‌دار نشد (جدول ۲). با افزایش میزان نیتروژن از ۰ به ۱ گرم وزن خشک اندام هوایی افزایش معنی‌داری داشت. تیمار ۱ گرم نیتروژن با ۱۷/۹۴ گرم بیشترین وزن خشک اندام هوایی را داشت. با افزایش سطوح فسفر عملکرد رویشی گیاه نیز تحت تاثیر قرار گرفت. بیشترین میزان وزن خشک اندام هوایی با ۱۹/۲۷ گرم در تیمار ۱/۵ گرم در کیلوگرم فسفر مشاهده شد و تیمار بدون فسفر با ۱۳/۸۱ گرم کمترین وزن خشک اندام هوایی را نشان داد (جدول ۵). افزایش وزن خشک اندام هوایی را می‌توان با افزایش کاربرد کود نیتروژن را به دلیل افزایش سطح سبز دانست. خواجه‌پور (۲۰) گزارش کرد که با اضافه کردن نیتروژن در خاک رشد اندام‌های هوایی و سطح برگ گیاه افزایش می‌یابد. زینلی و همکاران (۳۲) گزارش کردند که فسفر باعث افزایش کربوهیدرات‌ها، قندهای محلول و ترکیب‌های معدنی در اندام هوایی، گل و ریشه بابونه آلمانی شده است. در نتیجه ممکن است بالا رفتن وزن خشک اندام هوایی، ریشه و گل در این تحقیق در نتیجه افزایش این ترکیب‌ها باشد. همچنین این نتایج با نتایج مردانی نژاد و همکاران (۲۴) بر گیاه

و تعداد ساقه گل دهنده در تیمار کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار مشاهده شد. سطوح مختلف کود فسفر تاثیر معنی‌داری بر تعداد گل نداشت. فریب‌ریزی (۱۳) در گیاه بابونه دریافت که اثر کود نیتروژن بر روی عملکرد گل این گیاه معنی‌دار بود. بیشترین وزن خشک گل با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین آن بدون کاربرد نیتروژن مشاهده شد. در بررسی دست برهان و همکاران (۱۰) دریافتند که در کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین وزن خشک گل و وزن خشک برگ را در بابونه آلمانی مشاهده کردند.

شاخص کلروفیل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عدد کلروفیل متر به طور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن ($p \leq 0.01$) و فسفر ($p \leq 0.05$) قرار گرفت (جدول ۳). با افزایش میزان نیتروژن عدد کلروفیل متر افزایش یافت. بیشترین عدد کلروفیل متر در تیمار ۲ گرم نیتروژن با ۵۷/۴۳ بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. سطوح کود فسفر نیز تاثیر معنی‌داری بر شاخص کلروفیل داشت. بالاترین عدد در تیمار ۱/۵ گرم فسفر مشاهده شد و کمترین آن (۵۳/۷۴) در تیمار بدون فسفر به دست آمد (جدول ۵).

گل ۷/۹ گرم در بوته در تیمار ۲ گرم و کمترین وزن گل (۵/۶ گرم در بوته) در تیمار بدون نیتروژن مشاهده شد (جدول ۴). این امر می‌تواند به دلیل فراهم بودن مواد غذایی برای تک بوته‌ها و در نتیجه رقابت بین بوته‌ای پایین تر برای جذب مواد غذایی باشد که باعث افزایش عملکرد در واحد سطح می‌شود. در بررسی انواع کود نیتروژن بر روی همیشه بهار مشاهده شد که استفاده از انواع کود نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی و بهبود گل دهی می‌شود و کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم اوره در هکتار باعث بیشترین تولید تعداد گل (۱۱۹ گل در متر مربع) شد. همچنین بای بوردی (۶) نیز در بررسی که بر روی میزان نیتروژن بر روی گلرنگ انجام داد مشاهده کرد که با افزایش میزان نیتروژن بیشترین تعداد گل در تیمار کاربرد ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلو گرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد. بیچ و نورمن (۷) گزارش نمودند تعداد گل در گیاه گلرنگ از ۲۲۰ عدد در متر مربع در تیمار شاهد یا عدم کاربرد نیتروژن به ۲۶۰ عدد در متر مربع با مصرف ۱۵۰ کیلو گرم در هکتار رسید. تاج الدین و همکاران (۳۰) گزارش کردند که با افزایش نیتروژن مصرفی تعداد شاخه‌های گل‌دهنده گل محمدی در مقایسه با تیمار شاهد به میزان ۳۳ درصد افزایش یافت و بیشترین عملکرد گل با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد. در مطالعه‌ای که زینلی و همکاران (۳۲) بر روی بابونه آلمانی انجام دادند مشاهده کردند که بیشترین ارتفاع ساقه و تعداد گل



شکل ۲- اثرات متقابل سطوح مختلف نیتروژن × فسفر بر نسبت وزن ساقه به ریشه در سرخارگل

Figure 2- Interaction effects of nitrogen × phosphorus levels on stem weight/root weight of *Echinacea purpurea*

با نظر گیرینداس و پایپر (۱۴) می‌باشد. مجیدیان و همکاران (۲۳) در بررسی که بر روی گیاه ذرت داشتند، بیشترین عدد کلروفیل متر را در تیمار کاربرد ۲۷۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده کردند.

در اثر کمبود نیتروژن گیاه زرد شد که باعث کاهش رشد گیاه و پیری زودرس برگ‌ها گردید، به همین دلیل کمترین اعداد کلروفیل متر در تیمار مصرف کمتر نیتروژن مشاهده شد که این یافته‌ها مطابق

مجموع طول و قطر ریشه در بوته

با توجه به نتایج تجزیه واریانس سطوح مختلف کود نیتروژن تأثیری معنی‌داری بر مجموع طول و قطر ریشه نداشت ولی کود فسفر بر طول ریشه اثر معنی‌داری ($p \leq 0.01$) نشان داد (جدول ۲). برهمکنش دو تیمار کودی نیز در این دو صفت معنی‌دار نشد. با افزایش فسفر از ۰/۷۵ گرم میانگین طول ریشه تغییر معنی‌داری ایجاد نشد، ولی با افزایش سطح فسفر به ۱/۵ گرم میانگین طول ریشه به طور معنی‌داری افزایش یافت. کمترین مجموع طول ریشه ۳۳۹۹ میلی‌متر در تیمار بدون فسفر و بیشترین آن ۴۳۳۴ میلی‌متر در تیمار ۱/۵ گرم فسفر به دست آمد (جدول ۵). در بررسی که دیورکس و همکاران (۱۲) و میرنیا و همکاران (۲۵) بر روی گیاه ذرت انجام دادند بیشترین طول ریشه را در تیمار کاربرد ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده کردند. میانگین قطر ریشه نیز مانند مجموع طول ریشه، از جمله صفاتی بودند که تحت تأثیر کود نیتروژن قرار نگرفت. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد با افزایش سطوح فسفر میانگین قطر ریشه افزایش می‌یابد. کمترین قطر ریشه ۰/۵۶۹ سانتی‌متر در تیمار بدون فسفر و بیشترین میانگین قطر ۰/۶۶۷ سانتی‌متر در تیمار ۱/۵ گرم مشاهده شد (جدول ۵).

میانگین سطح ریشه در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کودهای نیتروژن ($p \leq 0.05$) و فسفر ($p \leq 0.01$) بر سطح ریشه معنی‌دار شد. با افزایش میزان نیتروژن میانگین سطح ریشه نیز افزایش پیدا کرد. تیمار ۲ گرم نیتروژن با ۳۹۱۸ سانتی‌متر مربع دارای بیشترین سطح ریشه بود و تیمار بدون نیتروژن با ۳۵۶۰ سانتی‌متر مربع دارای کمترین سطح ریشه بود (جدول ۴).

وزن خشک ریشه و نسبت وزن خشک ساقه به ریشه

براساس نتایج جدول ۳ سطوح مختلف کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ریشه نداشت. هر چند با افزایش میزان نیتروژن وزن خشک ریشه افزایش یافت، ولی این افزایش از نظر

منابع

- 1- Abbasi B.H., Saxena P.K., Murch S.J., and Liu C.Z. 2007. Echinacea biotechnology: challenges and opportunities. In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant, 43: 481–492.
- 2- Alijani M., Amini Dehaghi M., Modares Sanavi S.A.M., Mohammad Rezaye S. 2010. The effects of phosphorous and nitrogen rates on yield, yield components and essential oil percentage of *Matricaria recutita* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 26, 1.:128-138. (in Persian with English abstract).
- 3- Alizadeh Sahzabi A., Sharifi Ashorabadi E., Shiranirad A.H., bigdeli M., Abaszadeh B. 2007. The effects of different methods and levels of using nitrogen on some quality and quantity characteristics of *Satureja hortensis* L. 431 Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 23(3):416-431. (in Persian with English abstract).
- 4- Ameri A.A., Nasiri Mahalati M. 2009. Effects of nitrogen application and plant densities on flower yield, essential

آماری معنی‌دار نبود. اثرات ساده و متقابل تیمارهای کودی نیتروژن و فسفر در نسبت وزن خشک ساقه به ریشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. تأثیر سطوح مختلف فسفر بر وزن خشک ریشه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد و برهمکنش دو تیمار مورد بررسی (سطوح کودی نیتروژن و فسفر) نیز اختلاف معنی‌داری نشان نداد. با افزایش میزان فسفر وزن خشک ریشه افزایش یافت. بیشترین وزن خشک ریشه ۱۳/۳۲ گرم در تیمار ۱/۵ گرم فسفر بدست آمد. کمترین وزن خشک ریشه (۶/۷۹) نیز در تیمار بدون فسفر مشاهده شد (جدول ۵). در بررسی که دیورکس و همکاران (۱۲) و میرنیا و همکاران (۲۵) بر روی گیاه ذرت انجام دادند بیشترین وزن خشک ریشه را در تیمار کاربرد ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده کردند. با افزایش میزان نیتروژن نسبت وزن ساقه به ریشه بطور معنی‌داری افزایش یافت. کمترین میزان آن ۱/۵۳ در تیمار بدون نیتروژن و بیشترین آن ۱/۷۵ در بالاترین میزان مصرف نیتروژن بود. روند تغییرات نسبت وزن ساقه به ریشه در کود فسفر بر خلاف کود نیتروژن بود. بیشترین مقدار این نسبت ۲/۰۲ در تیمار بدون فسفر و کمترین آن ۱/۴۵ در تیمار ۱/۵ گرم فسفر مشاهده شد. اثر متقابل نیتروژن و فسفر نشان داد با افزایش میزان کود نیتروژن در هر سطح فسفر نسبت ساقه به ریشه کاهش می‌یابد. بیشترین مقدار این نسبت در سطح ۲ گرم نیتروژن و ۰/۷۵ گرم فسفر در هر کیلوگرم خاک حاصل شد.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج نشان داد که با افزایش میزان کود نیتروژن ارتفاع، تعداد گل و وزن خشک اندام هوایی گیاه به طور معنی‌داری افزایش یافت. از طرفی افزایش میزان کود فسفر تا میزان ۱/۵ گرم در کیلوگرم منجر به افزایش وزن ریشه در بوته شد. با توجه به نتایج اثر متقابل ارائه شده برای صفات وزن برگ، سطح برگ و وزن خشک ریشه، مناسب‌ترین ترکیب ۲ و ۱/۵ گرم نیتروژن و فسفر در هر کیلوگرم خاک به دست آمد.

- oils, and radiation use efficiency of Marigold (*Calendula officinalis* L.). (in Persian with English abstract). Pajouhesh-va-sazandegi, 21(4):133-144.
- 5- Bagherzadeh K. 1998. Effect of NPK on the phenolic thyme essential oil content and composition at the flowering stage. Master Thesis Plant Sciences, University of Isfahan.
- 6- Baybordy A. 2008. Effects of Nitrogen and phosphorus rates on cultural circumstance, grain yield and fat contents. Pajouhesh & Sazandegi, 80: 186 – 194
- 7- Beech D.F., and Norman M.j.T. 2002. The effect of time of planting on attributes of varieties of safflower. Australian Journal of Experimental Agriculture, 3: 140 -148.
- 8- Birt D.F., Widrechner M.P., Hammer K.D.P., Hillwig M.L., Wei, J.Q., Kraus, G.A., Murphy P.A., McCoy J.A., Wurtele E.S., Neighbors J.D., Wiemer D.F., Maury, W.J., and Pric, J.P. 2009. Hypericum in infection: identification of anti-viral and anti-inflammatory constituents. Pharmaceutical Biology. 47(8): 774-782.
- 9- Chiu K.Y., Chuang S.J., and Sung J.M. 2006. Both anti-oxidation and lipid-carbohydrate conversion enhancements are involved in priming-improved emergence of *Echinacea purpurea* seeds that differ in size. Scientia Horticulturae, 108: 220–226.
- 10- Dastborhan S., Zehtab-Salmasi S., Nasrollahzadeh S., and Tavassoli.R A. 2011. Effect of biofertilizers and different amounts of nitrogen on yield of flower and essential oil and nitrogen use efficiency of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27(2):290-305. (in Persian with English abstract).
- 11- Drutu C.A., Gille E., and Axinte M. 2010. Influence of chemical fertilizers nitrogen and phosphorus on production and quality of *Echinacea purpurea* (L.) Moench. Institutul National de Cercetare, 78(2): 121-127.
- 12- Durieux R.P., Kamprath E.J., Jackson W.A., and Moll R.H. 1994. Root distribution of corn: the effect of nitrogen fertilization Agronomy Journal, 86(6): 958-962.
- 13- Fariborzi A. 1999. Effects of nitrogen fertilizer and harvest dates on yield and essential oil content of camomile flower (*Matricaria chamomile*). MS Thesis, University of Mashhad.
- 14- Gerendas J., and Pieper I. 2001. Suitability of the SPAD meter and the petiole nitrate test for nitrogen management in nursery potatoes. 92(10): 716-717.
- 15- Haghparast Tanha M. 1371. Nutrition and Metabolism plants. Publications Islamic Azad University, Rasht.
- 16- Hoag B.K., Zubriski, J.C., and Geiszler G.N., 1968. Effect of fertilizer treatment and row spacing on yield, quality and physiological response of safflower. Agronomy Journal, 60: 198-200.
- 17- Kafi. M., Zand, B., Kamkar, H., Sharifi, H., and Goldani, M. 2000. Plant Physiology (translation), Volume II. Press Mashhad SID.
- 18- Karami L., and khoshkui M. 2006. Effects of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on yield and quantitative characteristics of cultivated and wild populations of German Chamomile (*Chamomilla recutita* L.). Iranain Journal Of Horticultural Science And Technology, 7(3):181-192. (In Persian with English abstract).
- 19- Kazemi F. 2002. Effects of water stress and nitrogen on the growth of mineral elements content in plant tissue and cumin oil. Master Thesis Plant Sciences, University of Tabriz. (in Persian with English abstract)
- 20- Khajehpour M.R. 2004. industrial plants. Publications University of Isfahan.
- 21- Kligler B. 2003. Echinacea. Am. Fam. Physician 67, 77–80.
- 22- Lopes A. S. 1996. Soils under Cerrado: A Success Story in Soil management In: IFA278 references (eds) IFA-PPI Regional Conference for Latin America and the Caribbean. International Fertilizer Industry Association, Paris. 10(2): 1-10.
- 23- Majidian M.L., Ghalavand A., Kamgar Haghighi A.A., and Karimian N. 2008. Effect of drought stress, nitrogen fertilizer and manure on chlorophyll meter reading, grain yield and yield components in grain maize cv. Iranian Journal of Crop Science, 10 (3) :303-330. (in Persian with English abstract).
- 24- Mardani nejad sh., Khaldbrin B., Sadat Y.A., morad shahi A., and Vazir pur M. 2001. Effect of ammonium nitrate on the shoots and essential oil in lavender. The National Herb Conference, 57-59. (in Persian with English abstract).
- 25- Mirnia S.G., Modarres S.M.A., Piri T. 2001. Effect of Different levels of Nitrogen and development of corn root.soil.water, 15(1):33-43.
- 26- Niakan M., Khavarynejad R.A., and Rezaee M.B. 2004. Effect of different rates of N/P/K fertilizer on leaf Fresh weight, dry weight, leaf area and oil content in *Mentha piperita* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 20 2: 131-148. (in Persian with English abstract).
- 27- Omidbaigi R. 2002. Study of Cultivation and Adaptability of Purple Coneflower (*Echinaceae purpurea*) in the North of Tehran. JWSS - Isfahan University of Technology. 6 (2) :231-241
- 28- Paun E., Mircea M., and Male S. 1986. Technology elements for some medicinal and aromatic plant spices,

Bulletin de Academie des Science agricoles et forestieres. 15: 89-96.

- 29- Shalaby A.S., El-Gengaihi S.E., Agina E.A., El-Khayat A.S., and Hendawy S.F., 1997. Growth and yield of *Echinacea purpurea* L. as influenced by planting density and fertilization. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants, 5(1): 69-76
- 30- Tajuddin A., Yaseen M., Sharma S., Saproo M.L., and Husain A., 1995. Effects of fertilizer application on the flowering pattern of *Rosa damascena*. Journal of Medicinal Plants Research. 17: 173-176.
- 31- Vos J., and Vamderputten P.E.L. 1998. Effect of nitrogen supply on leaf growth, Leaf nitrogen economy and photosynthetic capacity in potato. Field Crops Res. 59: 63-72.
- 32- Zeinali H.M., Bagheri Kholanjani M.R. Golparvar M., Jafarpour A.H. 2008. Shirani Rad. Effect of different planting time and nitrogen fertilizer rates on flower yield and its components in German chamomile (*Matricaria recutita*). Iranian Journal of Crop Sciences, 10(3): 220-230



بررسی تنوع ژنتیکی برخی ژنوتیپ‌های زنبق (*Iris spp*) با استفاده از نشانگر مولکولی ISSR

سیده زینب عطاری^۱ - محمود شور^۲ - محمود قربانزاده نقاب^{۳*} - علی تهرانی فر^۴ - سعید ملک زاده شفارودی^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۰۶

چکیده

زنبق از رده تک لپه‌ای‌ها و گیاهان بومی ایران بوده که در نقاط مختلف کشور به صورت وحشی می‌روید. گونه‌های زنبق ارزش زینتی و دارویی بسیار زیادی دارند. به منظور بررسی تنوع ژنتیکی برخی ژنوتیپ‌های زنبق با استفاده از آغازگرهای ISSR، نمونه‌های مختلف زنبق‌های وحشی شامل *Iris fosteriana*، *Iris songarica*، *Iris kopetdaghensis* از نقاط مختلف استان خراسان جمع‌آوری گردید. در این بررسی ۱۶ آغازگر مورد بررسی قرار گرفت و از میان آن‌ها شش آغازگر $(CA)_8G$ ، $(CT)_8RG$ ، $(TC)_8C$ ، $(TG)_8G$ ، $(AC)_8YG$ و $(AG)_8YT$ که پلی مورفیسم قابل ملاحظه‌ای نشان دادند برای این مطالعه استفاده شدند. در بررسی توسط شش نشانگر مولکولی ISSR از میان ۱۲۶ باند تکثیر یافته، تعداد ۱۱۹ باند چندشکلی نشان دادند (۹۴/۴ درصد). بیشترین تعداد جایگاه‌های چندشکل را آغازگرهای $(TC)_8C$ و $(AC)_8YG$ و کمترین میزان جایگاه‌های چندشکل را آغازگر $(CA)_8G$ تولید نمود. نتایج حاصل از تجزیه کلاستر نشانگر مولکولی نشان داد که این نشانگر قادر به تشخیص گونه‌ها و ژنوتیپ‌های جمعیت یک گونه از یکدیگر است. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از نشانگرهای مولکولی جهت برنامه‌های اصلاحی زنبق بخصوص انگشت نگاری مفید می‌باشد و نشانگر مولکولی ISSR کارایی لازم را برای مطالعه تنوع ژنتیکی و مدیریت ژرم‌پلاسم زنبق را دارد. همچنین توصیه می‌شود از توده‌های بومی زنبق وحشی به‌عنوان یک منبع غنی ژنتیکی در برنامه‌های آبی زنبق استفاده شود.

واژگان کلیدی: تجزیه کلاستر، خراسان، روابط فیلوژنتیکی و ژرم پلاسم زنبق

400000

۲۰ گونه و زیرگونه آن در ایران گزارش شده است (۲). *Iris* بزرگترین جنس خانواده Iridaceae است و از بیش از ۲۶۰ گونه و زیرگونه علفی چند ساله تشکیل شده است. این جنس بیشترین تعداد گونه را از مرز اروپا-آسیا تا شرق دور دارد. تعداد قابل توجهی از گونه‌ها در مناطق مرطوب قرار دارند، اما اکثر گونه‌ها در محیط‌های خشک، نیمه‌بیابانی و کوه‌های سنگی دیده می‌شوند (۷). گونه‌های زنبق اهمیت دارویی بسیار زیادی داشته و در درمان سرطان، التهاب و آلودگی‌های باکتریایی و ویروسی کاربرد دارند. همچنین از گیاهان این خانواده، در درمان سرماخوردگی، آنفلوآنزا، مالاریا، دندان‌درد و کبودی استفاده می‌شود (۱۷).

شناسایی صحیح گونه‌های زنبق با استفاده از ویژگی‌های مورفولوژیکی، زمانی امکانپذیر است که گیاه به گل رفته باشد. گاهی در مرحله گلدهی نیز بعلاوه اثر شرایط محیطی خصوصیات فنوتیپی بروز یکسانی ندارند. تنوع ژنتیکی در سطح مورفولوژیکی و بیوشیمیایی بعلاوه اثر محیط بر بیان ژنوتیپ دارای محدودیت‌هایی است (۱). امروزه از روش‌های مطمئن‌تری مانند نشانگرهای مولکولی (بعنوان ابزاری کارآمد در ارزیابی و شناسایی ژنوتیپ‌ها) استفاده می‌شود. مزیت تکنیک‌های مولکولی نسبت به مورفولوژیکی، دقت آن‌ها در تشخیص تفاوت‌های ژنتیکی جزئی و همچنین وابسته نبودن

زنبق از رده تک لپه‌ای‌ها و گیاهان بومی ایران بوده که در نقاط مختلف کشور به صورت وحشی می‌روید. جنس *Iris* از خانواده Iridaceae، گیاهی چندساله و دارای اندام زیرزمینی به شکل ریزوم یا پیاز با غده است (۲). گونه‌های زنبق دارای ارزش زینتی و دارویی بسیار زیادی هستند. دانش کافی از تنوع ژنتیکی در جمعیت‌های گیاهی و چگونگی استفاده بهینه از آن، از منافع بنیادین علوم پایه و برنامه‌های کاربردی مانند مدیریت موثر منابع ژنتیکی محصولات گیاهی است. بهبود منابع ژنتیک گیاهی، وابسته به تزریق مداوم نمونه‌های وحشی، گونه‌های سنتی و استفاده از روش‌های اصلاحی مدرن است. این فرآیند تماماً نیاز به ارزیابی تنوع دارد تا وارثه‌های با عملکرد بالا و مقاوم انتخاب شوند (۲ و ۱۲). بیش از ۳۰۰ نوع زنبق وحشی در دنیا وجود دارد که از این تعداد

۱، ۲ و ۴- دانشجوی کارشناسی ارشد گیاهان زینتی، دانشیار و استاد گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استادیار، مجتمع آموزش عالی شیروان، دانشگاه فردوسی مشهد
(*) - نویسنده مسئول: (Email: ghorbanzadeh@um.ac.ir)
۵- دانشیار گروه بیوتکنولوژی و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

گیاهشناسی پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد انجام گردید. اطلاعات مربوط به نمونه‌ها در جدول (۱) آمده است.

استخراج DNA: برگ‌های ۱۶ اکوتیپ بلافاصله بعد از جمع‌آوری به آزمایشگاه منتقل و DNA آن‌ها استخراج شد. استخراج DNA ژنومی نمونه‌ها با استفاده از روش CTAB انجام شد (۵). به منظور ایجاد یکنواختی در DNAهای مورد بررسی، غلظت اولیه DNA الگو با استفاده از اسپکتروفتومتر و الکتروفورز ژل آگاروز یک درصد، تعیین و بهینه شدند. برای بررسی چند شکلی DNA ژنوتیپ‌های زنبق ۱۶ آغازگر ISSR استفاده شد. بعد از بررسی باندهای تولید شده، در نهایت شش آغازگر دو نوکلئوتیدی برای مطالعه همه ژنوتیپ‌های انتخاب شدند (جدول ۲).

اجزای هر واکنش زنجیره پلیمرز شامل ۱/۵ میکرو لیتر DNA (۵۰-۳۰ نانو گرم)، ۰/۲ میلی مولار dNTP، ۲ میلی مولار $MgCl_2$ ، ۱/۵ واحد آنزیم DNA پلیمرز، یک میکرو لیتر آغازگر به غلظت ۱۰ پیکومول و ۲/۵ میکرو لیتر از PCR Buffer 1X، انجام شد. حجم محلول واکنش جهت انجام PCR با آب مقطر استریل شده به ۲۵ میکرو لیتر رسانده شد. دمای مرحله واسرشته سازی برای تمامی آغازگرها ۹۴ درجه سانتی گراد در نظر گرفته شد، زمان واسرشته سازی اولیه ۴ دقیقه و واسرشته سازی در هر چرخه ۳۰-۴۵ ثانیه اعمال شد. دمای مرحله اتصال بسته به دمای ذوب آغازگرها بین ۵۲/۸-۵۶ درجه سانتی گراد و زمان ۳۰-۴۵ ثانیه در نظر گرفته شد. در انتها یک مرحله توسعه ۲-۱/۵ دقیقه و توسعه نهایی به مدت ۵ دقیقه اعمال شد. محصولات PCR بر روی ژل آگارز ۱/۵ درصد تفکیک شدند. الگوهای چندشکل بر اساس حضور و عدم حضور نوار به ترتیب با یک و صفر امتیازبندی شدند. تجزیه خوشه‌ای بر اساس ضریب تشابه نی و روش UPGMA توسط نرم افزار NTSYS 2.02 (۱۸) انجام شد. تجزیه تنوع ژنی بین و داخل جمعیت‌های با استفاده از نرم افزار POPGENE32 انجام شد (۲۳).

نتایج و بحث

در بررسی تنوع ژنتیکی ۱۶ ژنوتیپ زنبق از مناطق متفاوت، آغازگرها باندهای چند شکل تکرارپذیری را تولید نمودند. وزن مولکولی باندهای تکثیر شده بین ۲۱۰ تا ۳۵۰۰ جفت باز متغیر بودند. از میان ۱۲۶ باند تکثیر یافته تعداد ۱۱۹ باند چندشکلی نشان دادند (۹۴/۴ درصد) که متوسط تعداد باند پلی مورفیسم در هر آغازگر ۱۹/۸ بدست آمد. تعداد باند چندشکل تکثیر یافته در هر آغازگر بین ۲۴-۱۶ باند بود (جدول ۲). بیشترین تعداد جایگاه‌های چندشکل را آغازگرهای $(AC)_8YG$ (شکل ۱) و کمترین میزان جایگاه‌های چندشکل را آغازگر $(CA)_8G$ تولید نمودند.

به اثرات محیط و مراحل رشد گیاه می‌باشد (۹، ۱۰ و ۱۳). از میان روش‌های مولکولی بررسی تنوع ژنتیکی، نشانگر ISSR^۱ یک روش مبتنی بر PCR است که می‌تواند تفاوت‌های افراد با خویشاوندی نزدیک را با سرعت از یکدیگر جدا کند. اگرچه نشانگر ISSR مزایایی مشابه RAPD که یکی از کم هزینه‌ترین نشانگرهای مولکولی است را دارد، ولی بدلیل طول نسبتاً بلندتر آغازگرها و دمای اتصال بالاتر قابل اطمینان‌تر از RAPD است و می‌تواند بطور گسترده خصوصاً برای ارزیابی ژرم پلاسم گیاهی و تنوع ژنتیکی استفاده شود (۲۲). نشانگر مولکولی ISSR نشانگر مفیدی در مطالعات انگشت‌نگاری ژنومی، بررسی‌های فیلوژنتیکی، نشان‌گذاری ژن و ... است (۴).

از نشانگر ISSR برای تخمین تنوع ژنتیکی در سطح درون گونه‌ای و بین گونه‌ای تعداد زیادی از گونه‌های گیاهی مانند پرتقال (۶)، گلرنگ (۱۵) *Iris lactea* var. *chinensis* (۲۲)، لاله واژگون (۱۱)، زعفران (۳ و ۸)، مرکبات (۴)، عناب (۲۰) و زنبق (۱۴) استفاده شده است. فانگ و همکاران (۶) نشان دادند که آغازگرهای قلاب شده ISSR بسیار مفید و تکرارپذیرتر از ایزوزایم‌ها^۲، RFLP^۳ و RAPD^۴ در تجزیه تنوع ژرم پلاسم نارنگی سه برگی هستند. اکثر محققان اعلام نمودند که نشانگر ISSR یک تکنیک مناسب برای تعیین تنوع ژنتیکی و شناسایی سریع ارقام گیاهی است و می‌توان از آن در تعیین خصوصیات توده‌های بومی و ژرم‌پلاسم بین‌المللی گیاهان استفاده نمود (۱۵ و ۴). در آینده نه چندان دور حفظ مالکیت ژرم‌پلاسم امری بدیهی و ضروری است. تا امروز ISSR ها چند شکلی بیشتری را نسبت به هر روش دیگری نشان داده‌اند. لذا نقش مهمی را در ایمن کردن حقوق ژنوتیپ‌ها و ارقام گیاهی در تشخیص ژرم‌پلاسم‌ها ایفا می‌کنند (۹).

با توجه به اهمیت گیاه زنبق، اولین قدم برای برنامه‌های اصلاحی، اطلاع از تنوع ژنتیکی و روابط خویشاوندی بین ژنوتیپ‌ها و گونه‌های مختلف آن در مناطق متفاوت است. از آنجایی که نشانگر ISSR برای تعیین تنوع ژنتیکی در گیاهان کارایی بالایی دارد، می‌توان از آن در بررسی تنوع و گروه‌بندی ژرم‌پلاسم گیاه زنبق در مناطق جغرافیایی مختلف نظیر خراسان بهره برد. در این تحقیق بمنظور اطلاع از روابط فیلوژنتیکی و تنوع ژنتیکی موجود در بین ۱۶ ژنوتیپ زنبق جمع‌آوری شده، از آغازگرهای ISSR استفاده شد.

مواد و روش‌ها

۱۶ ژنوتیپ زنبق از سه گونه از مناطق مختلف در استان خراسان رضوی جمع‌آوری گردید. شناسایی ژنوتیپ‌ها به کمک کارشناس

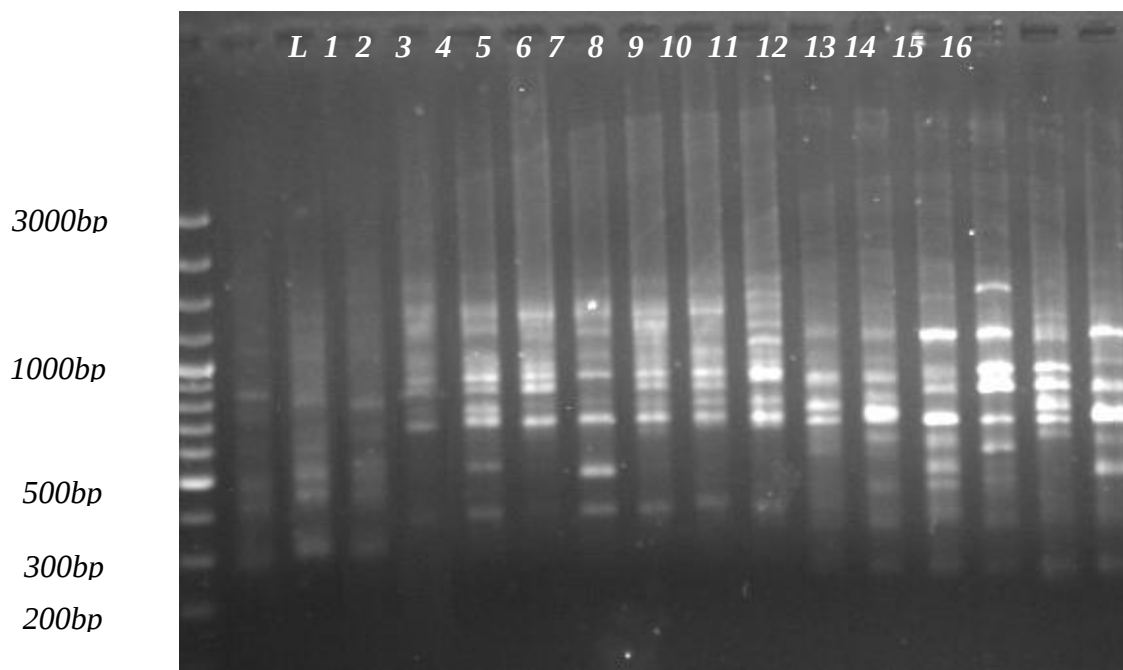
- 1- Inter Simple Sequence Repeat
- 2- Isozyme
- 3-Amplified Fragment Length Polymorphism
- 4- Random Amplified Polymorphism DNA

جدول ۱- مشخصات اکوتیپ‌های زنبق جمع‌آوری شده از مناطق مختلف در استان خراسان رضوی
Table 1. Profile ecotypes of *Iris* ssp. collected from different regions in Khorasan Razavi

مکان جمع‌آوری Collection area	گونه Species	کد نمونه Abbreviation
پارک جنگلی وکیل آباد مشهد Forest park Wakilabad, Mashhad	<i>Iris fosteriana</i>	1
جاده قدیم قوچان-درگز، بعد از پایگاه نیرو هوایی دهشت Ghoochan-Dargaz old road , after air force base Dahest	<i>Iris fosteriana</i>	2
۱۵ کیلومتر بعد از محل جمع‌آوری نمونه شماره ۲، ابتدای کوه‌های الله اکبر 15 km after gathering sample location 2, beginning of the mountains Allahu Akbar	<i>Iris fosteriana</i>	3
جاده قدیم قوچان-درگز، ۱۰ کیلومتری روستای امام قلی Ghoochan-Dargaz old road , 10 kilometers from the village of Imam Qoli	<i>Iris kopetdaghensis</i>	4
جاده قدیم قوچان-درگز، ۵ کیلومتری روستای امام قلی Ghoochan-Dargaz old road , 5 kilometers from the village of Imam Qoli	<i>Iris kopetdaghensis</i>	5
جاده قدیم قوچان-درگز، بعد از پایگاه نیرو هوایی دهشت Ghoochan-Dargaz old road , after air force base Dahest	<i>Iris kopetdaghensis</i>	6
جاده قدیم قوچان-درگز، ۱۰ کیلومتر بعد از پایگاه نیرو هوایی دهشت Ghoochan-Dargaz old road , 10 kilometers after air force base Dahest	<i>Iris kopetdaghensis</i>	7
جاده قدیم قوچان-درگز، ۱۵ کیلومتر بعد از پایگاه نیرو هوایی دهشت Ghoochan-Dargaz old road , 15 kilometers after air force base Dahest	<i>Iris kopetdaghensis</i>	8
اخلمد Akhlamad	<i>Iris kopetdaghensis</i>	9
جاده سبزوار-قوچان، حدود ۴۹ کیلومتری دوراهی سبزوار، حدود روستای شغل آباد Sabzevar -Ghoochan road, about 49 kilometers dilemma Sabzevar, around village of Shoghlabad	<i>Iris kopetdaghensis</i>	10
سبزوار- منطقه حفاظت شده شیراحمد Sabzevar -Shir Ahmad conservation area	<i>Iris songarica</i>	11
سبزوار-حارث آباد Sabzevar -Hares abad	<i>Iris songarica</i>	12
جاده سبزوار-قوچان، حدود ۴۹ کیلومتری دوراهی سبزوار، حدود روستای شغل آباد Sabzevar -Ghoochan road, about 49 kilometers dilemma Sabzevar, around village of Shoghlabad	<i>Iris songarica</i>	13
جاده نیشابور-کاشمر، بعد از روستای قاسم آباد Neyshabur Kashmar road, after Ghasemabad village	<i>Iris songarica</i>	14
جاده نیشابور-کاشمر، روستای شورود (۱۵ کیلومتر فاصله با محل جمع‌آوری نمونه ۱۴) Neyshabur Kashmar road,Shorood village, 15 km from the place of sample collection 14	<i>Iris songarica</i>	15
جاده معدن فیروزه، تپه‌های مقابل وزیر آباد Turquoise mine road, The hills of front Vazirabad	<i>Iris songarica</i>	16

جدول ۲- آغازگرهای ISSR مورد استفاده، دمای اتصال، تعداد کل باندها، باندهای چندشکل و درصد چند شکلی اکوتیپ‌های زنبق
Table2. ISSR primers used, annaling, total produced bands, polymorphic bands and Polymorphism(%) of *Iris* ecotype

توالی Sequence	دمای ذوب (Tm) Annaling	تعداد کل باندها Total produced bands	تعداد باندهای چند شکل polymorphic bands	درصد چندشکلی Polymorphism (%)
(AC) ₈ YG	56	24	24	100
(CA) ₈ G	52.8	16	16	100
(TC) ₈ C	52.8	26	24	92
(TG) ₈ G	52.8	18	18	100
(AG) ₈ YT	53.7	18	18	79
(CT) ₈ RG	53.7	24	19	100
میانگین Mean		21	19.8	94.4



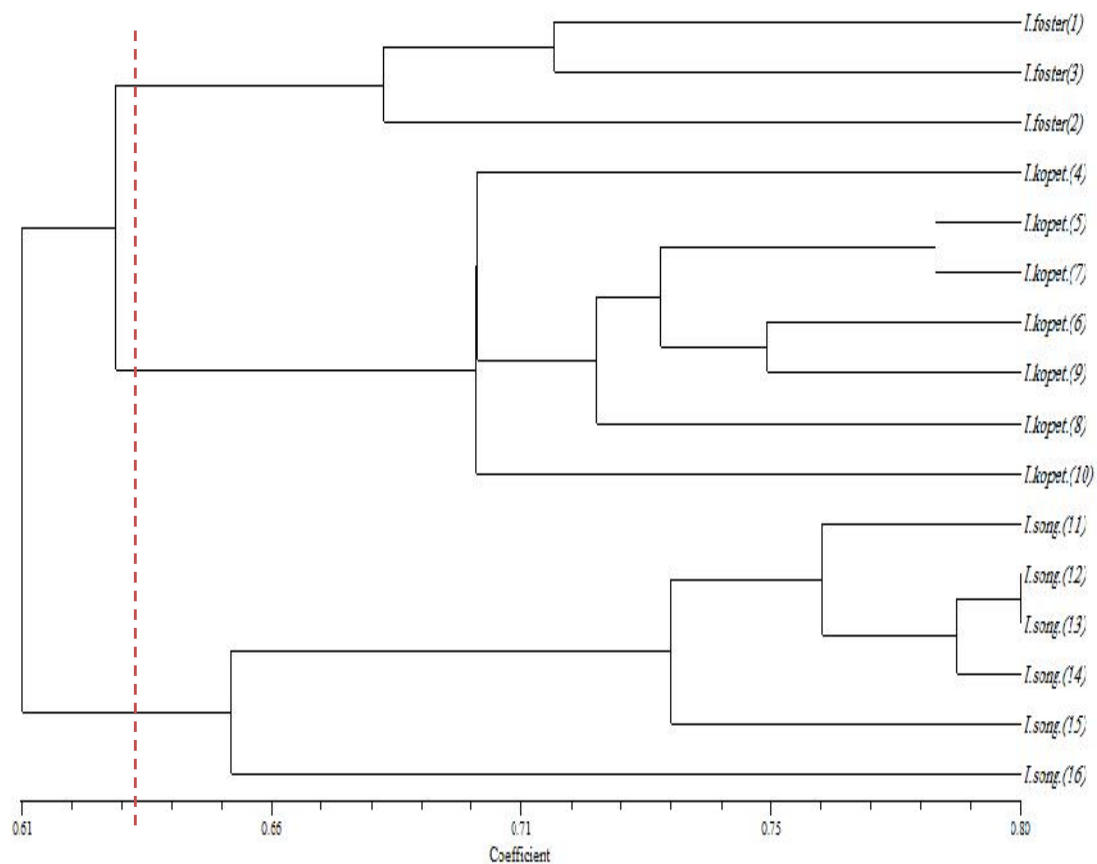
شکل ۱- الگوی تکثیر اکوتیپ‌های زنبق با آغازگر $(AC)_8YG$. (نمونه‌ها به ترتیب جدول شماره ۱ در چاهک‌ها بارگذاری شده‌اند و L سایز مارکر).
Figure 1. ISSR amplification profile for primer $(AC)_8YG$ on *Iris* sp. (Ecotypes numbers represent the ecotype according to Table 1. L: 1 kb DNA ladder)

گونه باشد که باعث ایجاد تنوع شده است. همچنین تنوع ژنتیکی نسبتاً بالایی داخل یک گونه مشاهده شد. فاصله جغرافیایی نمونه ۲ و ۳ گونه *Iris fosteriana* نزدیکتر به یکدیگر قرار دارد اما شباهت ژنتیکی نمونه ۱ و ۳ این گونه بیشتر ارزیابی شده است. در گونه *Iris kopetdaghensis* نیز اگر چه نمونه شماره ۶ و ۹ از دو مکان کاملاً دور از یکدیگر جمع‌آوری شده‌اند در یک دسته قرار گرفته و بیش از ۷۸ درصد شباهت نشان دادند. در مجموع، نمونه‌هایی که از مناطق نزدیکتر به یکدیگر جمع‌آوری شده بودند در دسته‌های نزدیکتری نسبت به یکدیگر قرار گرفته‌اند. قرارگرفتن ژنوتیپ‌های یک گونه در یک گروه می‌تواند بدلیل سازگاری و شرایط پراکنش ژنوتیپ‌ها هر گونه در یک محدوده جغرافیایی باشد. این نتایج با یافته‌های پارواتنینی و همکاران (۱۶) همخوانی دارد. آن‌ها در بررسی ۱۳ اکوتیپ *Cucumis* که از مناطق مختلف جغرافیایی هند جمع‌آوری شده بودند، از آغازگر ISSR استفاده کردند و ۸۷/۲ درصد چند شکلی گزارش کردند. آنها ژنوتیپ‌ها را در شش گروه تقسیم‌بندی نمودند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که نشانگر ISSR، قادر به تمایز جمعیت‌های مختلف از یکدیگر است، بطوری‌که نمونه‌های شرق هند را در یک گروه و نمونه‌های جنوب را در دسته جداگانه‌ای طبقه‌بندی کردند، در حالی که نشانگرهای مورفولوژیکی نتوانستند این تفاوت‌ها را آشکار کنند (۱۶).

بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به خصوص بین باندهای تکثیر شده ژنوتیپ‌های مربوط به یک گونه الگوی باندی مشابه مشاهده گردید اما بین گونه‌ها مشابهت کمتری وجود داشت. همانطور که انتظار می‌رفت ژنوتیپ‌های گونه‌های مختلف اختلاف زیادی با یکدیگر داشتند که این امر نشان دهنده کارآبودن نشانگر ISSR در مطالعات تنوع ژنتیکی، تکاملی و همچنین برطرف نمودن مشکلات احتمالی مربوط به طبقه‌بندی گونه‌های جنس *Iris* است.

نتایج تجزیه خوشه‌ای بر اساس ضریب شباهت ژنتیکی نی و به روش UPGMA حاکی از وجود سه گروه اصلی در ضریب شباهت ۰/۶۴ است که سه گونه شناسایی شده را از هم تفکیک نمود. بر مبنای این دسته‌بندی، ژنوتیپ‌های جمعیت یک گونه که از مناطق مختلفی جمع‌آوری شده بودند در دسته‌های مشابه قرار گرفتند. بیشترین میزان شباهت ژنتیکی مشاهده شده درون جمعیت‌های یک گونه در *Iris kopetdaghensis* مشاهده گردید. جمعیت‌های درون این گونه بیش از ۷۰ درصد شباهت نشان دادند. در مطالعه ونگ و همکاران (۲۲) بر روی ۲۴ ژنوتیپ *Iris lactea* var. *chinensis* نیز نشانگر ISSR توانست تنوع ژنتیکی درون گونه‌ای را آشکار سازد و میزان چندشکلی ۷۹/۴ درصد بود (۲۲).

در این مطالعه همانطور که انتظار می‌رفت میان پراکنش جغرافیایی گونه‌ها با فواصل ژنتیکی آنها ارتباط منطقی وجود داشت. علت این امر شاید بدلیل جدایی جغرافیایی گونه‌ها از یکدیگر و ایجاد و تجمع جهش‌های ژنتیکی مجزا در هر گونه در منطقه پراکنش آن



شکل ۲- دندروگرام حاصل از روش UPGMA برای ۱۶ اکوتیپ زنبق بر اساس آغازگرهای ISSR
Figure 2- Dendrogram of ISSR analysis on 16 ecotypes of *Iris* sp. using the Unweight Pair-Group Method

بین گونه‌های *Iris kopetdaghensis* و *Iris songarica* مشاهده گردید.

بر مبنای نتایج حاصل از ماتریس شباهت (جدول ۳) برای سه گونه مورد بررسی، بیشترین میزان تشابه ژنتیکی در بین گونه‌های *Iris kopetdaghensis* و *Iris fosteriana* و کمترین میزان آن در

جدول ۳- ماتریس شباهت سه گونه زنبق
Table3. The similarity matrix for three species of *Iris*

گونه Species	<i>Iris fosteriana</i>	<i>Iris kopetdaghensis</i>	<i>Iris songarica</i>
<i>Iris fosteriana</i>	1		
<i>Iris kopetdaghensis</i>	0.943	1	
<i>Iris songarica</i>	0.910	0.890	1

که آغازگرهای ISSR توانایی تفکیک گونه‌های زنبق را دارند. این نتایج با گزارش شایسته (۲۰) مبنی بر کارا بودن نشانگر ISSR مطابقت دارد. بر مبنای نتایج شایسته بر روی اکوتیپ‌های عناب خراسان، آغازگرهای دو نوکلئوتیدی قادرند که ژنوتیپ‌های مربوط به هر گونه را بطور کامل از یکدیگر جدا کنند که این امر بدلیل فراوانی

بطور کلی هرچه والدین مناسب از یکدیگر دورتر باشند، انتظار می رود هتروزیس بیشتری در نتاج دیده شود، لذا با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق، گونه‌های *Iris kopetdaghensis* و *Iris songarica* بیشترین فاصله را دارند و می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی به کار گرفته شوند. نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای نشان داد

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق تنوع بالایی را، بین گونه‌های زنبق و ژنوتیپ‌های درون گونه‌های مورد مطالعه نشان داد. با استفاده از شش آغازگر ISSR، در مجموع ۱۲۶ مکان قابل امتیازدهی ایجاد شد که اندازه آن‌ها در محدوده ۳۵۵۰-۲۱۰ جفت باز بود. تمامی جایگاه‌ها چند شکلی نشان دادند. نتایج حاصل نشان داد که آغازگرهای ISSR توانایی بالایی در تفکیک گونه‌های زنبق و ژنوتیپ‌های هر گونه را از یکدیگر دارند و می‌توان در ارزیابی ژرم پلاسم این گیاه در برنامه‌های آتی از آن استفاده نمود.

بیشتر توالی‌های تکراری دو نوکلئوتیدی و قرارگیری آن‌ها در ناحیه بین ژنی باشد در گیاهان است (۱۹). کارایی آغازگرهای ISSR در تفکیک ژنوتیپ‌های جمعیت *Magnolia officinalis* (۲۴)، *Zinnia* (۲۵)، پسته (۲۱) و لاله واژگون (۱۱) نیز اثبات شده است. نتایج سایر محققین نیز نشان داد که نشانگرهای ISSR در مقایسه با نشانگرهای سایر نشانگرها از جمله AFLP، RAPD و RFLP، الگوی نواری تکرارپذیری ایجاد می‌کنند و برای گروه‌بندی ارقام گیاهی موثرترند (۲، ۹ و ۱۹). نشانگر ISSR می‌تواند یک سیستم نشانگری مناسب در جهت تشخیص تنوع داخل گونه‌ای و روابط ژنتیکی بین گونه‌ای برای استفاده در اصلاح گونه‌ها ارائه نماید. همچنین می‌توان از آن‌ها جهت تفکیک ژنوتیپ‌ها و بارکدینگ آن‌ها در یک ژرم‌پلاسم استفاده نمود.

منابع

- Al-gabbiesh A.H., Hassawi D.S., and Afifi F.U. 2006. Determination of genetic diversity among Iris species using random amplified polymorphic DNA analysis. *Biotechnology*, 5(2): 173-179.
- Azimi M.H., Sadeghanmotahar Y., Beyramizadeh A., Kalatehjari S., and Tahernejad Z. 2011. Study the genetic diversity of Iranian lily species using morphological characteristics. *Journal of Horticultural Science and Technology*, 11(1): 71-86.
- Beiki A.H., Abbaspour N., and Mozafari J. 2015. Genetic diversity of cultivated and wild crocus genus in Iran with ISSR markers. *Journal of Molecular Cell Biology*, 26 (2): 164-173.
- Biswas M.K., Xu Q., and Deng X. 2010. Utility of RAPD, ISSR, IRAP and REMAP markers for the genetic analysis of *Citrus* spp. *Sci. Hortic*, 124: 254-261.
- Doyle J.J., Doyle J.L. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*, 12(1): 13-15.
- Fang D.Q., Roose M.L., Krueger R.R. and Fredric C.T. 1997. Fingerprinting trifoliate orange germplasm. Accessions with isozyme, RFLPs and inter-simple sequence repeat markers. *Theor. Appl. Genet.*, 95: 211-219.
- Glimm-Lacy J., and Kaufman P.B. 2006. Iris Family (Iridaceae). *Botany Illustrated. Introduction to Plants. Major Groups, Flowering Plant Families*. Springer, New York, USA
- Khansarinejad B., Hassandokht M.R., Nazeri V. and Soorni A. 2015. Comparison of molecular markers (RAPD, ISSR) for determination genetic differences two of Crocus. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 4 (5): 457-464.
- Lamkey K.R. and Lee M. 1993. Quantitative genetics, molecular markers, and plant improvement. In: B. C. Imrie and J. B Hacker (ed.) *Focused plant improvement: Towards responsible and sustainable agriculture*. Proc. 10th Australian Plant Breeding Conf., Gold Coast Organising committee, Australian Convention and Travel Service: Canberra. 104-115.
- Lamote v., Roldán-Ruiz I., Coart E. De Loose M., and Van Bockstaele E. 2002. A study of genetic variation in *Iris pseudacorus* populations using amplified fragment length polymorphisms (AFLPs). *Aquatic Botany*, 73: 19-31.
- Momeni h., Shiran B., Khodambashi M., and Chaghmirzaei K. 2014. An assessment of the genetic diversity of imperial crown (*Fritillaria imperialis* L.) populations from Zagross region of Iran through ISSR markers and morphological traits. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 44(1): 61-72.
- Mondini L., Noorani A., and Mario Pagnotta A. 2009. Assessing plant genetic diversity by molecular tools. *Diversity*, 1: 19-35.
- Ohlrogg J.B. 1994. Design of new plants products: engineering of fatty acid metabolism. *Plant Physiology*, 104: 824-826.
- Olena M. B., Igor O. A., Ruslan N. K., Kateryna V. S., and Viktor A. K. 2013. Efficiency of different PCR-based marker systems for assessment of *Iris pumila* genetic diversity. *Biologia*, 68(4): 613-620.
- Panahi B., and Ghorbanzadeh Neghab M. 2013. Genetic characterization of Iranian safflower (*Carthamus tinctorius* L.) using inter simple sequence repeats (ISSR) markers. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 19(20): 239-243.
- Parvathaneni R.K., Natesan S., Devaraj A.A., Muthuraja R., Venkatachalam R., Subramani A.P., and Laxmanan P. 2011. Fingerprinting in cucumber and melon (*Cucumis* spp.) genotypes using morphological and ISSR markers. *J. Crop Sci. Biotech*, 14(1): 39-43.
- Rahmana A., Nasima S., Baig I., Jalil S., Orhan I., Sener B., and Choudhary M.I. 2003. Anti-inflammatory

- isoflavonoids from the rhizomes of *Iris germanica*. Journal of Ethnopharmacology, 86: 177-180.
18. Rohlf F.J. 2000. NTSYS-pc: numerical taxonomy and multivariate analysis system. version 2.1. Exeter Software, New York.
19. Rout G.R., and Mohapatra A. 2006. Use of molecular markers in ornamental plants: A critical reappraisal. European Journal of Horticultural Science, 71(2): 53-68.
20. Shayesteh H. 2011. Evaluation of the genetic diversity of Jujube (*Ziziphus* spp.) collection of ecotypes Iran using ISSR markers. Master's thesis. Ferdowsi University of Mashhad.
21. Taghzadeh A., Ahmad J., Hadah R., and Zarabi M. 2012. Study Iranian pistachio genetic variation using ISSR markers. Journal of Horticultural Science, 25(4) 453-460.
22. Wang K., Kang J., Zhou H., Sun Y., Yang Q., Dong J., and Meng L. 2009. Genetic diversity of *Iris lactea* var. chinensis germplasm detected by inter-simple sequence repeat (ISSR). African Journal of Biotechnology, 8(19): 4856-4863.
23. Yeh F.C., Yang R.C., and Boyle T. 1999. POPGENE, the User-Friendly Software for population genetic analysis. Molecular Biology and Biotechnology center, University of Alberta, Canada.
24. Yu H.H., Yang Z.L., Sun B., Liu R.N. 2011. Genetic diversity and relationship of endangered plant *Magnolia officinalis* (Magnoliaceae) assessed with ISSR polymorphisms. Biochemical Systematics and Ecology, 39: 71-78.
25. Zhang J.W., Ning G.G., and Bao M.Z. 2008. A comparative analysis of the genetic diversity between inbred lines of *Zinnia elegans* using morphological traits and RAPD and ISSR markers. Scientia Horticulturae, 118: 1-7.



بررسی تنوع مورفولوژیکی و میزان اسانس چندگونه آویشن (*Thymus sp.*) بومی ایران

مهديه رضائی^۱ - عباس صفرنژاد^{۲*} - مصطفی عرب^۳ - سیده بی بی لیلا علمداری^۴ - مرضیه دلیر^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۰۸

چکیده

به منظور بررسی تنوع ژنتیکی گیاه آویشن ۲۲ جمعیت از گونه‌های بومی این گیاه شامل، ۱۳ جمعیت از گونه *T. daenensis* و سه جمعیت از گونه *T. migricus* و دو جمعیت از گونه *T. kotschyanus* و یک جمعیت از هر کدام از گونه‌های *T. pubescens* و *T. fedtschenkoi* و *T. vulgaris* و *T. transcaspicus* مورد ارزیابی مورفولوژیک، و میزان اسانس قرار گرفتند. جمعیت‌ها به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی کشت شدند. تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک و میزان اسانس تفاوت معنی‌داری را بین جمعیت‌های آویشن نشان داد. نتایج همبستگی صفات، همبستگی مثبتی را بین صفات ارتفاع و تعداد ساقه و طول برگ و تاریخ اولین آثار گل‌دهی با صفات عملکرد (وزن خشک و تر) و میزان اسانس (حجم و وزن اسانس) نشان داد. نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون به روش گام به گام نیز تا حد زیادی با نتایج همبستگی ساده مطابقت داشت. با توجه به دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای صفات مورفولوژیک و میزان اسانس، جمعیت‌ها در سه دسته اصلی قرار گرفتند. در نتایج تجزیه به عامل‌های اصلی مجموع صفات با چهار عامل اصلی قابل توجیه بودند.

واژه‌های کلیدی: آویشن، صفات مورفولوژیک، ضریب همبستگی، میزان اسانس

مقدمه

یا کوتاه‌تر از میان‌گره‌ها باشند (۲۰). این گیاه از طریق قلمه و بذر تکثیر می‌شود. موسم گل‌دهی آن خرداد تا تیر می‌باشد (۲). خواص ضدباکتریایی، ضدقارچی و ضدانگلی اسانس آویشن موجب شده است که این گیاه از قرن ۱۶ رسماً به عنوان یک گیاه دارویی معرفی شود (۱۷ و ۱). در گیاه آویشن اسانس در کرک‌های غده‌ای ساخته و ذخیره می‌شود. اندام‌های هوایی این گیاه غیر از ساقه‌های چوبی حاوی اسانس هستند. مقدار اسانس در شرایط اقلیمی مختلف متفاوت و بین ۱ تا ۲/۵ درصد است. در پیکره رویشی آویشن به غیر از اسانس ترکیباتی مانند تانن (۸ تا ۱۰ درصد) فلاونوئید، ساپونین و مواد تلخ وجود دارد. اسانس آویشن مایعی زرد رنگ، سبکتر از آب، معطر، قوی و تند مزه است. تا کنون ۳۸ ترکیب در اسانس این گیاه شناسایی شده است. مهم‌ترین ترکیبات اسانس آویشن باغی یک ترکیب فنلی به نام تیمول (Thymol) است، مقدار این ماده به شدت به شرایط اقلیمی محل رویش و نوع گیاه بستگی داشته و بین ۲۰ تا ۵۵ درصد است. تحقیقات نشان داده است که مواد تشکیل دهنده اسانس تحت تأثیر ژنوتیپ، مرحله تکوینی، تکاملی و همچنین شرایط محیط و رشد و نمو گیاه می‌باشد (۱۴). غلامی و همکاران (۷) بیشترین میزان عملکرد خشک و تر بوته را در آویشن خراسانی به ترتیب ۴۴/۲ و ۹۸/۰۶ گرم در مترمربع گزارش کردند. به علاوه مطالعات زیادی در زمینه اثر

آویشن با نام علمی *Thymus sp.* متعلق به خانواده نعناعیان می‌باشد. آویشن گیاهی خشبی و چند ساله است. منشأ آن نواحی مدیترانه گزارش شده و در جنوب اروپا در سطوح وسیع می‌روید. جنس تیموس شامل گونه‌های متعددی است که از نظر تیپ شیمیایی (کمیت و کیفیت مواد موثره) بسیار متفاوتند (۱۸).

آویشن در ایران دارای ۱۴ گونه معطر و دارویی است که ۴ گونه *T. daenensis*، *T. rautretteri*، *T. carmanicus*، *T. persicus* انحصاری ایران است (۵). ۱۴ گونه گزارش شده ایران، بیشترین پراکندگی را در شمال و غرب کشور دارند. ارتفاع ساقه گل‌دهنده حداکثر ۳۰ سانتی‌متر است. طول برگ از ۵/۹ تا ۱۶ و عرض برگ از ۴/۲ تا ۴ میلی‌متر متغیر است. برگ‌ها ممکن است به صورت هم‌پوش

۱ و ۳- کارشناسی ارشد اصلاح گیاهان باغبانی و استادیار گروه باغبانی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
۲ و ۴- به ترتیب دانشیار، عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و مدیریت بیوتکنولوژی کشاورزی و کارشناس ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه شرق و شمال شرق کشور (مشهد)
*-نویسنده مسئول: (Email: Sebre14@yahoo.com)

عواملی مانند ارتفاع، مرحله فنولوژیکی، تنش خشکی و عوامل زراعی بر عملکرد آویشن باغی وجود دارد (۱۵ و ۶ و ۱۱). طبق مطالعات انجام شده، بالاترین میزان عملکرد سرشاخه‌ها در آویشن باغی در ارتفاع پایین در مقایسه با مناطق مرتفع و در مراحل گل‌دهی کامل بدست می‌آید (۱۰ و ۱۶). در سال‌های اخیر تعداد گونه‌های دارویی که طی برنامه‌های اصلاحی ثبت و معرفی شده‌اند افزایش یافته است. بهبود میزان مواد مؤثره و فعالیت بیولوژیکی این گیاهان از جمله اهداف مهم در برنامه‌های اصلاحی می‌باشد. با توجه به رفتارهای اکولوژیکی، توده‌های بومی گیاهان دارویی به ویژه جمعیت‌های وحشی آن‌ها، از نظر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی متنوع هستند (۱۷).

امروزه در کشت و صنعت گیاهان دارویی، تامین مواد اولیه گیاهی دارای امنیت، پایداری و کارایی بسیار مورد توجه قرار می‌گیرد. بنابراین در صورت بهره‌برداری و وارد کردن یک گونه دارویی به کشت و صنعت، بررسی تنوع در بین آن‌ها بسیار ضروری خواهد بود. منابع ژنتیکی بومی متنوع در یک منطقه می‌توانند منبع بسیاری از ژن‌های مفید در جهت اصلاح گیاهان باشند. این ژن‌ها عمدتاً در گیاهان بومی یک منطقه طی قرن‌های متمادی بوجود آمده و ذخیره گردیده‌اند. جمعیت‌های وحشی جمع‌آوری شده از طبیعت و توده‌های موجود در بانک ژن و باغ‌های گیاهشناسی و ارقام اولیه بومی و نژادهای سرزمینی قدیمی از منابع تنوع ژنتیکی طبیعی می‌باشند (۱۹). در کشور ایران به دلیل عدم شناخت ذخایر ژنتیکی و ژن‌های مطلوب، برنامه اصلاحی درخور توجهی روی گیاهان دارویی انجام نشده است. بنابراین می‌توان با شناسایی گونه‌های مختلف و ارزیابی آن‌ها، ژنوتیپ‌های مطلوب و مورد نیاز محققان را در دسترس آن‌ها قرار داد (۲۱).

مطالعات مختلفی بر روی تنوع ژنتیکی گیاهان از جمله مطالعه بر روی تنوع ژنتیکی گونه *Uncinula necator* توسط حاجیان و همکاران (۱۰) و گونه *Hordeum vulgare* L. بلوری مقدم و همکاران (۷) انجام شده است. مطالعات سیتوژنتیکی در آویشن توسط دفتری و همکاران (۸) انجام شده است و همچنین بررسی‌های سیتوژنتیکی و گیاهشناسی در گونه *Cuminum setifolium* توسط صفرنژاد و خسروی نسب (۲۵) و صفرنژاد و همکاران (۲۶) انجام گردیده است. روش‌های مختلفی به منظور برآورد تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی وجود دارد. در بررسی علمداری و همکاران (۳ و ۴) روی تنوع ژنتیکی بین چند گونه آویشن و هاشمی و همکاران (۸ و ۹) روی چند گونه زیره پارس با استفاده از نشانگر مولکولی نتیجه‌گیری نموده‌اند که نشانگر رپید می‌تواند در شناسایی نواحی چندشکلی و تخمین فاصله ژنتیکی و مدیریت ژرم پلاسما مفید باشد. همچنین کرمانی و همکاران (۱۲) در تحقیقی بر روی دو گونه زیره نشان

داده‌اند که نشانگر مولکولی AFLP می‌تواند یک نشانگر مناسب برای جداکردن گونه‌های مختلف جنس *Cuminum* باشد. کاشت و ارزیابی مورفولوژیک منابع ژنتیکی یکی از روش‌های برآورد تنوع ژنتیکی می‌باشد. نظر به اینکه پایه و اساس تحقیقات به نژادی بر جمع‌آوری، حفاظت، ارزیابی، توصیف و معرفی والدین گیاهی مناسب استوار است، این پژوهش با هدف بهره‌گیری از برخی روش‌های تجزیه و تحلیل‌های چند متغیره به منظور تعیین همبستگی بین صفات، گروه‌بندی و تشخیص روابط بین صفات و بررسی تنوع ژنتیکی در بین گونه‌های مختلف آویشن ایران است تا تنوع ژنتیکی موجود را بررسی و روابط بین آن‌ها را گزارش نماید و می‌توان از آن در اصلاح گیاه دارویی آویشن استفاده کرد.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این تحقیق در سال ۱۳۸۹ از گیاهان سه ساله در مرحله گلدهی ۲۲ جمعیت گیاه دارویی آویشن جنس (*Thymus. sp.*) استفاده گردید (جدول ۱). بذور این گیاهان از بانک ژن تهیه گردیده و در سال ۱۳۸۷ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شده بودند. به منظور ارزیابی صفات مورفولوژیک به طور میانگین پنج بوته از میان هر کرت انتخاب و میانگین صفات مورد تجزیه آماری قرار گرفت.

مطالعات آزمایشگاهی

صفات مورفولوژیک مورد بررسی شامل صفات طول برگ، عرض برگ، میانگین ارتفاع ساقه گل‌دهنده، بزرگترین قطر تاج پوشش، کوچکترین قطر تاج پوشش، سطح تاج پوشش، تعداد ساقه در بوته، میانگین ارتفاع گل‌آذین، تعداد برگ در ساقه یکساله، نسبت ارتفاع گل‌آذین به ارتفاع ساقه گل‌دهنده، عملکرد وزن تر بوته، عملکرد وزن خشک بوته، تعداد روز تا اولین گل‌دهی و تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی بودند. برای اندازه‌گیری طولی از خط‌کش و برای اندازه‌گیری‌های وزنی از ترازوی الکترونیکی استفاده شد. برای اندازه‌گیری میزان اسانس، اندام هوایی گیاهان بعد از برداشت به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه برداشت شده کاملاً خشک گردید. پس از خشک شدن نمونه، گیاه را خرد و یا آسیاب کرده و پس از توزین با ترازوی دیجیتالی درون بالن ریخته و با دستگاه اسانس‌گیری کلونجر، اسانس‌گیری انجام شد و سپس وزن اسانس و حجم اسانس اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- جمعیت‌های گیاهی آویشن
 Table 1-Thyme plant populations

شماره جمعیت Number Population	نام علمی گیاه Scientific Name of the Plant	منشا جغرافیایی Geographical Origin	شهرستان محل جمع‌آوری City of Gathering Location	طول جغرافیایی Longitude	عرض جغرافیایی Latitude	ارتفاع از سطح دریا Altitude
1	<i>T. daenensis</i> subs <i>daenensis</i> 1	استان مرکزی Markazi Province	-	49 52 57	33 46 24	2470
2	<i>T. daenensis</i> subs <i>daenensis</i> 2	استان مرکزی Markazi Province	-	49 24 50	34 05 06	1965
3	<i>T. daenensis</i> subs <i>lancifolius</i> 1	استان مرکزی Markazi Province	اراک Arak	49 29 41	34 11 38	2404
4	<i>T. daenensis</i> subs <i>lancifolius</i> 3	استان لرستان Lorestan Province	خرم آباد Khorram Abad	48 40 00	33 25 00	1900
5	<i>T. kotschyanus</i> 2	استان کردستان Kurdistan Province	فریدونشهر Fereydunshahr	-	-	-
6	<i>T. vulgaris</i>	نامعلوم Unknown	-	50 01 00	36 15 00	1300
7	<i>T. daenensis</i> subs <i>lancifolius</i> 5	استان کردستان Kurdistan Province	-	47 07 00	35 37 00	2100
8	<i>T. daenensis</i> subs <i>lancifolius</i> 4	استان لرستان Lorestan Province	الیگودرز Aligudarz	49 30 00	33 11 00	2312
9	<i>T. daenensis</i> subs <i>daenensis</i> 3	استان لرستان Lorestan Province	خرم آباد Khorram Abad	48 28 00	33 46 00	1820
10	<i>T. migricus</i> 3	احتمالا این گونه با منشا خارج از ایران است. Origin of this species probably is the outside of Iran	-	-	-	-
11	<i>T. migricus</i> 1	استان آذربایجان غربی West Azerbaijan province	سلماس Salmas	44 34 68	38 09 17	1780
12	<i>T. pubsence</i>	استان آذربایجان شرقی East Azerbaijan Province	قره چمن Qareh Chaman	46 59 28	37 41 25	1500
13	<i>T. migricus</i> 2	استان آذربایجان غربی West Azerbaijan province	ارومیه Orumieh	44 45 63	37 29 47	1920
14	<i>T. daenensis</i> subs <i>lancifolius</i> 6	نامعلوم Unknown	-	-	-	-
15	<i>T. fedtschenkoi</i>	استان آذربایجان غربی West Azerbaijan province	-	-	-	-
16	<i>T. transcaspicus</i>	استان خراسان Khorasan province	-	-	-	-
17	<i>T. daenensis</i> subs <i>daenensis</i> 5	استان اصفهان Isfahan province	فریدن Faridan	-	-	2300
18	<i>T. daenensis</i> subs <i>daenensis</i> 4	استان لرستان Lorestan Province	خرم آباد Khorram Abad	48 30 00	33 15 00	1830
19	<i>T. daenensis</i> subs <i>daenensis</i> 6	استان اصفهان Isfahan province	داران Daran	-	-	2500
20	<i>T. daenensis</i> subs <i>lancifolius</i> 2	استان مرکزی Markazi province	-	49 33 07	33 57 57	2475
21	<i>T. daenensis</i> subs <i>daenensis</i> 7	استان اصفهان Isfahan province	فریدونشهر Fereydunshahr	-	-	-
22	<i>T. kotschyanus</i> 1	استان کرمان Kerman province	زرند Zarand	56 47 35	30 54 25	2400

تجزیه آماری

برای محاسبه شاخص‌های آماری، آزمون نرمال بودن، تجزیه واریانس، مقایسه میانگین صفات، ضرایب همبستگی، تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه به عامل‌ها از نرم افزار SAS استفاده شد و تجزیه خوشه‌ای با روش وارد (Ward) و (UPGMA) و با استفاده از نرم افزار SPSS و NTSYS انجام شد.

نتایج

تجزیه واریانس صفات بررسی شده با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد و تفاوت معنی‌داری در بین جمعیت‌ها مشاهده شد. همچنین مقایسه میانگین صفات در سطح احتمال ۵ درصد و با استفاده از روش چند دامنه‌ای دانکن توسط نرم افزار SAS انجام شد (جدول ۲). به منظور ارزیابی ارتباط بین صفات از ضرایب همبستگی ساده صفات استفاده گردید. ضرایب همبستگی بین صفات در جدول ۳ گزارش

شده است (ترتیب جمعیت‌ها در جداول به همان ترتیبی است که در جدول ۱ آمده است).

مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک نشان داد که در بین تمام جمعیت‌ها از نظر میانگین صفات طول برگ، عرض برگ، میانگین ارتفاع ساقه گل‌دهنده، بزرگ‌ترین قطر تاج پوشش، کوچک‌ترین قطر تاج پوشش، سطح تاج پوشش، تعداد ساقه در بوته، میانگین ارتفاع گل‌آذین، تعداد برگ در ساقه یکساله، نسبت ارتفاع گل‌آذین به ارتفاع ساقه گل‌دهنده، عملکرد وزن تر و عملکرد وزن خشک، جمعیت‌های ۱۷ (*T. daenensis* subs *daenensis*) از استان اصفهان و ۱۲ (*T. daenensis* subs *pubsence*) از استان آذربایجان شرقی و ۱۸ (*T. daenensis* subs *daenensis*) از استان لرستان تقریباً بالاترین مقدار را و جمعیت ۴ (*T. daenensis* subs *lancifolius*) از استان لرستان کمترین مقدار را داراست.

جدول ۲- مقایسه میانگین بین صفات مورد مطالعه در ۲۲ جمعیت گیاه دارویی آویشن جنس (*Thymus*. sp.)Table 2- Mean comparison between studied traits of 22 *Tymus* sp. plant populations

جمعیت Population	بزرگ‌ترین قطر تاج پوشش Large diameter plant (cm)	کوچک‌ترین قطر تاج پوشش Small diameter plant (cm)	سطح تاج پوشش Plant area (cm)	ارتفاع ساقه گل‌دهنده Height flowering stem (cm)	ارتفاع گل آذین Height inflorescen ce (cm)	میانگین تعداد ساقه در بوته Average number of stems per plant	طول برگ Leaf length (cm)	عرض برگ Leaf width (cm)
1	61.90ac	55.14ae	3559.4ab	23.33a	4.5bd	37.62e	1.8ab	0.43be
2	64.26cd	41.25be	2050.8b	19.93ag	6.21bc	16.4h	0.76hi	0.40be
3	57.16ad	52.50ae	3110.8ab	20.83af	3.083cd	29.17fh	1.62ae	0.33de
4	40.23d	36.5e	1583.9b	7.09k	2.46d	28.39gh	1.30dg	0.68a
5	44.91cd	39.7ce	1893.1b	10.86jk	2.25d	40.8dh	1.50af	0.5ad
6	45.11cd	40.22ce	1887.8b	21.65ae	11.72a	38.89bh	0.95gi	0.33de
7	42.50cd	40.16ce	1577.3b	13.66gj	4.18bd	30.63eh	1.73ac	0.46be
8	43.00cd	36.66de	1693.0b	14.66fj	2.93cd	27.08fh	1.36cf	0.45be
9	46.03cd	39.16de	1975.6b	11.96ik	3.11cd	29.83fh	1.40bf	0.60ab
10	55.28ad	49.96ae	2927.2ab	19.43bh	4.18ce	49.28ah	1.85a	0.35de
11	54.75ad	59.50ae	3406.7ab	15.16dj	2.87cd	69.17ad	1.40bf	0.43be
12	60.61ad	61.50ab	3855.3ab	26.22a	9.55a	78.61a	1.13fh	0.40be
13	55.64ad	49.71ae	2897.6ab	12.67hk	3.91bd	75.00ab	1.05fh	0.57a
14	61.30ad	54.55ae	3527.6ab	19.61ag	4.003bd	58.89af	1.30dg	0.35de
15	49.55bd	45.61ae	2281.7b	13.49gj	3.41bd	67.92ad	1.30eg	0.35de
16	46.33ac	55.66ae	3822.3ab	16.16 cj	4.83bd	53.33ag	0.65i	0.35de
17	70.89ab	38.63a	4641.1a	21.70ad	6.65b	71.78ad	1.77ab	0.37ce
18	72.70a	62.63a	4714.2a	22.70ac	4.95bd	85.08a	1.48af	0.35de
19	62.28ac	41.56 ad	3557.6ab	78bi . 18	23bd . 4	66.78ae	1.69ad	0.47be
20	57.66ad	54.00ae	3134.8ab	14.83ej	2.83d	66.67ae	0.91gi	0.32de
21	62.33ac	53.66ae	3360.3ab	18.33bi	2.33d	73.33ac	1.44bf	0.31de
22	64/25ac	59.12ac	3945.5ab	18.12bi	3.18cd	51.25ah	0.71i	0.28e

در هر ستون اعداد دارای حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند

In each column, numbers followed by same letters are not significant ($p < 0.05$) according to Duncan multiple range test

در مورد صفات فنولوژیک، از نظر تعداد روز تا اولین آثار گل‌دهی بیشترین مقدار را جمعیت ۲ (*T. daenensis* subs *daenensis*) از استان مرکزی) با میانگین ۷۴/۳۹ روز و کمترین مقدار را نیز جمعیت ۱۱ (*T. migricus*) از استان آذربایجان غربی) با میانگین ۴۹/۱۱ روز دارد. از نظر تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی بیشترین مقدار را جمعیت ۱ (*T. daenensis* subs *daenensis*) از استان مرکزی) و ۸ (*T. daenensis* subs *lancifolius*) از استان لرستان) با میانگین ۸۳/۲۵ روز و کمترین مقدار را نیز جمعیت ۱۵ با میانگین ۵۸/۹۱ روز دارد. مقایسه میانگین میزان اسانس نشان داد که بیشترین مقدار وزن اسانس (گرم) را جمعیت ۱۸ با میانگین ۱/۹۰ دارا بوده و کمترین مقدار را نیز جمعیت ۱۲ (*T. pubescent*) از استان آذربایجان شرقی) با میانگین ۰/۴۴ داراست. از نظر حجم اسانس (سی سی) بیشترین مقدار را جمعیت ۱۸ (*T. daenensis* subs *daenensis*) از استان لرستان) با میانگین ۲/۰۳ دارا بوده و کمترین مقدار را نیز جمعیت ۶ (*T. vulgaris*) با منشأ نامعلوم) با میانگین ۰/۴۶ دارد.

نتایج محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات در جدول ۳ آورده شده است. نتایج محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد که بین بزرگترین قطر تاج پوشش، کوچک‌ترین قطر تاج پوشش و سطح تاج پوشش و ارتفاع ساقه با یکدیگر همبستگی بالایی وجود دارد و بین بزرگ‌ترین قطر تاج پوشش، کوچک‌ترین قطر تاج پوشش و سطح تاج پوشش با تعداد ساقه در بوته و عملکرد وزن تر و وزن خشک نیز همبستگی بالایی وجود دارد. با افزایش تعداد ساقه در بوته، مساحت و قطر بزرگ و کوچک بوته نیز افزایش می‌یابد، که منجر به افزایش عملکرد وزن تر و وزن خشک می‌شود. با افزایش ارتفاع ساقه طول گل آذین نیز افزایش می‌یابد. از نظر صفات فنولوژیک، افزایش تعداد روز تا اولین آثار گل‌دهی و تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی با افزایش وزن و حجم اسانس رابطه مثبتی دارد. بین طول برگ با وزن و حجم اسانس نیز رابطه مثبتی وجود دارد. بین تعداد برگ در ساقه یکساله و وزن اسانس رابطه مثبتی وجود دارد. همچنین بین عملکرد وزن تر و وزن خشک و حجم اسانس رابطه مثبتی وجود دارد. بین عملکرد وزن خشک با عملکرد وزن تر نیز رابطه مثبتی وجود دارد. بین وزن و حجم اسانس نیز رابطه مثبتی وجود دارد. جهت انجام تجزیه رگرسیونی از صفات عملکرد وزن خشک و حجم اسانس و وزن اسانس به عنوان متغیر وابسته در مقابل صفات دیگر به عنوان متغیر مستقل استفاده گردید که نتایج حاصل در جدول ۴ و ۵ آمده است. از نتایج حاصل از صفت حجم اسانس (متغیر وابسته) و صفات دیگر این نتیجه مشاهده می‌شود که هیچ صفتی وارد مدل نشد. از نتایج حاصل از وزن اسانس این به دست آمد که اولین و تنها صفت وارد شده در مدل طول برگ بود که ۱۴/۵ درصد از تغییرات مربوط به وزن اسانس را توجیه کرد. از نتایج حاصل از صفت وزن خشک این نتایج به دست آمد که اولین

صفت وارد شده در مدل تعداد ساقه در بوته بود که ۵۱ درصد از تغییرات مربوط به وزن خشک را توجیه کرد. سپس صفت طول برگ به عنوان دومین صفت وارد مدل شد که در مجموع ۶۰ درصد از تغییرات مربوط به وزن خشک را توجیه کردند. نتایج این تجزیه تا حدود زیادی با نتایج همبستگی ساده به دست آمده بین این صفات وابسته با صفات مستقل مطابقت دارد. با توجه به نتایج حاصل از جدول ضرایب همبستگی و نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام مشاهده شد که صفات مورفولوژیک نظیر طول برگ و تعداد ساقه در بوته تاثیر بیشتری بر صفت وزن اسانس و صفت عملکرد وزن خشک دارند. در تجزیه به عامل‌ها هر عامل یا فاکتور شامل مهم‌ترین صفات دارای بیشترین ضریب عاملی می‌باشد. جدول ۶ نتایج تجزیه به عامل‌ها را نشان می‌دهد. میزان واریانس نسبی هر عامل (درصد واریانس) نشان دهنده اهمیت آن عامل در واریانس کل صفات مورد بررسی است و به صورت درصد بیان می‌شود. در این تجزیه چهار عامل اصلی در مجموع بیش از ۸۲/۰۹ درصد واریانس کل را بیان کردند. سهم عامل اول در توجیه واریانس کل ۳۲/۷۹ درصد بود که در بین عامل‌های اصلی بیشترین میزان تنوع را توجیه کرد. عامل‌های اصلی دوم (۲۶/۲)، سوم (۱۳/۱۸) و چهارم (۱۰/۰۹) در مجموع حدود ۴۹/۲۹ درصد واریانس کل را توجیه کردند (جدول ۵). با توجه به همبستگی متغیرها با عامل‌ها، صفات بزرگ‌ترین قطر تاج پوشش، کوچک‌ترین قطر تاج پوشش، سطح تاج پوشش و عملکرد وزن تر جزء عامل اول قرار گرفتند و صفات ارتفاع ساقه گل‌دهنده، تعداد ساقه در بوته، تعداد برگ در ساقه یکساله، تعداد روز تا اولین گل‌دهی، تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی و وزن و حجم اسانس جزء عامل دوم قرار گرفتند و صفات ارتفاع گل آذین و نسبت ارتفاع گل آذین به ارتفاع ساقه جزء عامل سوم و صفات عرض برگ و عملکرد خشک جزء عامل چهارم قرار گرفتند. بنابراین عامل اصلی اول را می‌توان عامل زیست‌توده، عامل دوم را عامل میزان اسانس، عامل سوم را ارتفاع و عامل چهارم را عملکرد خشک گیاه نامید. تجزیه به عامل‌ها می‌تواند عوامل ایجاد تفاوت اصلی را بین جمعیت‌ها مشخص کند و تجزیه عاملی توانست ۱۶ صفت مورد ارزیابی را به صورت ۴ فاکتور اصلی بیان کند که فاکتورهای اول و دوم بیشترین سهم را در توجیه واریانس داشته‌اند. به منظور تعیین شباهت‌ها و فواصل خویشاوندی یا دوری جمعیت‌ها و گروه‌بندی آن‌ها بر اساس تعداد زیادی صفت یا فاکتور از روش تجزیه خوشه‌ای استفاده شد. تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌ها بر اساس میانگین ۱۶ صفت انجام گرفت. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA و Ward انجام شد که نتایج به دست آمده از دو روش تقریباً یکسان بود. در شکل ۱ دندروگرام به روش UPGMA نشان داده شده است.

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده حاصل از صفات مورفولوژیک و میزان اسانس در ۲۲ جمعیت گیاه دارویی اویشن جنس (*Thymus. sp.*)
Table 3- Correlation coefficients of morphological charectrieties and essential oil value in 22 *Tymus sp.* plant populations

صفات Triates	بزرگترین قطر تاج پوشش Maximum diameter of canopy	کوچکترین قطر تاج پوشش Minimum diameter of canopy	سطح تاج پوشش Canopy area	ارتفاع ساقه گلدهنده Height flowering stem	ارتفاع گل آذین Height inflorescence	تعداد ساقه در بوته Number of stems per plant	طول برگ Leaf lenght	عرض برگ Leaf width	تعداد برگ در ساقه یکساله Leaf number of year stem	تعداد روز تا اولین گلدهی Number days to starting of flowering	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی Number days to 50% of flowering	عملکرد تر Fresh yield	عملکرد خشک Dry yield	نسبت ارتفاع ساقه به گل آذین Height of stem than inflorescence	وزن اسانس Essence weight	حجم اسانس Essence volume
بزرگترین قطر تاج پوشش Maximum diameter of canopy	1															
کوچکترین قطر تاج پوشش Minimum diameter of canopy	0.94**	1														
سطح تاج پوشش Canopy area	0.97**	0.98**	1													
ارتفاع ساقه گلدهنده Height flowering stem	0.59**	0.67**	0.64**	1												
ارتفاع گل آذین Height inflorescence	0.24	0.38	0.32	0.64**	1											
تعداد ساقه در بوته Number of stems per plant	0.64**	0.68**	0.66**	0.25	0.12	1										
طول برگ Leaf lenght	-0.01	0.01	-0.005	0.12	0.01	-0.07	1									
عرض برگ Leaf width	-0.41	-0.39	-0.38	-0.47*	-0.009	-0.21	0.30	1								
تعداد برگ در ساقه یکساله Leaf number of year stem	-0.31	-0.3	-0.34	0.11	0.16	-0.39	0.20	-0.05	1							
تعداد روز تا اولین گلدهی Number days to starting of flowering	0.07	0.01	0.03	0.30	0.19	-0.26	0.42	0.09	0.38	1						
تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی Number days to 50% of flowering	-0.06	-0.15	-0.12	0.22	0.07	-0.50*	0.42	0.07	0.39	0.88**	1					
عملکرد تر Fresh yield	0.46*	0.53*	0.49*	0.13	0.07	0.70**	0.29	0.03	-0.03	0.11	-0.007	1				
عملکرد خشک Dry yield	0.45*	0.50*	0.48*	0.16	0.14	0.68**	0.31	-0.01	0.05	0.15	-0.003	0.91**	1			
نسبت ارتفاع ساقه به گل آذین Height of stem than inflorescence	-0.38	-0.25	-0.31	-0.01	0.65**	-0.13	-0.16	0.35	0.18	0.04	-0.08	-0.17	-0.13	1		
وزن اسانس Essence weight	0.04	-0.07	-0.01	0.21	0.19	-0.22	0.54*	0.19	0.47*	0.75**	0.71**	0.27	0.30	0.01	1	
حجم اسانس Essence volume	0.16	0.08	0.14	0.30	0.11	-0.12	0.44*	0.006	0.35	0.69**	0.65**	0.28	0.33	-0.13	0.89**	1

*** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد
* and** Significant at 5% and 1% level, respectively

جدول ۴- تجزیه رگرسیون گام به گام صفت وزن اسانس (متغیر وابسته) با سایر صفات
Table 4- Stepwise regression analysis of essential oil weight (dependent variable) with other traits

گام Step	متغیر مستقل Indepent variable	A	b1	R ² (ضریب تبیین) ناقص R ² (Coefficient of Determination) Incomplete	R ² (ضریب تبیین) مدل نهایی R ² (Coefficient of Determination) Final Model	C.P ضریب (معیار اطلاعاتی مالوز) C.P Coefficient of Mallows (Mallows Information Criterion)
1	طول برگ Leaf lenght	0.33	0.44	0.145	0.145	19.47

جدول ۵- تجزیه رگرسیون گام به گام صفت عملکرد وزن خشک (متغیر وابسته) با سایر صفات
Table 5- Stepwise regression analysis of dry weight yield (dependent variable) with other traits

گام Step	متغیر مستقل Indepent variable	A	b1	b2	R ² (ضریب تبیین) ناقص R ² (Coefficient of Determination) Incomplete	R ² (ضریب تبیین) مدل نهایی R ² (Coefficient of Determination) Final Model	Mallows C.P (معیار اطلاعاتی مالوز) C.P Coefficient of Mallows (Mallows Information Criterion)
1	تعداد ساقه در بوته Number of stems per plant	-15.59	2.65**		0.51	0.51	0.07
2	طول برگ Leaf lenght	-90.34	2.62**	57.08*	0.087	0.604	-0.83

**و* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

** and * Significant at 5% and 1% level respectively

جدول ۶- مقادیر ویژه و درصد تجمعی واریانس‌ها برای ۴ عامل اصلی در جمعیت‌های آویشن
Table 6- Special values and cumulative percentage of variances for 4 main factors in *Thymus* sp. populations

عامل‌ها Factors	واریانس نسبی توجیه شده Explained relative variance	واریانس تجمعی توجیه شده Explained cumulative variance
زیست توده Biomass	32.79	32.79
میزان اسانس Essential oil value	58.81	26.02
ارتفاع Height	71.99	13.18
عملکرد وزن خشک بوته Dry weight yeild	82.09	10.09

لرستان) و ۵ (*T. kotschyanus* از استان کردستان) و ۷ (*T. daenensis* subs *lancifolius* از استان کردستان) و ۸ (*T. daenensis* subs *lancifolius* از استان لرستان) و ۹ (*T. daenensis* subs *daenensis* ۳ از استان لرستان) می‌باشد و در گروه سوم تنها جمعیت ۶ (*T. vulgaris* با منشأ نامعلوم) قرار می‌گیرد. (ترتیب جمعیت‌ها در شکل به همان ترتیبی است که در جدول ۱ آمده است).

در این تحقیق تجزیه دی پلات با استفاده از دو فاکتور اصلی اول و دوم انجام شد. با توجه به تجزیه دی پلات (شکل ۲) در گروه A جمعیت‌های ۱۱ (*T. migricus* از استان آذربایجان غربی) و ۶ (*T. vulgaris* با منشأ نامعلوم) و ۱۳ (*T. migricus* از استان آذربایجان غربی) و ۸ (*T. daenensis* subs *lancifolius* از استان لرستان) مربوط به آذربایجان غربی که از نظر صفات مورفولوژیک بسیار به هم شباهت دارند در یک گروه قرار گرفتند که تا حدودی نتایج حاصل از خوشه‌بندی را تایید می‌کند. در گروه B، جمعیت‌های ۴ (*T. daenensis* subs *lancifolius* از استان لرستان) و ۷ (*T. daenensis* subs *lancifolius* از استان کردستان) با ویژگی‌های مورفولوژیک مشابه و هر دو از یک زیرگونه که یکی متعلق به استان کردستان و دیگری متعلق به استان لرستان بود در یک گروه قرار

نتایج تجزیه خوشه‌ای به شرح زیر است: دندروگرام سه گروه را نشان داد که گروه اول شامل دو زیر گروه می‌شود که زیرگروه اول شامل جمعیت‌های ۲۱ (*T. daenensis* subs *daenensis* از استان اصفهان) و ۱۴ (*T. daenensis* subs *lancifolius* با منشأ نامعلوم) و ۱۰ (*T. migricus* با منشأ احتمالی خارج از ایران) و ۳ (*T. daenensis* subs *lancifolius* از استان مرکزی) و ۱ (*T. daenensis* subs *daenensis* از استان مرکزی) در یک شاخه و جمعیت‌های ۱۷ (*T. daenensis* subs *daenensis* از استان اصفهان) و ۱۸ (*T. daenensis* subs *daenensis* از استان لرستان) در شاخه دیگر است و زیر گروه دوم شامل جمعیت‌های ۱۱ (*T. migricus* از استان آذربایجان غربی) و ۲۰ (*T. daenensis* subs *lancifolius* از استان مرکزی) و ۱۵ (*T. fedtschenkoi* از استان آذربایجان غربی) و ۱۳ (*T. migricus* از استان آذربایجان غربی) در یک شاخه و جمعیت‌های ۲۲ (*T. kotschyanus* از استان کرمان) و ۱۶ (*T. transcaspicus* از استان خراسان) و ۱۲ (*T. pubescens* از استان آذربایجان شرقی) در شاخه دیگر می‌باشد و گروه دوم نیز خود به دو زیر گروه تقسیم می‌شود که زیر گروه اول شامل جمعیت ۲ (*T. daenensis* subs *daenensis* از استان مرکزی) و زیر گروه دوم شامل جمعیت‌های ۴ (*T. daenensis* subs *lancifolius* از استان

گرفتند.

جدول ۷- مقادیر ویژه، بردارهای ویژه، واریانس تجمعی توجیه شده و همبستگی متغیرها با عامل‌ها در تجزیه به عامل‌های اصلی صفات مورفولوژیک و میزان اسانس جمعیت‌های آویشن

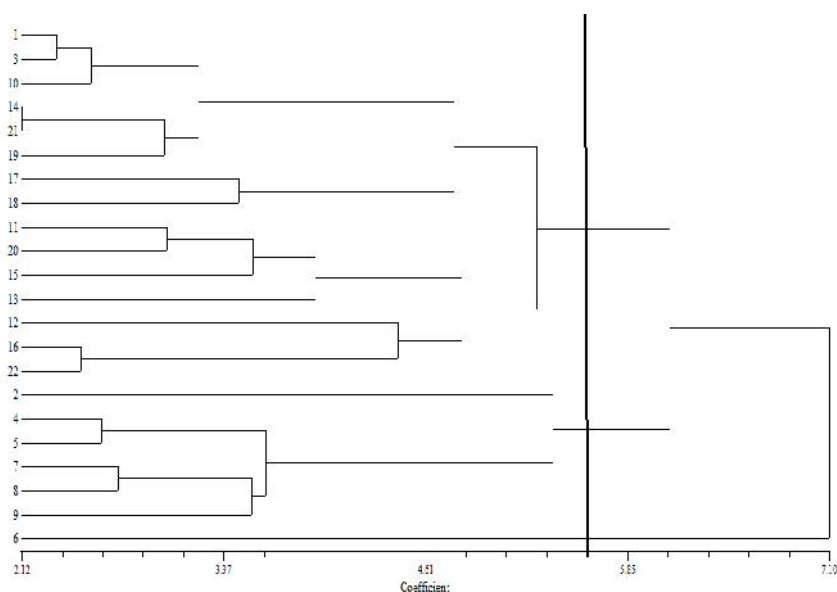
Table 7- Special values, special vectors, justified cumulative variance and variables correlation with factors in analysis to main factors of morphologic and essential oil value in thyme populations

صفات Traites	بردارهای ویژه عامل اصلی اول Special vectors of first main factor	بردارهای ویژه عامل اصلی دوم Special vectors of second main factor	بردارهای ویژه عامل اصلی سوم Special vectors of third main factor	بردارهای ویژه عامل اصلی چهارم Special vectors of fourth main factor	همبستگی متغیرها با عامل اصلی اول Variables correlation with first main factor	همبستگی متغیرها با عامل اصلی دوم Variables correlation with second main factor	همبستگی متغیرها با عامل اصلی سوم Variables correlation with third main factor	همبستگی متغیرها با عامل اصلی چهارم Variables correlation with fourth main factor
بزرگ‌ترین قطر تاج								
پوشش Maximum diameter of canopy	0.40	-0.087	0.05	-0.15	0.93**	-0.17	0.08	-0.19
کوچک‌ترین قطر تاج پوشش Minimum diameter of canopy	0.40	-0.10	0.05	-0.15	0.92**	-0.22	0.07	-0.19
سطح تاج پوشش Canopy area	0.40	-0.07	0.06	-0.14	0.93**	-0.15	0.09	-0.18
ارتفاع ساقه گل‌دهنده Height flowering stem	0.22	0.31	0.24	-0.22	0.51*	0.63**	0.36	-0.27
ارتفاع گل آذین Height inflorescence	-0.09	0.21	0.55	0.02	-0.22	0.43	0.80**	0.02
تعداد ساقه در بوته Number of stems per plant	0.26	-0.30	0.10	0.20	0.61**	-0.61**	0.15	0.26
طول برگ Leaf lenght	0.12	0.16	-0.29	0.33	0.28	0.34	-0.42	0.42
عرض برگ Leaf width	-0.14	-0.08	-0.28	0.47	-0.32	-0.17	-0.41	0.60**
تعداد برگ در ساقه یکساله Leaf number of year stem	-0.07	0.27	0.28	0.28	-0.17	0.55**	0.41	0.35
تعداد روز تا اولین گلدهی Number days to starting of flowering	0.15	0.39	-0.13	0.11	0.34	0.80**	-0.19	0.14

تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی								
Number days to 50% of flowering	0.12	0.40	-0.19	-0.02	0.28	0.82**	-0.28	-0.02
عملکرد تر								
Fresh yield	0.29	-0.14	0.23	0.31	0.68**	-0.29	0.33	0.39
عملکرد خشک								
Dry yield	0.18	-0.26	0.18	0.47	0.42	-0.53	0.27	0.60**
نسبت ارتفاع ساقه به گل آذین								
Height of stem than inflorescence	-0.24	0.14	0.45	0.16	-0.56*	0.29	0.65**	0.20
وزن اسانس								
Essence weight	0.21	0.33	-0.05	0.19	0.50*	0.67**	-0.07	0.24
حجم اسانس								
Essence volume	0.24	0.30	-0.93	0.13	0.55	0.62**	-0.13	0.16
مقدار ویژه								
Special value	5.24	4.16	2.11	1.61				
واریانس تجمعی								
Cumulative variance	32.79	58.81	71.99	82.09				

*** و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

** and * Significant at 5% and 1% level respectively



شکل ۱- تجزیه خوشه‌ای صفات مورفولوژیک و میزان اسانس به روش UPGMA

Figure 1- Cluster analysis of morphological traits and essential oil value to UPGMA method

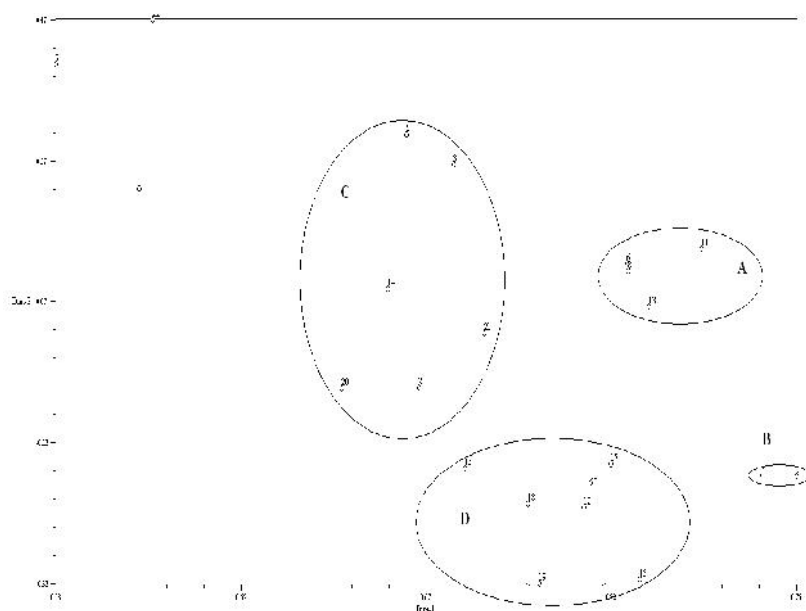
T. daenensis subs (۲) از استان اصفهان) و *T. daenensis* subs (۲۰) از استان مرکزی) و *T. daenensis* lancifolius (از استان مرکزی)، جمعیت‌هایی با خصوصیات

در گروه C جمعیت‌های ۵ (*T. kotschyanus* از استان کردستان) و ۳ (*T. migricus* از استان آذربایجان غربی) و ۱۴ (*T. daenensis*) و ۲۱ (*T. daenensis* subs با منشأ نامعلوم) و

بحث

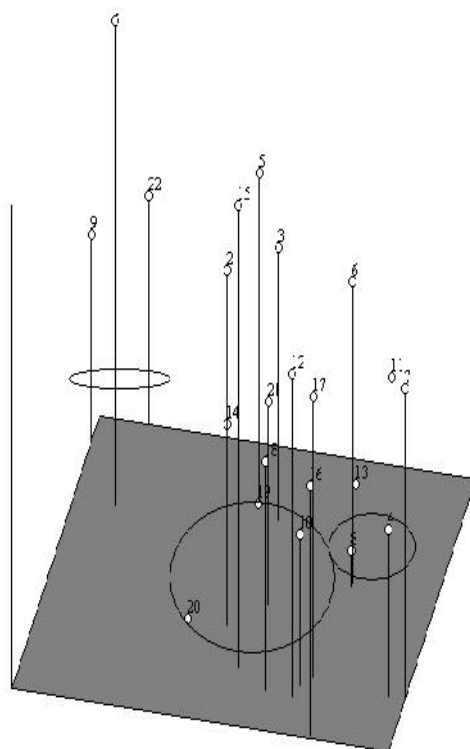
مطابق بررسی‌های انجام شده در این تحقیق تفاوت معنی‌داری بین جمعیت‌های آویشن مشاهده شد. مطالعه مهدوی (۱۳) روی ۹ نمونه آویشن هم نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین صفات مورفولوژیک آویشن وجود دارد. این نتایج بیان کننده این مطلب است که این ژرمپلاسماها از نظر صفات مورفولوژیک مورد مطالعه از تنوع زیادی برخوردارند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که صفات میزان اسانس با طول و عرض برگ و تعداد ساقه در بوته رابطه مثبتی دارد. با توجه به نتایج به‌دست آمده بهتر است که در هنگام گزینش از بین این جمعیت‌ها برای کشت انبوه از جمعیت‌هایی که دارای تعداد ساقه و ارتفاع ساقه بیشتر و طول برگ بیشتری باشند، استفاده شود، زیرا دارای عملکرد و میزان اسانس بالاتری خواهند بود. جمعیت‌های گونه *T. daenensis* برای این منظور پیشنهاد می‌شوند. همچنین با توجه به نتایج به‌دست آمده بهتر است که در هنگام گزینش از بین این جمعیت‌ها برای کشت انبوه از جمعیت‌هایی که دارای عملکرد بالا بودند یعنی جمعیت‌های ۱۳ (*T. migricus*) از استان آذربایجان غربی و ۱۷ (*T. daenensis* subs *daenensis*) از استان اصفهان و ۱۸ (*T. daenensis* subs *daenensis*) از استان لرستان و ۲۰ (*T. daenensis* subs *lancifolius*) از استان مرکزی استفاده شود.

مورفولوژیک تقریباً مشابه متعلق به آویشن دنايي و به جز یک نمونه که متعلق به استان اصفهان بود بقیه متعلق به استان مرکزی بودند، قرار گرفتند. در گروه D، جمعیت‌های ۱۰ (*T. migricus*) با منشأ احتمالی خارج از ایران و ۱۲ (*T. pubsence*) از استان آذربایجان شرقی و ۱۵ (*T. fedtschenkoi*) از استان آذربایجان غربی و ۱۶ (*T. transcaspius*) از استان خراسان و ۱۸ (*T. daenensis* subs *daenensis*) از استان لرستان و ۱۹ (*T. daenensis* subs *daenensis*) از استان اصفهان قرار گرفتند. به‌جز جمعیت ۱ (*T. daenensis* subs *daenensis*) از استان مرکزی و ۹ (*T. daenensis* subs *daenensis*) از استان لرستان و ۲۲ (*T. kotschyanus*) از استان کرمان که متعلق به استان‌های لرستان و مرکزی و کرمان بودند؛ بقیه جمعیت‌ها در چهار گروه متمرکز شدند. محل جمعیت‌ها در شکل با شماره مشخص شده‌اند که بر اساس جدول ۱ می‌باشد. تجزیه تری پلات، نیز با استفاده از سه فاکتور اصلی اول، دوم و سوم انجام شد (شکل ۳). در این تجزیه، سه گروه اصلی را می‌توان در نظر گرفت، که با گروه بندي‌های قبلی شباهت‌هایی را نشان می‌دهد. از جمله اینکه جمعیت‌های ۱ (*T. daenensis* subs *daenensis*) از استان مرکزی و ۹ (*T. daenensis* subs *daenensis*) از استان لرستان و ۲۲ (*T. kotschyanus*) از استان کرمان که در بای پلات هم از بقیه گروه‌ها جدا شده بودند در اینجا نیز از بقیه گروه‌ها جدا و در دسته‌ای مجزا قرار گرفتند. دسته‌بندی سایر گروه‌ها نیز تا حدودی شبیه به بای پلات بدست آمد.



شکل ۲- نمودار دو گانه بر اساس صفات مورفولوژیک و میزان اسانس جمعیت‌های آویشن

Figure 2- Dual graph based on morphological traits and essential oil value of thyme populations



شکل ۳- نمودار سه گانه بر اساس صفات مورفولوژیک و میزان اسانس جمعیت‌های آویشن
Figure 3- Triple graph based on morphological traits and essential oil value of thyme populations

می‌گردد. لذا جهت انتخاب بهترین والدین در هر تلاقی، یافتن ارقام یا نمونه‌ها که بر اساس صفات مورفولوژیک دارای حداکثر فاصله ژنتیکی هستند می‌تواند مؤثر باشد و در پروژه‌های اصلاحی به عنوان والدین در انجام تلاقی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند تا مولد تنوع ژنتیکی بیشتری باشند (۱۳). با توجه به نتایج حاصل جمعیت‌های *T. kotschyanus* و *T. transcaspicus* و *T. pubescens* در یک دسته قرار گرفتند که قرابت نزدیک این سه گونه را از نظر صفات مورفولوژیک و میزان اسانس نشان می‌دهد. همچنین نتایج نشان داد که گونه‌های *T. fedtschenkoi* و *T. daenensis* از نظر صفات مورفولوژیک و میزان اسانس نزدیک‌ترین. بررسی تنوع مورفولوژیک و میزان اسانس آویشن، علاوه بر اینکه امکان انتخاب جمعیت‌هایی از گونه‌های برتر را برای توسعه کشت و کار فراهم می‌کند، می‌تواند شرایط اصلاح آن را از نظر تولید محصول بالاتر، کیفیت بهتر، مقاومت بیشتر به شرایط محیطی و افزایش ترکیبات دارویی را ایجاد نماید.

با توجه به نتایج بهتر است که در هنگام گزینش از بین این جمعیت‌ها برای کشت انبوه از جمعیت‌هایی استفاده شود که دارای حجم و وزن اسانس بالایی هستند. در بین جمعیت‌ها، جمعیت‌های شماره ۲ (*T. daenensis* subs *daenensis*) از استان مرکزی و ۹ (*T. daenensis* subs *daenensis*3) از استان لرستان و ۱۰ (*T. daenensis* *migricus*) با منشا احتمالی خارج از ایران و ۱۸ (*T. daenensis* subs *daenensis*) از استان لرستان، بیشترین حجم و وزن اسانس را داشتند و بهتر است از جمعیت‌های شماره ۴ (*T. daenensis* subs *daenensis*) از استان لرستان و ۵ (*T. kotschyanus*) از استان کردستان و ۶ (*T. vulgaris*) با منشا نامعلوم و ۱۲ (*T. pubescens*) از استان آذربایجان شرقی که پایین‌ترین میزان حجم و وزن اسانس را داشتند برای کشت انبوه استفاده نشود. هیبریداسیون درون و بین گونه‌ای در آویشن به وفور صورت می‌گیرد. دسترسی به جوامعی که بتوانند پس از تلاقی حداکثر هتروزیس را بروز دهند مفید واقع

منابع

- 1- Acquaah G., Adamas M.W., and Kelly, J.D. 1992. A Factor analysis of plant variables associated with architecture and seed size in dry bean. *Euphytica*, 60(3):171-177.
- 2- Akbarinia A., Sharifi Ashoorabadi E., and Mirza M. 2010. Study on drug yield and essential oil content and composition of *Thymus daenensis* Celak. under cultivated condition. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26(2):205-212.
- 3- Alamdari S.B.L., Safarnejad A., and Rezaee M. 2011. Evaluation of genetic variation between *Thymus* accessions

- using molecular markrs. Journal of Basic and Applied Scientific Research, 1(12): 2552-2556.
- 4- Alamdary S.B.L., Safarnejad A., and Nematzadeh G.A. 2012. Using RAPD marker for genetic diversity assessment of several *Thymus* species. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 20(2):192-201. (in Persian with English abstract)
- 5- Asgari F., Sefidkon F., and Rezaei M. 2001. Investigation of quality and quantity of essential oils Changes in *T. pubescens* at some vegetative point of Lar valley. Research Institute of Forests and Rangelands, 12:87-127.
- 6- Babae K., Amini Dehaghi M., Modares Sanavi S.A.M., and Jabbari R. 2010. Water deficit effect on morphology, prolin content and thymol percentage of Thyme (*Thymus vulgaris* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 26(2):239-251.
- 7- Blouri-Moghadam MR., Safarnejad A., and Kazemitabar K. 2011. Genetic diversity assessment in several barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars using microsatellite markers. Notulae Scientia Biologicae, 3(2) : 140-144.
- 8- Daftari Z., and Safarnejad A. 2012. Karyotypic study of four *Thymus* species (*T. pubescens*, *T. fedtschenkoi*, *T. daenensis*, *T. lancifolius*). Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 19(2):241-250. (in Persian with English abstract)
- 9- Gholami B.A., Asgarzadeh M.A., and Zarif Ketabi H. 2007. Investigation of method and planting time of khorasanicum thyme (*Thymus transcaspicus*) In order to cultivation and domestication and determine the of the active ingredients in Khorasan razavi. Final report of research project, research, education and extension agricultural Organization. Agricultural and Natural Resources Research Center of Khorasan razavi.
- 10- Hajian Shahri M., Zad J., Sharifi Tehrani A., Okhovvat M., and Safarnejad A. 2009. Investigation of genetic variation at *Ucinula necator* (Schw.) Burr. using molecular marker in Khorasan province. Journal of Agricultural Science and Technology, 22(1): 49-60.
- 11- Hashemi H., Safarnejad A. and Bagheri A. 2009. Investigation of genetic variation among Iran's Persian Zira (*Bunium persicum* Boiss) landraces using RAPD marker. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 16(2): 239-246. (in Persian with English abstract)
- 12- Hashemi H., Safarnejad A., and Bagheri A. 2010. The use of RAPD marker for assessing the genetic diversity of *Bunium persicum* (Boiss.) B. Fedtsch populations. International Journal of Science and Nature, 1(2): 202-208.
- 13- Hudaib M., and Aburjai T. 2003. Volatile components of *Thymus vulgaris* L. from wild growing and cultivated plants in Jordan. Flavour and Fragrance Journal, 22(4):322-327.
- 14- Janssen A.M., Scheffer J.J.C., and Baerheim Svendsen A. 1987. Antimicrobial activity of essential oils. A 1976-1986 literature review on possible applications, Pharmacy World & Science, 9(4):193-197.
- 15- Kermani M., Marashi H., and Safarnejad A. 2009. Investigation of genetic variation within and among two species of *Cuminum spp.* using AFLP markers. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 16(2): 198-206. (in Persian with English abstract)
- 16- Kermani M., Marashi H., Nasiri M.R., Safarnejad A., and Shahriari F. 2007. Study of Genetic Variation of Iranian Cumin Lines (*Cuminum cyminum*) using AFLP markers Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 20(6): 305-312.
- 17- Mahdavi S. 2005. Investigation of morphological, kariotypic variation and DNA genomic value of some thyme medicinal plant. Master thesis of crop field. Tarbiat Modarres University.
- 18- Marotti M., Dellacecca V., Piccaglia R., and Glovanelli E. 1993. Agronomic and chemical evaluation of three varieties of *Foeniculum vulgare* Mill. Acta Horticulture, 331:63-69.
- 19- Naghdiabadi H.A., Yazdani D., Nazari F., and Sajed M.A. 2002. Yield Seasonal changes and the composition of the thyme essential oil (*Thymus vulgaris* L.) At different planting densities. Medicinal plants, 2(5): 51-56.
- 20- Ozguven M., and Tansi S. 1998. Drug yield and essential oil of *Thymus vulgaris* L. as in influenced by ecological and ontogenetical variation. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 22:537-542.
- 21- Omidbeigy R. 1997. Approaches of production and processing of medicinal plants. vollume 2. Publications of Tehran Publication Designers. 400p.
- 22- Omidbeigy R. 2006. Production and processing of medicinal plants. vollume 2. astane qods razavi. 280p.
- 23- Pank F. 2007. Breeding of Medicinal Plants.p.417- 447. In Kayser. O. and Quax. J. (Eds.). Medicinal Plant Biotechnology, From Basic Research to Industrial Applications. John and Wiley, 618p.
- 24- Rechinger K.H. 1982. Flora Iranica. Vol. 152, Graz: Akademische Druck- und Verlagsanstalt, 543-544.
- 25- Safarnejad A., and Khosravinasab Z. 2011. Cytogenetic study of *Cuminum setifolium* (Boiss) Kos-Pol as a medicinal plant. International Journal of Science and Nature, 2(1): 105-109.
- 26- Safarnejad A., Abbasi M., and Tabatabae SM. 2011. Agronomical and botanical characteristics of *Cuminum setifolium* (Boiss.) Kos.-Pol. A plant with potentially medicinal applications. Notulae Scientia Biologica, 3(1) : 30-35.
- 27- Yavari A., Nazeri V., Sefidkon F., Zamani Z., and Hasani M. 2012. Investigation of genetic vatiation in between and within sime of azarbajejan thyme populations (*Thymus migricus* Klovov & Desj-Shost) using rapd markers. Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28: 35-47.



مطالعه تغییرات روزانه تبادلات گازی برگ گیاهان بادرنجبویه، نعنای گربه‌ای، ریحان مقدس و ریحان بوشهری در شهرستان اهواز

محمد محمودی سורستانی^{*۱}

تاریخ ارسال: ۱۳۹۲/۱۱/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۱

چکیده

چهار گیاه بادرنجبویه، نعنای گربه‌ای، ریحان مقدس و ریحان بوشهری در شرایط آب و هوایی اهواز کشت و تغییرات روزانه فتوسنتز خالص، هدایت روزنه‌ای و نرخ تعرق توسط دستگاه LCA_4 اندازه‌گیری شدند. بیشترین نرخ فتوسنتز خالص بادرنجبویه، نعنای گربه‌ای و ریحان بوشهری در ساعت ۹ صبح، زمانی که شدت جریان فتونی فتوسنتزی به ترتیب ۱۴۸۸، ۱۵۹۸ و ۱۶۴۵ میکرومول فتون بر متر مربع در ثانیه بود، ثبت گردید. بیشترین نرخ فتوسنتز خالص ریحان مقدس، زمانی که شدت جریان فتونی فتوسنتزی ۱۸۲۱ میکرومول فتون بر متر مربع در ثانیه بود، مشاهده گردید. شدت نور زیاد باعث بازدارندگی نوری در چهار گیاه گردید. نقطه اشباع گیاهان مورد مطالعه در شرایط منطقه حدود ۱۵۰۰ میکرومول فتون بر متر مربع در ثانیه بود. روند تغییرات فتوسنتز خالص گیاهان با هدایت روزنه‌ای همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. همچنین هدایت روزنه‌ای همبستگی مثبت و معنی‌داری با نرخ تعرق گیاهان داشت. بیشترین کارایی مصرف آب به جز نعنای گربه‌ای که در ساعت ۱۰ ثبت گردید، در سایر گیاهان در ساعت ۹ مشاهده شد. چهار گیاه مورد مطالعه بیشترین عملکرد کوانتومی تثبیت فتوسنتز در ساعت ۷ داشتند. اختلاف معنی‌داری بین چهار گیاه از نظر صفات دمای برگ، هدایت روزنه‌ای، نرخ فتوسنتز، کارایی مصرف آب و عملکرد کوانتومی فتوسنتز مشاهده شد. بادرنجبویه به دلیل هدایت روزنه‌ای بالاتر نسبت به سایر گیاهان، دمای برگ کمتری داشت. بیشترین فتوسنتز خالص، کارایی مصرف آب و عملکرد کوانتومی در ریحان مقدس مشاهده گردید. در مجموع، با توجه به صفات مذکور به نظر می‌رسد که ریحان مقدس و ریحان بوشهری بتوانند شرایط اقلیمی اهواز را تحمل نمایند.

واژه‌های کلیدی: تعرق، دمای برگ، کارایی فتوسنتز، کارایی مصرف آب، هدایت روزنه‌ای

مقدمه

شده در اندام‌های گیاه تامین می‌گردد. ساخت مونوترپن‌های گیاه به میزان فتوسنتز بستگی دارد به طوری که در یک تحقیق ژنوتیپی که فتوسنتز بیشتری داشته است، مقدار اسانس بیشتری نیز از پیکر رویشی آن استخراج شده است (۱۱). نور، دما و رطوبت در طول روز تغییر زیادی می‌کند و روی وضعیت روزنه‌ای و میزان دی‌اکسید کربن درونی برگ و همچنین آنزیم‌های دخیل در فتوسنتز اثر می‌گذارند. تحقیقات قبلی روی گیاهان نشان داده که دمای مناسب برای فتوسنتز ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. افزایش دمای سطح برگ بیشتر از دامنه ذکر شده، باعث کاهش فتوسنتز گیاه می‌شود. با افزایش دما، کارایی فتوسنتز به دلیل افزایش تنفس نوری، کاهش پیدا می‌کند و همچنین سبب آسیب به دستگاه فتوسنتزکننده گیاه می‌گردد. فتوسیستم نوری II به عنوان عضو حساس به دما در دستگاه فتوسنتز گیاه شناخته شده است (۲۱). بنابراین تغییرات دما و شدت تابش نور خورشید در طول روز اثر معنی‌داری روی پارامترهای فتوسنتزی

شرایط اقلیمی منطقه مدیترانه باعث بروز تنش‌های محیطی در طول تابستان (دما و تابش زیاد و همراه با کمبود رطوبت خاک) و محدودیت‌های رشدی گیاهان شده است. گیاهان بایستی با تغییر در صفات مرفوفیزیولوژیکی با شرایط منطقه سازگار شوند. تغییر در صفات فیزیولوژیکی مثل فتوسنتز و وضعیت آبی گیاه و ارتباط آن‌ها با صفات مرفوفیزیولوژیکی نقش بسیار مهمی در سازگاری گونه‌ها به محیط‌های تنش‌زا دارند (۱۵). فتوسنتز تعیین‌کننده اصلی رشد و عملکرد گیاهان است و توانایی حفظ آن در شرایط تنش‌های محیطی جهت ثبات عملکرد اهمیت بسیار زیادی دارد. بخش مهمی از کربن مورد نیاز جهت ساخت ترکیبات اسانس از فتوسنتز جاری و مواد ذخیره

۱- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(Email: m.mahmoodi@scu.ac.ir)
(*) نویسنده مسئول

تبادلات گازی چهار گیاه از خانواده نعنای کشت شده در استان خوزستان طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز ($48^{\circ}40'$ طول شرقی و $31^{\circ}20'$ عرض شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۸ متر) طی سال‌های ۹۲-۹۱ به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. فاکتور اول، اندازه‌گیری تبادلات گازی در زمان‌های مختلف روز (ساعت‌های ۷، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۷ و ۲۰) و فاکتور دوم، نوع گیاه (بادرنجبویه، نعنای گربه‌ای، ریحان مقدس و ریحان بوشهری) بود. بذور دو گیاه بومی منطقه معتدله (بادرنجبویه و نعنای گربه‌ای) در آبان و گیاهان بومی منطقه گرمسیری (ریحان مقدس و ریحان بوشهری) در اواخر بهمن در شاسی کشت شدند. نشاء گیاهان مذکور پس از رسیدن به مرحله هشت برگ، به زمین اصلی منتقل و با فاصله ردیف ۴۰ و روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر کشت شدند. در ادامه دوره رشد گیاه، مراقبت‌های لازم از جمله آبیاری، کوددهی و حذف علف‌های هرز در صورت لزوم انجام گرفت. تبادلات گازی برگ گیاهان در اواسط خردادماه طیسه روز متوالی در دامنه دمایی ۲۶ تا ۴۲ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۱۱ تا ۳۱ درصد و شدت نور ۳۶ تا ۲۱۱۳ میکرومول فتون بر متر مربع در ثانیه ثبت گردید. اندازه‌گیری و ثبت خصوصیات تبادلات گازی شامل شدت جریان فتونی فتوستنتری (PPFD)، دمای برگ، نرخ فتوستنتز خالص (Pn)، تعرق (E)، نرخ هدایت روزنه‌ای (g_s)، کارایی مصرف آب (WUE) و عملکرد کوانتومی فتوستنتز (AQY) در برگ‌های جوان و توسعه یافته و سالم گیاه (برگ پنجم و ششم)، با استفاده از محفظه برگی پارکینسون (مجهز به حس‌گرهای دما و تراکم جریان فتونی فتوستنتزی) و دستگاه قابل حمل تجزیه‌کننده گاز فروسرخ متصل به آن، انجام پذیرفت. برای محاسبه کارایی مصرف آب و عملکرد کوانتومی فتوستنتز به ترتیب از نسبت‌های Pn/E و $Pn/PPFD$ استفاده گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم افزار آماری SAS و برای انجام مقایسه میانگین، از آزمون چنددامنه دانکن در سطوح ۱ و ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که شدت جریان فتونی فتوستنتزی، دمای برگ، نرخ هدایت روزنه‌ای، نرخ تعرق، نرخ فتوستنتز خالص، کارایی مصرف آب و عملکرد کوانتومی فتوستنتز تحت تاثیر زمان در طول روز و همچنین نوع گیاه قرار گرفتند. همچنین نتایج نشان داد که اثر متقابل زمان و نوع گیاه روی صفات شدت جریان

گیاهان دارند (۱۰). گیاهانی که توانایی تطابق سیستم فتوستنتزی خود را با شرایط محیطی تغییر یافته داشته باشند، می‌توانند در شرایط محیطی جدید کارایی فتوستنتز و رشد مناسبی داشته باشند (۸). واکنش فتوستنتزی گونه‌های مختلف و حتی ژنوتیپ‌های یک گونه گیاهی به تغییرات شرایط محیطی، متفاوت است. به عنوان مثال، لیو و همکاران (۹) تغییرات روزانه سه گونه از بید را مورد بررسی قرار دادند و مشخص شد که نرخ فتوستنتز خالص گونه ماتسودانا^۱ نسبت به دو گونه دیگر کمتر است و حداکثر نرخ فتوستنتز خالص آن، حدود ۷۵ درصد فتوستنتز خالص گونه گودرجوی^۲ می‌باشد. علاوه بر آن منحنی تغییرات روزانه فتوستنتز آن‌ها نیز متفاوت بود. در نهایت نتیجه گرفتند که تحمل گونه ماتسودانا (گونه غیربومی) به شرایط نوری، دمای بالا و خاک فقیر نسبت به دو گونه دیگر کمتر است. در تحقیق دیگری تبادلات گازی و روابط آبی سه کولتیوار انگور^۳ در شرایط اقلیمی مدیترانه بررسی و مشخص شد که بین کولتیوارهای مختلف از نظر این پارامترها اختلاف معنی‌داری وجود دارد و دلیل آن تفاوت در میزان کلروفیل a و b و پتانسیل آبی کولتیوارهای مختلف بود (۱۴). امروزه با توجه به افزایش تقاضای مواد اولیه گیاه دارویی، این گیاهان در مناطقی غیر از خاستگاه اصلی آنها کشت می‌شوند. اخیراً چهار گیاه بادرنبویه^۴، نعنای گربه‌ای^۵، ریحان مقدس^۶ و ریحان بوشهری^۷ از خانواده نعنای به استان خوزستان معرفی شده است و در مرحله بررسی سازگاری گیاه به شرایط اقلیمی منطقه می‌باشد. در این مرحله، بررسی خصوصیات اکوفیزیولوژیکی گیاه جهت ارزیابی تحمل شرایط محیطی منطقه اهمیت بسیار زیادی دارد. اکثر تحقیقات روی این گیاهان، در زمینه تغییرات درصد و اجزای اسانس و همچنین خواص دارویی آن‌ها بوده است (۱، ۱۳، ۱۸ و ۲۰) و تاکنون تغییرات روزانه پارامترهای گازی آن‌ها در شرایط مزرعه‌ای بررسی نشده است. استان خوزستان بیشترین تعداد روز بحرانی برای رشد و نمو گیاهانرا دارد (۱۶) و تنش گرمایی پایان فصل در شرایط آب و هوایی خوزستان یکی از مهم‌ترین عوامل مهم محدود کننده رشد گیاهان است (۱۲). با عنایت به این مسئله که بخشی از مراحل رشد و نمو گیاهان چندساله در شرایط تنش‌زای انتهای فصل مناطق گرم قرار می‌گیرد (۱۷) و از آنجائی که که آگاهی از پاسخ گیاهان به محیط تنش‌زای اطراف آن در استقرار کشت گیاهان دارویی بسیار حائز اهمیت است (۳)، تحقیق حاضر با هدف بررسی روند تغییرات روزانه

- 1- *Salix matsudana*
- 2- *Salix gordejvii*
- 3- *Vitisvinifera*L.
- 4- *Melissa officinalis*
- 5- *Nepetacataria*
- 6- *Ocimum sanctum*
- 7- *Ocimumbasilicum* var. *Thyrsiflora*

ساعت‌های روز تابع شدت جریان فتوسنتزی و دمای محیط بود. بیشترین دمای برگ گیاهان بادرنجبویه، نعنای گربه‌ای، ریحان مقدس و ریحان بوشهری به ترتیب ۴۷/۵، ۴۸/۳، ۴۷/۷ و ۴۸/۱ درجه سانتی‌گراد در ساعت ۱۳ ثبت گردید. دمای برگ گیاهان در بعد از ظهر کاهش یافت ولی نسبت به دمای ساعت‌های ابتدای صبح بالاتر بود (شکل ۲). دمای برگ گیاه نعنای گربه‌ای در همه ساعت‌های روز نسبت به بادرنجبویه اندکی بالاتر بود که ارتباط نزدیکی با نرخ هدایت روزانه‌ای و تعرق گیاه داشت.

هدایت روزانه‌ای

نرخ هدایت روزانه‌ای در اوایل روز بسیار کم بود و با افزایش شدت تابش، به طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین مقدار (۵۸/۳ میلی‌مول H_2O بر متر مربع در ثانیه) در ساعت ۹ (پیک اول) ثبت گردید. نرخ هدایت روزانه‌ای در ساعت ۱۰ کاهش یافت و پس از اندکی افزایش در ساعت ۱۱، در میانه روز تغییر محسوسی نداشت. در ساعت ۱۷ پیک دوم (۳۳/۳ میلی‌مول H_2O بر متر مربع در ثانیه) مشاهده گردید و پس از آن به طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۳).

فتونی فتوسنتزی، دمای برگ و نرخ فتوسنتز خالص معنی‌دار گردید (جدول ۱). بنابراین گیاهان مورد آزمایش در زمان‌های مختلف روز از نظر صفات فوق با هم اختلاف داشتند.

شدت جریان فتونی فتوسنتزی

شدت جریان فتونی فتوسنتزی دریافتی توسط چهار گیاه مورد مطالعه در ساعت ۷ صبح بسیار کم بود و در ساعت‌های ابتدای صبح سریعاً افزایش یافت. مقدار این صفت در ساعت ۱۳ به بیشترین مقدار رسید و پس از آن به تدریج تا ساعت ۲۰ کاهش یافت. بیشترین شدت جریان فتونی فتوسنتزی دریافتی توسط گیاهان بادرنجبویه، نعنای گربه‌ای، ریحان مقدس و ریحان بوشهری به ترتیب ۲۱۱۳/۳، ۲۱۰۳/۳، ۲۰۲۷/۳ و ۲۰۷۷/۶ میکرومول فتون بر متر مربع در ثانیه بودند (شکل ۱).

دمای برگ

کمترین دمای برگ در ساعت ۷ صبح ثبت گردید که در گیاهان بادرنجبویه، نعنای گربه‌ای، ریحان مقدس و ریحان بوشهری به ترتیب ۲۴/۲، ۲۵/۷، ۲۵/۵ و ۲۴/۷ درجه سانتی‌گراد بود. دمای برگ در سایر

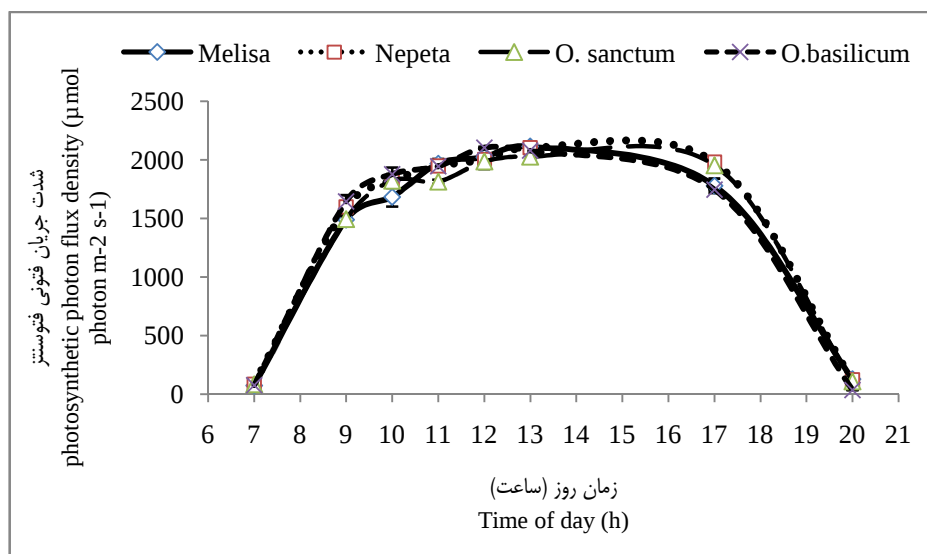
جدول ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده چهار گیاه در زمان‌های مختلف روز

Table 1- Analysis of variance of measured traits of four plants at different times during the day

Mean Square								
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	شدت جریان فتونی فتوسنتزی Photosynthetic Photon Flux Density	دمای برگ Leaf Temperature	هدایت روزانه‌ای Stomatal Conductance	تعرق Transpiration	فتوسنتز خالص Net Photosynthesis	کارایی مصرف آب Water Use Efficiency	عملکرد کوانتومی فتوسنتز Apparent Quantum Yield
بلوک Block	2	1962.6 ^{ns}	0.52 ^{ns}	0.00005 ^{ns}	0.201 ^{ns}	4.51 ^{ns}	0.62 ^{ns}	0.41 ^{ns}
زمان Time	7	8491833.3 ^{***}	685.3 ^{***}	0.0044 ^{***}	13.39 ^{***}	223.2 ^{***}	0.95 ^{***}	4.21 ^{***}
گیاه Plant	3	13626.7 ^{**}	9.6 ^{***}	0.0012 ^{***}	1.82 ^{***}	104.5 ^{***}	0.74 ^{***}	2.55 ^{***}
زمان×گیاه Time×plant	21	14531.1 ^{***}	2.8 ^{***}	0.0002 ^{ns}	0.38 ^{ns}	7.32 ^{***}	0.13 ^{ns}	0.06 ^{ns}
خطا Error	62	3878.8	0.4	0.0001	0.32	2.47	0.15	0.14
ضریب تغییرات Coefficient of Variation (%)		4.36	1.58	14.28	27.37	20.46	20.86	14.62

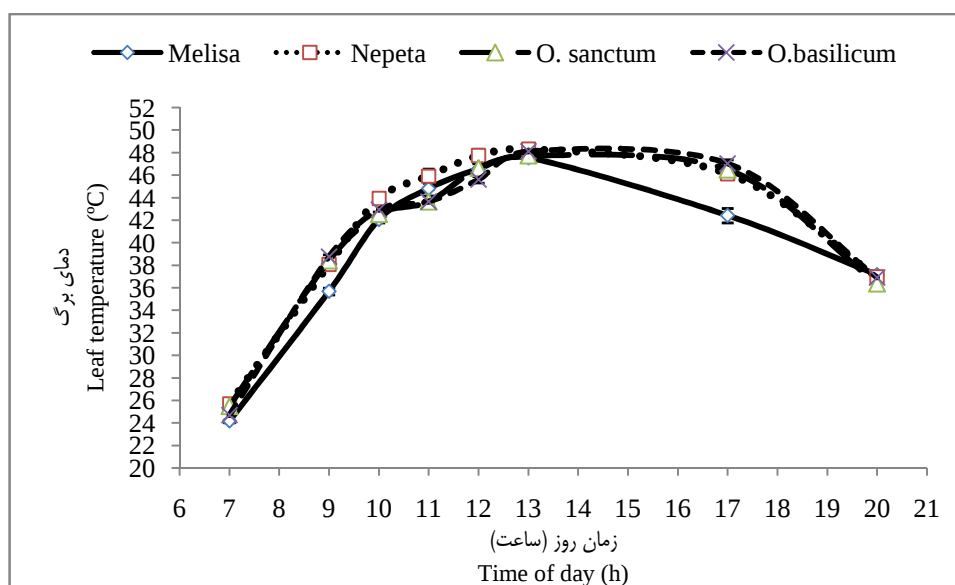
توضیحات: ^{ns} و ^{**} به ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد

Note: ^{ns} and ^{**} show not significant, significant at 1% level, respectively



شکل ۱- تغییرات روزانه شدت جریان فتونی فتوسنتزی دریافتی توسط گیاهان بارنجبویه، نعناع گربه‌ای، ریحان مقدس و ریحان بوشهری در شرایط آب هوایی اهواز

Figure 1- Diurnal changes in photosynthetic photon flux density received by lemon balm, catnip, holy basil and sweet basil in Ahwaz weather conditions



شکل ۲- تغییرات روزانه دمای برگ گیاهان بارنجبویه، نعناع گربه‌ای، ریحان مقدس و ریحان بوشهری در شرایط آب و هوایی اهواز

Figure 2- Diurnal changes in leaf temperature of lemon balm, catnip, holy basil and sweet basil in Ahwaz weather conditions

گیاهان مختلف باشد به طوری که مشخص شده است که اندازه روزنه برگ ریحان نسبت به لوبیا کوچک‌تر است ولی هدایت روزنه‌ای ریحان سه تا چهار برابر لوبیا است و علت آن تراکم بیشتر روزنه در ریحان می‌باشد (۶). علاوه بر آن ممکن است اختلاف مشاهده شده در هدایت روزنه‌ای گیاهان مختلف که به اندازه روزنه مرتبط است، تحت تاثیر میزان پتاسیم و همچنین تغییر نشاسته به قندهای ساده مثل گلوکز و استاکیوز قرار گیرد (۶). در تحقیق روی ریحان مشخص

نتایج مقایسه میانگین آزمون دانکن نرخ هدایت روزنه‌ای چهار گیاه مورد مطالعه را در دو گروه قرار داد. گروه اول شامل گیاهان بادرنجبویه، ریحان مقدس و ریحان بوشهری و گروه دوم نعناع گربه‌ای بود که کمترین نرخ هدایت روزنه‌ای در این گیاه ثبت گردید (جدول ۲).

تفاوت در نرخ هدایت روزنه‌ای گیاهان مختلف ممکن است به دلیل باز و بسته بودن روزنه‌ها و همچنین تعداد و اندازه روزنه‌های

شده است که افزایش میزان پتاسیم و کاهش نشاسته با اندازه روزنه ارتباط دارد به طوری که در زمان حداکثر هدایت روزنه‌ای گیاه، مقدار زیادی پتاسیم و قندهای گلوکز و استاکیوز در سلول‌های نگهبان روزنه مشاهده می‌شود و در عوض مقدار نشاسته کاهش می‌یابد (۶).

نرخ تعرق

روند تغییرات نرخ تعرق گیاهان بصورت منحنی با یک پیک بود. این صفت در قبل از ظهر به تدریج افزایش و در ساعت ۱۱ به بیشترین مقدار (۲/۹۴ میلی‌مول H_2O بر متر مربع در ثانیه) رسید. مقدار این صفت در میانه روز نسبتاً ثابت بود ولی بعد از ساعت ۱۷ تا غروب آفتاب با شیب تندی کاهش یافت (شکل ۳). نتایج مقایسه میانگین آزمون دانکن نشان داد که کمترین مقدار نرخ تعرق در نعنای گربه‌ای وجود دارد و سایر گیاهان در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۲). علت این اختلاف ممکن است به تعداد و اندازه روزنه و توانایی ریشه آن‌ها در جذب آب ارتباط داشته باشد. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین نرخ تعرق با هدایت روزنه‌ای و دمای برگ گیاهان بادرنجبویه (به ترتیب $r = 0.83$ ، $r = 0.84$ ، $r = 0.85$)، نعنای گربه‌ای ($r = 0.65$ ، $r = 0.85$)، ریحان مقدس ($r = 0.84$ ، $r = 0.81$) و ریحان بوشهری ($r = 0.89$ ، $r = 0.70$)، بدست آمد که با یافته‌های روزبان و همکاران (۱۹)

مطابقت داشت. نتایج تحقیقات قبلی، نتایج بدست آمده در این تحقیق را تأیید می‌نماید. حداکثر نرخ تعرق در گیاه سنجد (*Elaeagnus angustifolia*) و *Calligonum mongolicum* در ساعت‌های ۱۴ و ۱۵ (همزمان با حداکثر دمای محیط) مشاهده شده است و علت آن مکانیسم کاهش دمای برگ عنوان شده است در حالی که در گیاه صنوبر *Populus hsiensis* حداکثر نرخ تعرق با حداکثر دمای محیط همزمان نبوده است و علت آن عدم توانایی گیاه در جذب آب از خاک و تامین آب مورد نیاز برای تعرق بوده است (۵). بنابراین برخی از گیاهان به منظور جلوگیری از کاهش بیش از حد محتوای نسبی آب برگ، میزان هدایت روزنه‌ای را کاهش و از این طریق از هدر رفت آب گیاه طی پروسه تعرق جلوگیری می‌نمایند. این پارامتر در مورد گیاهان در شرایط آب و هوایی استان خوزستان اهمیت بسیار زیادی دارد و به نظر می‌رسد که طی ماه‌های گرم سال گیاهانی می‌توانند شرایط دمای بالای محیط را تحمل نمایند که ریشه‌های آن‌ها توانایی تامین آب مورد نیاز گیاه جهت رشد و همچنین پروسه تعرق را داشته باشد تا از این طریق باعث کاهش دمای درونی برگ گیاه گردیده و از صدمات وارده به دستگاه فتوسنتزی برگ جلوگیری نماید.

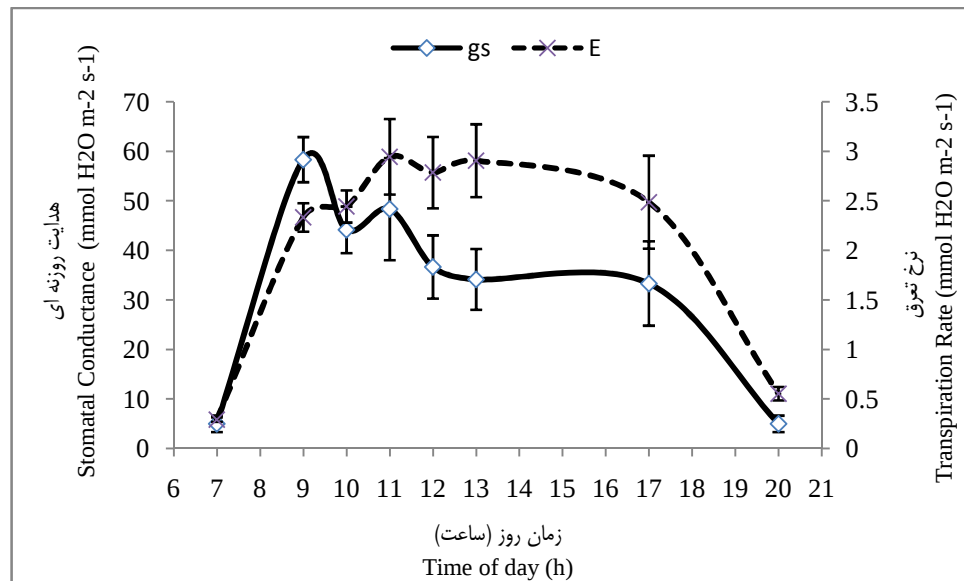
جدول ۲- مقایسه میانگین‌های صفات اندازه گیری شده در گیاهان بادرنجبویه، نعنای گربه‌ای، ریحان مقدس و ریحان بوشهری در شرایط آب و هوایی اهواز

Table 2- Mean comparison of the of measured traits of lemon balm, catnip, holy basil and sweet basil in Ahwaz weather conditions

نوع گیاه Plant type	شدت جریان فتونی فتوسنتزی photosynthetic Photon flux Density ($\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	دمای برگ Leaf Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	هدایت روزنه ای Stomatal Conductance ($\text{mm H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	تعرق Transpiration Rate ($\text{mm H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	فتوسنتز خالص Net Photosynthesis ($\mu\text{m CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	کارایی مصرف آب Water Use Efficiency ($\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mol H}_2\text{O}^{-1}$)	عملکرد کوانتومی فتوسنتز
							Apparent Quantum Yield ($\mu\text{m CO}_2 \cdot \mu\text{m photon}^{-1}$)
بادرنجبویه Lemon balm	1406.9 ^b	40.04 ^c	0.034 ^a	2.09 ^a	5.98 ^c	2.88 ^b	5.77 ^c
نعنای گربه ای Catnip	1457.2 ^a	41.58 ^a	0.022 ^b	1.70 ^b	6.00 ^c	3.55 ^{ab}	5.44 ^c
ریحان مقدس Holy basil	1410.7 ^b	40.9 ^b	0.036 ^a	2.27 ^a	10.28 ^a	4.58 ^a	9.16 ^a
ریحان بوشهری Basil (Boushehr i)	1438.6 ^{ab}	40.95 ^b	0.038 ^a	2.29 ^a	8.44 ^b	4.03 ^a	7.17 ^b

اعداد با حروف مشترک در هر ستون با توجه به آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) نمی‌باشند

Means within a column followed by the same letter (s) are not significantly different ($P < 0.05$) by Duncan test



شکل ۳- تغییرات روزانه هدایت روزنه‌ای و نرخ تعرق گیاهان بادرنجبویه، نعناع گربه‌ای، ریحان مقدس و ریحان بوشهری در شرایط آب و هوایی اهواز

Figure 3- Diurnal changes in stomatal conductance and transpiration rate of lemon balm, catnip, holy basil and sweet basil in Ahwaz weather conditions

نرخ فتوستنتز خالص (۱۳/۷۵ میکرومول CO₂ بر متر مربع در ثانیه) ریحان بوشهری در ساعت ۹ مشاهده شد و سپس در میانه روز کاهش و در ساعت ۱۳ اندکی افزایش و در بعداز ظهر به تدریج کاهش یافت. نرخ فتوستنتز خالص در گیاه ریحان مقدس مشابه گیاهان قبلی در ساعت‌های ابتدایی صبح افزایش و در ساعت ۱۰ به بیشترین مقدار (۱۵/۴۷ میکرومول CO₂ بر متر مربع در ثانیه) رسید. پس از آن شروع به کاهش نمود و در ساعت ۱۳ افزایش جزئی نشان داد و تا ساعت ۱۷ تغییر معنی‌داری نداشت. نکته قابل توجه نرخ فتوستنتز خالص گیاه بین ساعت‌های ۹ تا ۱۷ بود که نسبتاً بالا بود (شکل ۴) و این نشان می‌دهد که این گیاه فصل گرم برای رشد و نمو نیاز به دمای بالاتری دارد.

همبستگی مثبت و معنی‌داری بین نرخ هدایت روزنه‌ای با فتوستنتز خالص در گیاهان بادرنجبویه ($r = 0.94$)، نعناع گربه‌ای ($r = 0.82$)، ریحان مقدس ($r = 0.81$) و ریحان بوشهری ($r = 0.87$) بدست آمد که با یافته‌های روزبان و همکاران (۱۹) مطابقت داشت. در تحقیق حاضر، گیاه بادرنجبویه علی‌رغم داشتن هدایت روزنه‌ای نسبتاً بالا در میانه روز، نرخ فتوستنتز خالص کمتری داشت که نشان می‌دهد گیاه جهت کاهش دمای برگ از طریق تعرق بیشتر، هدایت روزنه‌ای بیشتری داشته است ولی نتوانسته از نور تابیده شده حداکثر فتوستنتز را داشته باشد و به نظر می‌رسد که محدودیت‌های غیرروزنه‌ای از جمله کاهش رنگیزه‌های فتوستنتزی، اختلال در واکنش‌های مرحله روشنایی و تاریکی، در کاهش فتوستنتز این گیاه نقش بیشتری دارند. همچنین هدایت روزنه‌ای گیاه نعناع گربه‌ای در میانه روز نسبت به سایر گیاهان

در بین گیاهان مورد مطالعه، دو گونه ریحان و تا حدودی بادرنجبویه با افزایش هدایت روزنه‌ای و کاهش نسبی دمای برگ می‌توانند با شرایط محیطی سازگار شوند در حالیکه نعناع گربه‌ای علیرغم داشتن برگ‌های با رنگ سبز متمایل به آبی و انعکاس بخشی از نور تابیده شده، به دلیل نداشتن هدایت روزنه‌ای مناسب و عدم توانایی کاهش دمای برگ نمی‌تواند شرایط استان خوزستان را تحمل نماید.

نرخ فتوستنتز خالص

نرخ فتوستنتز خالص در گیاه بادرنجبویه در ساعت‌های ابتدایی صبح بسیار کم بود و با گذشت زمان افزایش معنی‌داری یافت به طوریکه در ساعت ۹ به بیشترین مقدار (۸/۹۷ میکرومول CO₂ بر متر مربع در ثانیه) رسید. پس از کاهش جزئی در ساعت ۱۰، مجدداً در ساعت ۱۱ (۸/۴ میکرومول CO₂ بر متر مربع در ثانیه) افزایش یافت. نرخ فتوستنتز خالص بین ساعت‌های ۱۳ تا ۱۷ تغییر زیادی نشان نداد و نهایتاً با کاهش شدت تابش در غروب (ساعت ۲۰) به طور معنی‌داری کاهش یافت. روند تغییرات نرخ فتوستنتز خالص در گیاه نعناع گربه‌ای بصورت منحنی با دو پیک بود. نرخ فتوستنتز خالص در ساعت‌های اولیه صبح با افزایش شدت تابش و دما، به طور معنی‌داری افزایش و در ساعت ۹ به بیشترین مقدار (۱۱/۲ میکرومول CO₂ بر متر مربع در ثانیه) رسید و پس از آن کاهش یافت. پیک دوم (۶/۴۹ میکرومول CO₂ بر متر مربع در ثانیه) در ساعت ۱۷ مشاهده گردید و سپس با کاهش شدت نور، کاهش معنی‌داری یافت. بیشترین

نوع گربه‌ای، ریحان مقدس و ریحان بوشهری در شدت جریان فتونی (و دمای برگ) به ترتیب ۱۴۸۸ (۳۵/۶۸)، ۱۵۹۸ (۳۸/۰۶)، ۱۸۲۱ (۴۲/۵۳) و ۱۶۴۵ میکرومول فتون (۳۸/۷۶ درجه سانتی‌گراد) بدست آمد که نشان می‌دهد ریحان مقدس برای فتوستنتز به دما و شدت تابش بیشتری نیاز دارد و شرایط اقلیمی منطقه را بهتر می‌تواند تحمل نماید (۱۹).

نتایج مقایسه میانگین نرخ فتوستنتز خالص نشان داد که چهار گیاه مورد مطالعه، در سه گروه جداگانه قرار می‌گیرد. بیشترین مقدار (۱۰/۲۸ میکرومول CO_2 بر متر مربع در ثانیه) در گیاه ریحان مقدس مشاهده و کمترین مقدار هم در گیاهان بادرنجبویه و نعنای گربه‌ای ثبت گردید. ریحان بوشهری نیز در گروه جداگانه‌ای قرار داشت و متوسط نرخ فتوستنتز خالص آن ۸/۴۴ میکرومول CO_2 بر متر مربع در ثانیه بود (جدول ۲). نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج بدست آمده توسط لیو و همکاران (۹) مطابقت داشت. آن‌ها سازگاری دو گونه بومی و یک گونه غیربومی درخت بید در منطقه هاندانشانداک کشور چین بررسی کردند و نتیجه گرفتند که گونه‌های بومی منطقه از نظر پارامترهای تبادلات گازی بر گونه غیربومی برتری دارد. در یک تحقیق روی اسطوخودوس و رزماری مشخص شده که گیاه اسطوخودوس نسبت به رزماری، فتوستنتز خالص و هدایت روزنه‌ای کمتری دارد که دلیل آن هم بسته شدن روزنه‌های اسطوخودوس در میانه روز جهت حفظ محتوای نسبی آب برگ ذکر شده است (۱۵). در تحقیق حاضر هم گیاه نعنای گربه‌ای نسبت به سایر گیاهان فتوستنتز کمتری داشت که دلیل مذکور می‌تواند نتایج بدست آمده را توجیه نماید. از طرفی میزان کلروفیل، تعداد و تراکم روزنه‌ها حتی در ژنوتیپ‌های مختلف یک گونه گیاهی متفاوت است و می‌تواند باعث اختلاف در میزان فتوستنتز آن‌ها شود (۲ و ۴).

کارایی مصرف آب

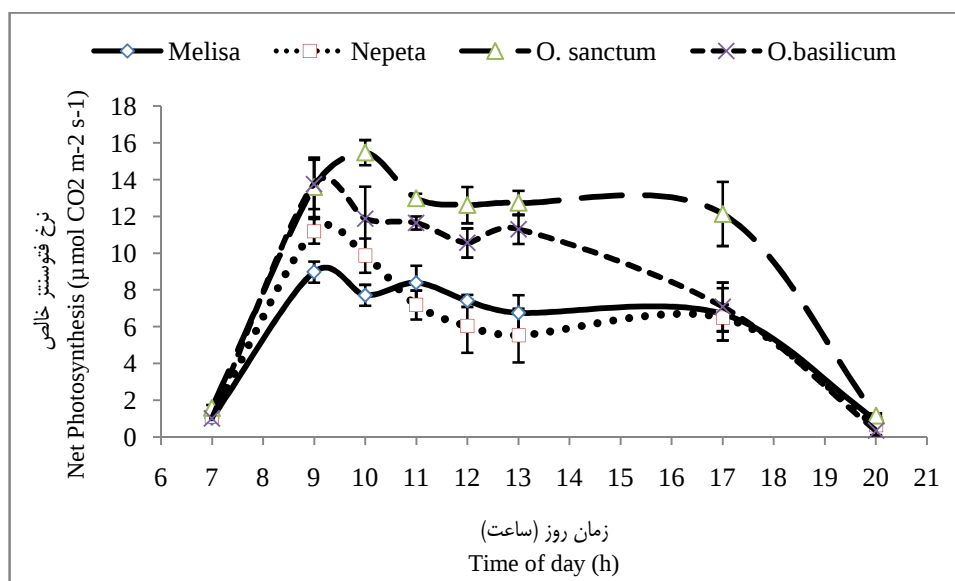
کارایی مصرف آب گیاه بصورت منحنی با دو پیک بود. پیک اول (۵/۱۱ میکرومول CO_2 بر میلی‌مول H_2O) در ساعت ۹ ثبت گردید که بازمان‌های ثبت بعدالظهر اختلاف معنی‌داری داشت. سپس مقدار این صفت به تدریج کاهش یافت و در ساعت ۱۷ پیک دوم (۳/۳۴ میکرومول CO_2 بر میلی‌مول H_2O) مشاهده شد (شکل ۶). علت کاهش کارایی مصرف آب در میانه روز، کاهش فتوستنتز و افزایش تعرق گیاه بود. مقایسه میانگین چهار گیاه مورد مطالعه از نظر کارایی مصرف آب نشان داد که بیشترین مقدار این صفت در گیاهان ریحان مقدس (۴/۵۷ میکرومول CO_2 بر میلی‌مول H_2O) و ریحان بوشهری (۴/۰۳ میکرومول CO_2 بر میلی‌مول H_2O) و کمترین مقدار در گیاه بادرنجبویه (۲/۸۷ میکرومول CO_2 بر میلی‌مول H_2O) مشاهده شد و گیاه نعنای گربه‌ای (۳/۵۵ میکرومول CO_2 بر میلی‌مول H_2O) در گروه حدواسط قرار داشت (جدول ۲).

پائین‌تر بود که منجر به افزایش دمای برگ و احتمالاً کاهش فعالیت آنزیم روبیسکو و در مجموع تشدید محدودیت‌های غیرروزنه‌ای برای فتوستنتز این گیاه گردیده است.

معمولاً تابش زیاد نور خورشید و دمای بالا همزمان با خشکی در میانه روز، منجر به بازدارندگی نوری می‌گردد (۷). نرخ فتوستنتز خالص به جز در گیاه نعنای گربه‌ای، در سایر گیاهان تابعی درجه دو از تراکم جریانی فتونی دریافتی گیاهان بود. به نظر می‌رسد که گیاهان مورد مطالعه در تراکم جریان فتونی حدود ۱۵۰۰ میکرومول فتون به نقطه اشباع نوری می‌رسند و افزایش بیشتر تراکم جریان فتونی نه تنها باعث افزایش فتوستنتز خالص گیاه نمی‌شود، بلکه مقدار این صفت را کاهش می‌دهد. کاهش نرخ فتوستنتز در نعنای گربه‌ای در شدت نور بالاتر از ۱۵۰۰ میکرومول فتون، نسبت به سایر گیاهان بیشتر بود (شکل ۵). علت کاهش فتوستنتز در شدت نورهای بالاتر، محدودیت‌های روزنه‌ای و غیرروزنه‌ای است (۲۲) که گیاه نمی‌تواند از نور تابیده شده استفاده حداکثری داشته باشد. کاهش نرخ فتوستنتز خالص میانه روز در گیاهانی که روزنه‌های آنها باز است، به دلیل محدودیت‌های غیرروزنه‌ای است. بر عکس، برخی از گیاهان جهت حفظ مقدار رطوبت داخلی گیاه، روزنه‌های آنها در میانه روز که کسر فشار بخار آب بالا است، بسته می‌شود، در این حالت، عامل محدود کننده فتوستنتز، کاهش هدایت روزنه‌ای و تامین دی اکسید کربن مورد نیاز می‌باشد (۵). در تحقیق حاضر، چهار گیاه مورد مطالعه گیاهانی علفی و حساس به کمبود آب بودند بنابراین جهت حفظ رطوبت برگ، هدایت روزنه‌ای در میانه روز به طور معنی‌داری کاهش یافت که بیانگر کنترل باز و بسته شدن روزنه‌های آن‌ها می‌باشد (۱۵). گیاهان مورد بررسی علی‌رغم داشتن رویه یکسان هدایت روزنه‌ای در میانه روز، اختلاف معنی‌داری از نظر نرخ هدایت روزنه‌ای و همچنین نرخ فتوستنتز خالص در میانه روز داشتند به طوری که گیاهان بومی منطقه گرمسیری (ریحان مقدس و ریحان بوشهری) نسبت به گیاهان بومی منطقه معتدله (بادرنجبویه و نعنای گربه‌ای) نرخ فتوستنتز خالص بیشتری داشتند. علاوه بر آن میزان فتوستنتز گیاهان تحت تاثیر دما، میزان دی اکسیدکربن و نور تابیده شده قرار می‌گیرد و از آنجائی که میزان موارد مذکور در طول روز تغییر محسوسی می‌کند، بنابراین نرخ فتوستنتز خالص گیاه در زمان‌های مختلف روز تغییرات معنی‌داری نشان می‌دهد (۱۰). گونگ و همکاران (۵) گزارش کردند که حداکثر نرخ فتوستنتز خالص گیاهان مزوفیت^۱ زودتر از گیاهان زروفیت^۲ اتفاق می‌افتد و گیاهان مختلف تفاوت معنی‌داری از نظر نرخ فتوستنتز خالص در طول روز دارند که باعث سازگاری گیاه به یک منطقه خاص می‌گردد. در تحقیق حاضر، حداکثر فتوستنتز خالص گیاهان بادرنجبویه،

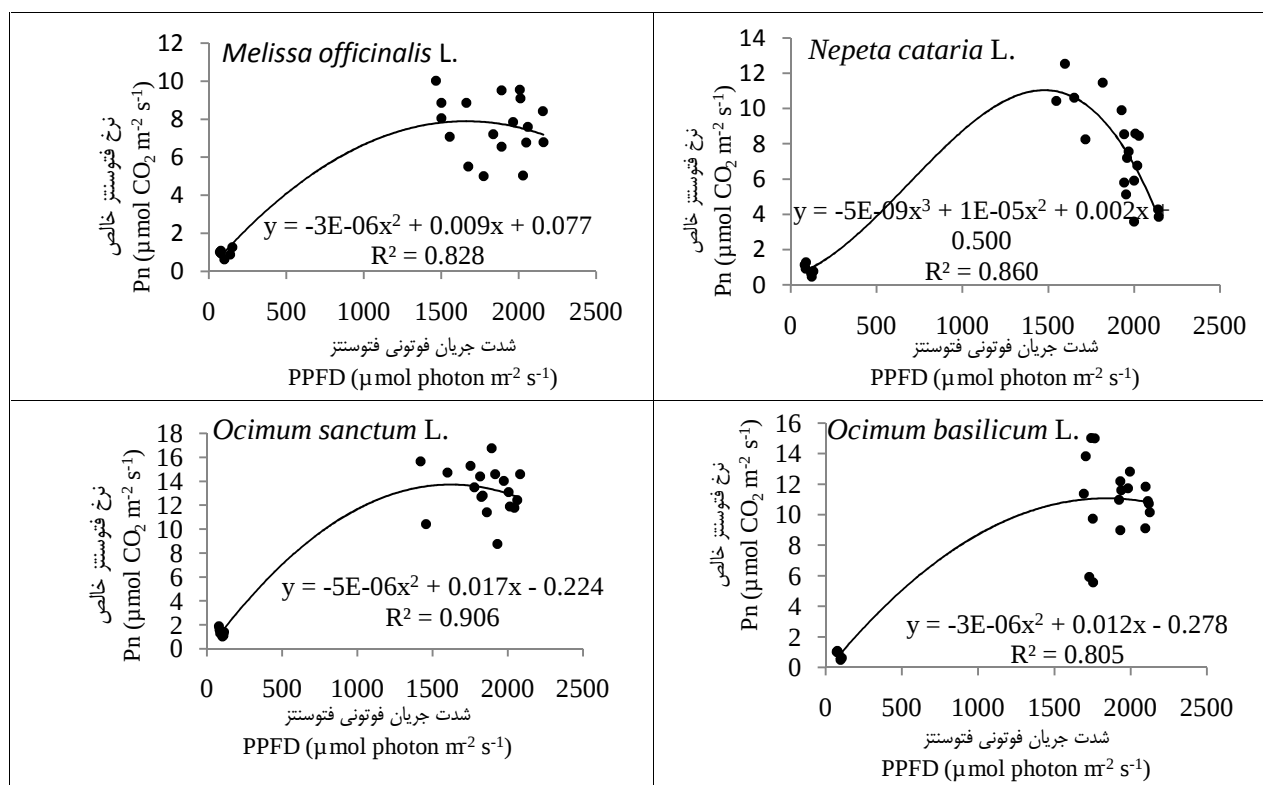
1- Mesophyte

2- Xerophyte

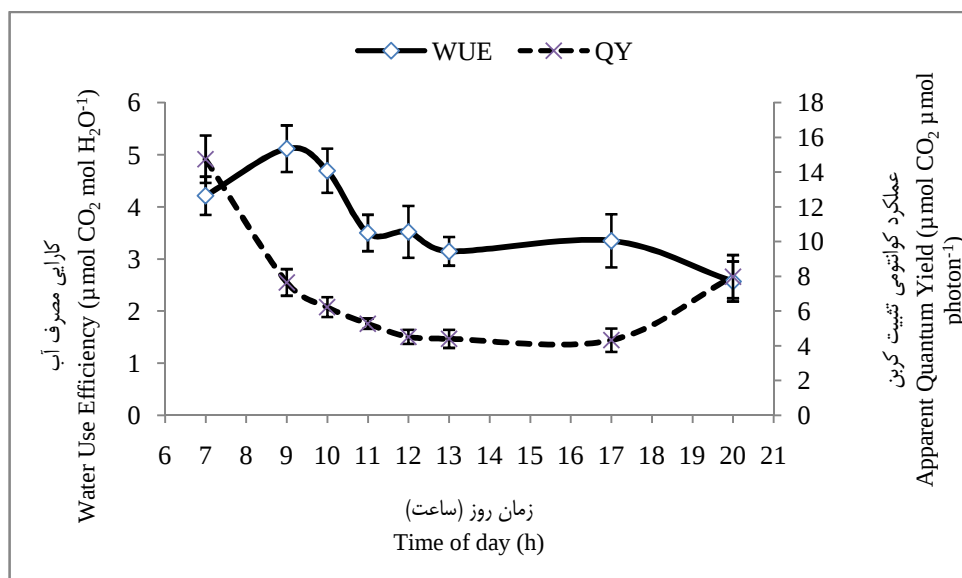


شکل ۴- تغییرات روزانه فتوسنتز خالص گیاهان بارنجبویه، نعناع گربه‌ای، ریحان مقدس و ریحان بوشهری در شرایط آب و هوایی اهواز

Figure 4- Diurnal changes in net photosynthesis of lemon balm, catnip, holy basil and sweet basil in Ahwaz weather conditions



شکل ۵- رابطه رگرسیونی بین نرخ فتوسنتز خالص با شدت جریان فتونی فتوسنتزی در گیاهان بارنجبویه، نعناع گربه‌ای، ریحان مقدس
Figure 5- Regression relation between net photosynthesis (Pn) and photosynthetic photon flux density (PPFD) of lemon balm, catnip, holy basil and sweet basil



شکل ۶- تغییرات روزانه کارایی مصرف آب و کارایی مصرف نور گیاهان بادرنجبویه، نعناع گربه‌ای، ریحان مقدس و ریحان بوشهری در شرایط آب و هوایی اهواز

Figure 6- Diurnal changes in water use efficiency and apparent quantum yield leaves of lemon balm, catnip, holy basil and sweet basil in Ahwaz weather conditions

تندی کاهش و بعد از آن تا ساعت ۱۷ تغییر معنی‌داری نداشت. در ساعت ۲۰ مجدداً افزایش یافت (شکل ۶). این نتایج با یافته‌های روزبان و همکاران (۱۹) مطابقت داشت. آن‌ها نیز بیشترین مقدار عملکرد کوانتومی تثبیت کربن در دو رقم پسته در ساعت ۷ گزارش نمودند و نتیجه گرفتند که این صفت تحت تاثیر دمای برگ قرار می‌گیرد. به طور کلی بیشترین عملکرد کوانتومی تثبیت فتوسنتزی کربن (۹/۱۶ میکرومول CO_2 بر میکرومول فتون) در گیاه ریحان مقدس و کمترین مقدار در گیاهان بادرنجبویه (۵/۷۶ میکرومول CO_2 بر میکرومول فتون) و نعناع گربه‌ای (۵/۴۴ میکرومول CO_2 بر میکرومول فتون) ثبت گردید. ریحان بوشهری از نظر این صفت در گروه جداگانه‌ای قرار گرفت (جدول ۲). عملکرد کوانتومی تثبیت فتوسنتزی کربن چهار گیاه مورد مطالعه تابعی درجه ۲ از دمای برگ بود. همانطور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، عملکرد کوانتومی تثبیت فتوسنتزی گیاه روند یکسانی داشتند، به‌طوری‌که مقدار این صفت به موازات افزایش دمای برگ از ۲۵ درجه سانتی‌گراد به بعد با شیب نسبتاً یکسانی کاهش یافت. مناسب‌ترین دما جهت حداکثر عملکرد کوانتومی تثبیت فتوسنتز پسته حدود ۲۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که نتایج بدست آمده در این تحقیق را تأیید می‌نماید (۱۹).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به مجموع شاخص‌های بررسی شده در این آزمایش، به نظر می‌رسد گیاه ریحان مقدس و بعد ریحان بوشهری می‌تواند در

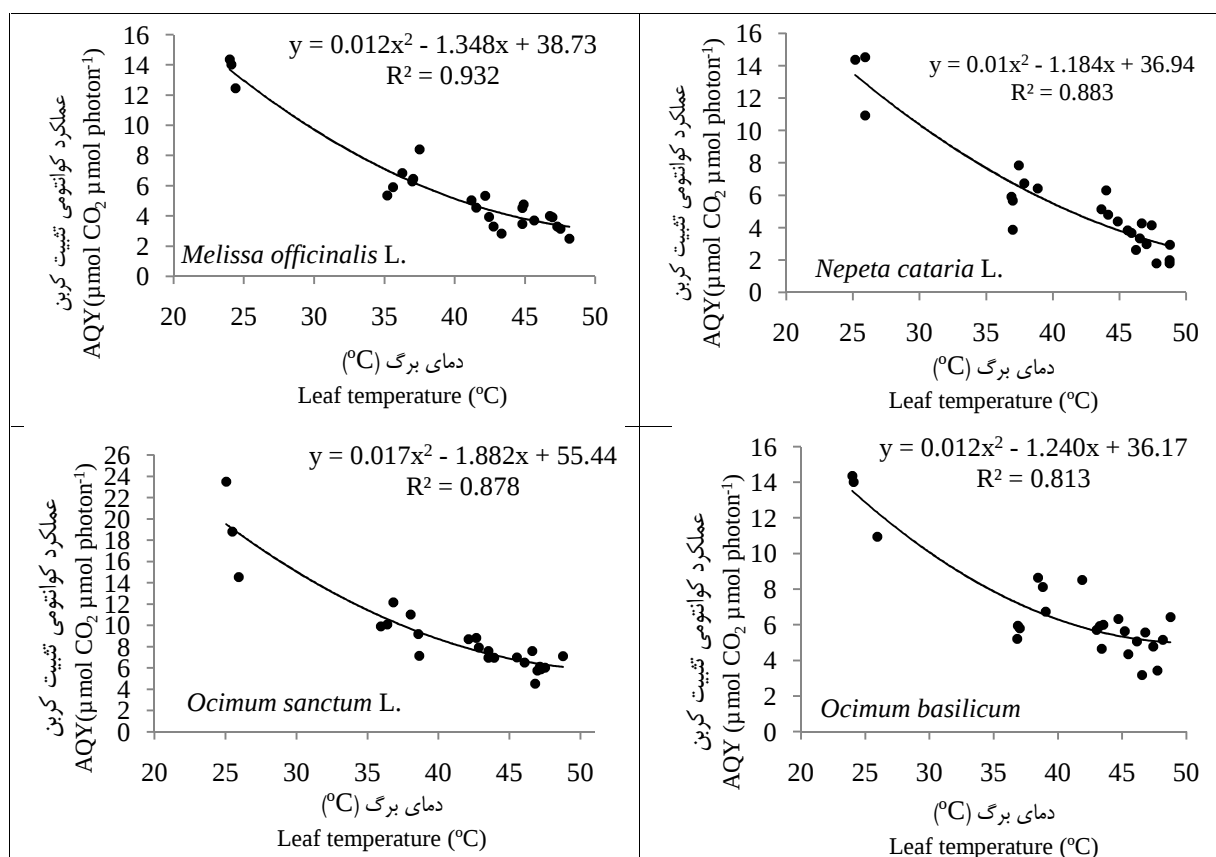
کارایی مصرف آب شاخص مهمی برای اندازه‌گیری توانایی گیاه در حفظ و استفاده مناسب از آب است. از این شاخص برای شناسایی گیاهان مناسب پرورش در مناطق بیابانی و همچنین جنگل‌ها استفاده می‌شود. گیاهانی که شاخص کارایی مصرف آب بالایی داشته باشند یا به عبارتی فتوسنتز بیشتر و تعرق کمتری داشته باشند جهت کشت در مناطق بیابانی توصیه می‌شود. در مقابل، گیاهانی که کارایی مصرف آب بالایی دارند و علت آن فتوسنتز بسیار زیاد و همزمان نرخ تعرق بیشتر نسبت به گروه اول است، برای رویشگاه‌های مرطوب مناسب هستند. گروه سوم گیاهانی هستند که کارایی مصرف آب کمی دارند و جهت رشد مناسب، نیاز به آبیاری کافی دارند (۵). مهم‌ترین عامل محدود کننده رشد گیاهان در استان خوزستان دمای بالا و همچنین شوری خاک می‌باشد. بنابراین گیاهی که بتواند از خاک شور، آب کافی جهت تعرق مناسب جذب نماید و دمای درونی برگ در حد متعادل‌تری حفظ کند و علاوه بر آن فتوسنتز بالاتری داشته باشد، می‌تواند شرایط اقلیمی و اداکی منطقه را تحمل نماید. با توجه به نتایج بدست آمده، شاید بتوان گیاهان ریحان مقدس و ریحان بوشهری برای پرورش در منطقه مورد مطالعه (گرم) و نعناع گربه‌ای جهت مناطق با مشکل کم آبی توصیه نمود.

عملکرد کوانتومی تثبیت فتوسنتزی کربن

روند تغییرات عملکرد کوانتومی تثبیت فتوسنتزی کربن در گیاهان مورد مطالعه نسبتاً یکسان بود. بیشترین عملکرد کوانتومی تثبیت فتوسنتزی کربن در ساعت ۷ مشاهده شد و سپس تا ساعت ۱۱ با شیب

گره‌ای به دلیل محدودیت‌های روزنه‌ای و غیرروزنه‌ای فتوسنتز، رشد کافی در طول ماه‌های گرم سال ندارد و در طول تابستان گیاه از بین می‌رود.

شرایط مذکور فتوسنتز کافی داشته و به رشد خود در طول ماه‌های گرم سال ادامه دهند. بادرنجبویه به دلیل هدایت روزنه‌ای بالا تا حدودی می‌تواند شرایط استان را تحمل نماید ولی رشد آن در اواخر بهار و تابستان به دلیل فتوسنتز کم، محدود می‌شود. گیاه نعنای



شکل ۷- رابطه رگرسیونی بین عملکرد کوانتومی تثبیت فتوسنتزی کربن با دمای برگ در گیاهان بادنجنبویه، نعنای گربه‌ای، ریحان مقدس
Figure 7- Regression relation between apparent quantum yield (AQY) and leaf temperature of oflemmon balm, catnip, holy basil and sweet basil

منابع مالی پژوهش و امکانات آزمایشگاهی تقدیر و تشکر می‌نماید.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از دانشگاه شهید چمران اهواز به جهت تامین

منابع

- 1- Aharizad S., Rahimi M.H., Moghadam M., and Mohebalipour N. 2012. Study of genetic diversity in lemon balm (*Melissa officinalis* L.) populations based on morphological traits and essential oils content. *Annals of Biological Research*, 3 (12):5748-5753.
- 2- Chandra S., Lata H., Khan I.A., and Elsohly M.A. 2011. Temperature response of photosynthesis in different drug and fiber varieties of *Cannabis sativa* L. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 17(3):297-303.
- 3- Fattahi M., Nazeri V., Sefidkon F., and Zamani Z. 2013. Autecology of *Dracocephalum kotschyi* Bioss. in Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic plants*, 29 (2): 325-342. (in Persian with English abstract)
- 4- Fu Q.S., Zhao B., Wang Y.J., Ren S., and Guo Y.D. 2010. Stomatal development and associated photosynthetic performance of capsicum in response to differential light availabilities. *Photosynthetica*, 48 (2): 189-198.
- 5- Gong J.R., Zhao A.F., Huang Y.M., Zhang X.S., and Zhang C.L. 2006. Water relations, gas exchange,

- photochemical efficiency, and peroxidative stress of four plant species in the Heihe drainage basin of northern China. *Photosynthetica*, 44 (3): 355-364.
- 6- Kang Y., Outlaw W.H.J., Fiore G.B., and Riddle K.A. 2007. Guard cell apoplastic photosynthate accumulation corresponds to a phloem-loading mechanism. *Journal of Experimental Botany*, 58 (15/16): 4061-4070.
- 7- Lambers H. 1998. Responses to availability of water. p. 154-191. In Lambers et al (ed.) *Plant Physiological Ecology*. Springer-Verlag, New York – Berlin – Heidelberg.
- 8- Lee S.H., Tewari R.K., Hahn E.J., and Paek K.Y. 2007. Photon flux density and light quality induce changes in growth, stomatal development, photosynthesis and transpiration of *Withania somnifera* (L.) Dunal. *Plantlets. Plant Cell Tissue Organ Culture*, 90:141-151.
- 9- Liu M.Z., Jiang G.M., Li Y.G., Gao L.M., Niu S.L., Cui H.X., and Ding L. 2003. Gas exchange, photochemical efficiency, and leaf water potential in three *Salix* species. *Photosynthetica*, 41 (3): 393-398.
- 10- MahmoodiSourestani M. 2013. Diurnal variations of gas exchange characteristics in leaves of anise hyssop (*Agastache foeniculum*) under normal, drought stress and recovery conditions. *Journal of Medicinal Plants and By-products*, 1: 91-101.
- 11- Misra A., Dwivedi S., Srivastava A.K., Tewari D.K., Khan A., and Kumar R. 2006. Low iron stress nutrition for evaluation of Fe-efficient genotype physiology, photosynthesis, and essential monoterpene oil (s) yield of *Ocimum sanctum*. *Photosynthetica*, 44 (3): 474-477.
- 12- Modhej A. 2008. A study of the effect of terminal heat stress on source restriction and grain yield in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under khuzestan conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 39 (1): 89-97. (in Persian with English abstract)
- 13- Moradkhani H., Sargsyan E., Bibak H., Naseri B., Sadat-Hosseini M., Fayazi-Barjin A., and Meftahizade H. 2010. *Melissa officinalis* L., A valuable medicine plant: A review. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4 (25): 2753-2759.
- 14- Moutinho-Pereira J., Magalhaes N., Goncalves B., Bacelar E., Brito M., and Correia C. 2007. Gas exchange and water relations of three *Vitis vinifera* L. cultivars growing under Mediterranean climate. *Photosynthetica*, 45 (2): 202-207.
- 15- Munne-Bosch S., Nogues S., and Alegre L. 1999. Diurnal variations of photosynthesis and dew absorption by leaves in two evergreen shrubs growing in Mediterranean field conditions. *New Phytologist*, 144, 109-119.
- 16- Noohi K., Fattahi A., and Fateh Sh. 2013. The impact of heat stress on the citrus crop in southern Iran. *Journal of Climate Research*, 3 (9):13-22. (in Persian)
- 17- Rahnama A. 2010. The study on the relative tolerance of rapeseed (*Brassica napus* L.) to heat stress and drought of late season in the southern of Khuzestan. *Crop Physiology Journal*, 2 (1): 93-110. (in Persian)
- 18- Raina A.P., Kumar A., and Dutta M. 2013. Chemical characterization of aroma compounds in essential oil isolated from "Holy Basil" (*Ocimum tenuiflorum* L.) grown in India. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60 (5): 1727-1735.
- 19- Roozban M.R., Arzani K., and Latifi S.M. 2009. Diurnal variations in photosynthetic gas exchange in two Iranian pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars. *Seed and Plant Production Journal*, 25 (3): 285-300. (in Persian with English abstract)
- 20- Safaei-Ghomi J., Jafari-Bidgoli Z., and Batooli H. 2009. Volatile constituents analysis of *Nepeta cataria* from central Iran. *Chemistry of Natural Compounds*, 45 (6): 913-915.
- 21- Thompson L.K., Blaylock R., Sturtevant J.M., and Brudvig G.W. 1989. Molecular basis of the heat denaturation of photosystem II. *Biochemistry*, 28:6686-6695.
- 22- Wilson K.B., Baldocchi D.D., and Hanson P.J. 2000. Quantifying stomatal and non-stomatal limitations to carbon assimilation resulting from leaf aging and drought in mature deciduous tree species. *Tree Physiology*, 20: 787-797.



اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی سه گونه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill)، کنجد (*Sesamum indicum*) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) بر خصوصیات رشد، عملکرد کمی و کیفی و اجزای عملکرد

فاطمه رنجبر^{۱*} - علیرضا کوچکی^۲ - مهدی نصیری محلاتی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۹

چکیده

رشد دو یا چند محصول به صورت توأم در یک مکان امکان برقراری روابط مکملی و بهره‌وری بهینه‌تر از عامل زمان و مکان را فراهم می‌سازد. به منظور بررسی عملکرد سه گیاه رازیانه، کنجد و لوبیا در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط ردیفی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: کشت خالص رازیانه، کنجد و لوبیا، کشت مخلوط ردیفی کنجد- لوبیا با تراکم معمول (۱:۱)، کشت مخلوط ردیفی رازیانه- لوبیا با تراکم معمول (۱:۱)، کشت مخلوط ردیفی رازیانه- کنجد با تراکم معمول (۱:۱) و کشت مخلوط رازیانه- کنجد- لوبیا با تراکم معمول (۱:۱:۱). نتایج این بررسی در رازیانه حاکی از تأثیر معنی‌دار تیمارهای کشت مخلوط و خالص بر عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد چتر در بوته، تعداد چتر بارور در بوته، تعداد چترک در بوته و اسانس بخش رویشی بود. همچنین تأثیر این تیمارها در کنجد بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، ارتفاع گیاه و وزن دانه در کپسول معنی‌دار بود. نتایج این آزمایش تأثیرات معنی‌داری را در ارتباط با عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و تعداد دانه در غلاف در مورد گیاه لوبیا نشان داد. ارزیابی تیمارهای کشت مخلوط با استفاده از نسبت برابری زمین نشان داد که بیش‌ترین مقدار این نسبت (۱/۲۲) در تیمار کشت مخلوط رازیانه- کنجد مشاهده شد که حاکی از تأثیرات مثبت دو گیاه بر یکدیگر می‌باشد.

کلید واژه‌ها: اسانس، عملکرد بیولوژیک، کشت مخلوط ردیفی، گیاه دارویی، نسبت برابری زمین

مقدمه

جمله اقداماتی است که در زمینه‌ی یکنواخت سازی صورت گرفته است (۱۰). به همین سبب به منظور بهبود شرایط زراعی و افزایش کارایی، روش‌هایی را به کار می‌برند که همسو با طبیعت باشند و منافاتی با اصول اکولوژیکی که در تولید محصولات کشاورزی مورد توجه قرار گرفته‌اند، نداشته باشند. کشت مخلوط از جمله این راهکارها است (۴).

یکی از روش‌های افزایش تنوع در یک نظام زراعی، رشد دو یا چند محصول به صورت توأم در یک مکان می‌باشد که امکان برقراری روابط مکملی و بهره‌وری بهینه‌تر از عامل زمان و مکان را فراهم می‌سازد (۲۶). برخی تحقیقات نشان داده‌اند که کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص از جنبه‌های مختلف از جمله عملکرد برتری دارد (۲۴، ۲۶ و ۲۷). از جمله مزایای دیگر کشت مخلوط می‌توان به مدیریت بهتر آفات، امراض و علف‌های هرز، افزایش تنوع، بهبود

امروزه امکان افزایش سطح قابل کشت در جهان محدود و نیاز به تولید مواد غذایی بیشتر، جزء مسائل و مشکلات روز می‌باشد. به همین دلیل است که متخصصان توسعه کشاورزی به رهیافت‌هایی که منجر به استفاده بیش‌تر و بهتر از منابع زمین و افزایش تولید شوند، توجه بسیاری دارند (۷). از جمله مواردی که امروزه پایداری نظام‌های زراعی را مورد تهدید قرار می‌دهد، کاهش تنوع و افزایش ساده سازی در این نظام‌ها می‌باشد. تک‌کشتی، اصلاح واریته‌های گیاهی، استفاده از کودها و سموم شیمیایی به منظور حاصل‌خیزی و مدیریت آفات از

۱، ۲ و ۳- دانشجوی دکتری اگرواکولوژی و استادان گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(*)-نویسنده مسئول: (Email: fatemehranjbar65@yahoo.com)

انجام شد، نشان داد که کشت مخلوط این دو گیاه باعث افزایش عملکرد دانه گیاه رازیانه نسبت به کشت خالص آن شد و در این تحقیق بیشترین عملکرد دانه رازیانه از نسبت ۱:۱ این کشت مخلوط بدست آمد (۲۷). افتخار حسین و همکاران (۸) طی مطالعه‌ای با بررسی رفتارهای رقابتی در کشت مخلوط کنجد با چند گونه لوبیا بیان کردند که کشت مخلوط کنجد با ماش بیشترین عملکرد و با لوبیا چشم بلبلی به دلیل رقابتی که دارد کمترین عملکرد را دارا بود. محال و همکاران (۲۱) طی بررسی عملکرد کنجد در کشت مخلوط با بادام زمینی در نسبت های مختلف کاشت بیان داشتند که عملکرد هر دو گیاه، زمانی که به نسبت ۳:۱ (کنجد / بادام زمینی) کشت می‌شوند نسبت به زمانی که به نسبت ۱:۳ و ۱:۲ کشت می‌شوند بیشتر است. به طور کلی در کشت مخلوط عملکرد دو گیاه بالاتر از تک کشتی است. هدف از این مطالعه، بررسی عملکرد و اجزای عملکرد سه گیاه رازیانه، کنجد و لوبیا در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا اجرا شد. قبل از اجرای آزمایش از محل تحقیق ۵ نمونه خاک از عمق ۳۰ سانتی متری و از نقاط مختلف گرفته و به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه انتقال داده شد. خاک مورد نظر دارای بافت لومی بود (جدول ۱).

کیفیت محصول، ثبات و سود بیش تر در مقایسه با تک کشتی اشاره نمود، که این مزیت‌ها با استفاده کمتر از منابع تجدید ناپذیر و به حداقل رساندن خسارت به محیط زیست قابل دستیابی است (۱۰). به دلیل این که بسیاری از سیستم‌های کشت مخلوط شامل یک لگوم تثبیت کننده نیتروژن هستند در بسیاری از موارد عملکردهای بهتری را نسبت به اجزای تک کشتی نشان می‌دهند (۱۲) مافی و ماکسیاریل (۲۰) گزارش کردند که در کشت مخلوط نعنای و سویا عملکرد و کیفیت اسانس‌نوع در مقایسه با کشت خالص بیش‌تر بود. این محققین بیان کردند که تعداد برگ در هر گره، سطح برگ و شاخص سطح برگ در مقایسه با تک کشتی بالاتر و همچنین وزن خشک ساقه و برگ در کشت مخلوط نعنای نسبت به خالص بیش‌تر بود. در کشت مخلوط بابونه و همیشه بهار با کاهش نسبت بابونه، سطح برگ، تولید ماده خشک، عملکرد گل و بذر به طور معنی داری کاهش یافت (۱۳). کامبیاک و همکاران (۱۹) طی بررسی خود بر کشت مخلوط ذرت و برنج بیان داشتند که عملکرد بدست آمده از هر دو گیاه در شرایط کشت مخلوط کمتر از کشت خالص بود. کوچکی و همکاران (۱۷) در مطالعه‌ی شاخص های رشد شاهدانه و کنجد در دو نوع کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی بیان داشتند که بیشترین سرعت رشد گیاه در شاهدانه و کنجد به ترتیب در سری جایگزینی ۵۰ درصد کنجد و ۵۰ درصد شاهدانه و کشت خالص بدست آمد. در این تحقیق علت افزایش در سرعت رشد گیاه را در تیمار ۵۰ درصد کنجد و ۵۰ درصد شاهدانه را به علت کاهش رقابت درون گونه‌ای بین بوته‌های شاهدانه (به عنوان گیاه غالب) دانسته‌اند که سبب افزایش جذب نور و مواد غذایی و بهبود فتوسنتز شده و به تبع آن میزان ماده خشک افزایش یافته است.

نتایج بررسی که بر روی نسبت‌های مختلف اختلاط گل کلم (*Brassica oleracea*) و رازیانه (*FoeniculumvulgarMill*)

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی متر)

Table 1- Some physical and chemical properties of experimental site soil (depth 0-30 cm)

بافت	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم	اسیدیته خاک	هدایت الکتریکی
Texture	Organic carbon (%)	Total Nitrogen (%)	Phosphorus (mg.kg ⁻¹)	Potassium (mg.kg ⁻¹)	pH	EC (dS.m-1)
لومی	0.59	0.063	13.2	135	7.24	1.21

خالص لوبیا (B) بود. به منظور کشت سه گیاه رازیانه، کنجد و لوبیا، زمینی که سال قبل به صورت آیش رها شده بود انتخاب گردید. در اسفند ماه ۱۳۸۹ عملیات خاکورزی شامل شخم با گاواهن برگردان‌دار و دو دیسک عمود بر هم انجام گرفت. در هفدهم اسفند ماه کود گاوی پوسیده به میزان ۳۰ تن در هکتار به طور یکنواخت در کل مزرعه پخش شد و سپس با استفاده از شیارساز جوی و پشته‌هایی به

تیمارهای آزمایش عبارت بودند از ۱- کشت مخلوط ردیفی کنجد و لوبیا (SB) با تراکم معمول (۱:۱) ۲- کشت مخلوط ردیفی رازیانه و لوبیا (FB) با تراکم معمول با نسبت (۱:۱) ۳- کشت مخلوط ردیفی رازیانه و کنجد (FS) با تراکم معمول و نسبت (۱:۱) ۴- کشت مخلوط رازیانه، کنجد و لوبیا (FSB) با تراکم معمول و به نسبت (۱:۱:۱) ۵- کشت خالص رازیانه (F) ۶- کشت خالص کنجد (S) ۷- کشت

آسیاب کرده و به مدت ۲ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داد تا رطوبت دانه جهت استخراج روغن به ۲-۱ درصد برسد. سپس عمل روغن گیری با استفاده از دستگاه تمام اتومات سوکسله (SOXTEC SYSTEM HT6) به روش مستقیم استخراج چربی به روش مجاورت مداوم با حلال آلی طبق روش AOCS (Official Method Cd 3d-63) (۱۲) انجام گردید.

در نهایت نیز نسبت برابری زمین از رابطه زیر محاسبه شد.

$$LER = \sum_i^n (Y_i/Y_s)$$

در این معادله LER : نسبت برابری زمین، Y_i : عملکرد گونه در کشت مخلوط، Y_s : عملکرد گونه ۱ در کشت خالص و n : تعداد گونه‌ها می‌باشد (۶).

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار Minitab13 انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و با استفاده از نرم افزار Mstat-c صورت گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه در تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص

بررسی اثر تیمارهای کشت مخلوط خالص بر گیاه رازیانه نشان داد که عملکرد رازیانه تحت تاثیر این تیمارها قرار گرفت (جدول ۱). عملکرد رازیانه در تیمار رازیانه خالص با ۵۷۸/۸ کیلوگرم در هکتار بیش ترین و کم ترین عملکرد این گیاه در کشت مخلوط آن با کنجد-لوبیا-رازیانه (۱۸۲ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. عملکرد رازیانه در کشت مخلوط با لوبیا ۳۵۹ کیلوگرم در هکتار بود که از نظر آماری اختلاف معنی داری با تیمار کشت مخلوط رازیانه و کنجد با عملکرد ۳۵۸/۷ کیلوگرم نداشت (جدول ۲) می‌توان گفت رازیانه از لوبیا و کنجد در کشت مخلوط به یک میزان تاثیر پذیرفته است. لوبیا به واسطه تاثیر مثبتی که بر تثبیت نیتروژن داشته است و کنجد نیز بدلیل فرم رویشی که دارد سایه اندازی کمی بر گیاه رازیانه داشته است. میزان عملکرد رازیانه در تیمار کشت مخلوط با لوبیا ۴۹ درصد بیشتر از کشت مخلوط سه گونه به همراه هم بود (جدول ۲) به نظر می‌رسد وجود رقابت بین گونه‌ای بالا در تیمار کشت مخلوط سه گونه علت کاهش عملکرد در این تیمار باشد. کروبا (۵) طی بررسی خود در مورد کشت مخلوط رازیانه و شوید (*Anethum graveolens*) بیان داشت که کشت خالص دو گیاه عملکرد بیشتری به همراه داشته و این

عمق ۲۰ سانتی متر و فاصله ۵۰ سانتی متر ایجاد گردید. ابعاد هر کرت ۵×۵ متر و تعداد خطوط کشت ۱۰ عدد بود. همچنین فاصله دو کرت اصلی از یکدیگر ۰/۵ و فاصله بلوک‌ها یک متر در نظر گرفته شد.

عملیات کاشت سه گیاه در زمان‌های متفاوت، رازیانه (از توده‌های بومی مشهد) در تاریخ ۱۷ فروردین ۱۳۹۰، با فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی متر، کنجد (از توده‌های بومی اسفراین) در تاریخ ۱۳ اردیبهشت ۱۳۹۰ با فاصله روی ردیف برابر با ۱۰ سانتی متر و لوبیا (رقم درخشان) در تاریخ ۱۹ اردیبهشت با فاصله ۱۵ سانتی متر روی ردیف صورت گرفت. به منظور سبز شدن سریع و یکنواخت کنجد در هفته‌های اول کاشت آبیاری دو بار در هفته و پس از آن مجدداً آبیاری به یک بار در هفته تقلیل یافت. مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی و توسط کارگر یکبار همزمان با تنک کردن و یکبار اوایل مرداد ماه صورت گرفت. بدلیل آلوده بودن مزرعه به قارچ رایزوکتونیا (*Rhizoctoniasolani*) و با توجه به حساس بودن لوبیا به این قارچ‌ها، در طول فصل رشد دوبار از سم متالاکسیل استفاده شد.

برداشت سه گیاه در زمان‌های متفاوت صورت گرفت. برداشت رازیانه و لوبیا در تاریخ ۱۹ شهریور ۱۳۹۰ انجام شد. از آنجایی که احتمال ریزش بذر در کنجد وجود داشت برداشت این گیاه در تاریخ ۱۴ مهرماه ۱۳۹۰ موقعی که تقریباً ۵۰ درصد کپسول‌ها زرد رنگ بودند، صورت گرفت.

به منظور تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گیاهان مورد مطالعه، بعد از حذف اثرات حاشیه‌ای (۰/۵ متر اول هر کرت و حذف دو ردیف کناری) نمونه برداری از سطح ۸ متر مربع صورت گرفت. سپس بوته‌های برداشت شده در سایه و در هوای آزاد خشک، توزین و پس از کوبیدن و جدا کردن دانه‌ها و کاه و کلش، بوجاری دانه‌ها توسط کارگر انجام شد. بذور بوجاری شده جهت تعیین عملکرد و اندازه گیری روغن و اسانس به آزمایشگاه منتقل شدند. به منظور تعیین اجزای عملکرد، ۵ بوته از هر گیاه و از هر کرت انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شد. سپس عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه، لوبیا و کنجد، شامل تعداد چتر در بوته، چترهای بارور و نابارور در بوته، تعداد چترک در چتر، وزن هزار دانه، ارتفاع و تعداد شاخه‌های جانبی در مورد رازیانه از سطحی معادل ۱×۰/۵ متر و تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و ارتفاع در مورد لوبیا از سطحی معادل ۰/۷۵×۰/۵ متر و تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن کپسول، وزن هزار دانه و ارتفاع در مورد کنجد از سطحی معادل ۵×۰/۵ متر، محاسبه گردید.

اسانس نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کلونجر از ۳۰ گرم بذر و ۵۰ گرم پیکره به روش تقطیر با بخار آب استخراج و اندازه گیری شد و عملکرد اسانس از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد اسانس به دست آمد (۲). به منظور تعیین درصد و عملکرد روغن، مقداری از بذرهاى گیاه جدا شده و حدود دو گرم از بذور را به طور کامل و یکنواخت

عملکرد را در مورد رازیانه ۰/۵ تن در هکتار گزارش کرد.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه در تیمارهای مختلف کشت مخلوط با کنجد و لوبیا
Table 2- Means comparison of yield and yield components of fennel under different mixed cropping systems with sesame and bean

تیمار treatment	ارتفاع بوته Height (cm)	عملکرد دانه Seed yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg ha ⁻¹)	شاخص برداشت Harvest Index %	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	تعداد چتر Umbel number / plant	تعداد چتر نابارور Infertile umbel / plant	تعداد بوته Fertile umbel / plant	تعداد چتر ک در Umbellate number / plant	تعداد چتر ک در Number of seed per umbellate	درصد اسانس Essential oil of vegetative part (%)	درصد اسانس Essential oil (%)	عملکرد روغن Oil yield (kg ha ⁻¹)	درصد روغن Oil (%)
SF	66.4 ^a	358.7 ^b	1022 ^{bc}	0.35 ^a	4.26 ^a	32.4 ^{ab}	5.22 ^a	27.72 ^{ab}	157 ^{bc}	4.31 ^a	2.02 ^a	7.54 ^a	27 ^b	7.54 ^a
BF	63.5 ^a	359 ^b	1372 ^b	0.25 ^b	4.24 ^a	38 ^{ab}	6.77 ^a	31.22 ^a	243 ^b	4.24 ^a	1.84 ^a	7.54 ^a	27.06 ^b	7.54 ^a
BFS	64.2 ^a	182 ^c	623 ^c	0.29 ^{ab}	3.87 ^a	20.5 ^{ab}	5.66 ^a	14.83 ^b	131 ^c	5.39 ^a	1.74 ^a	7.12 ^a	0.13 ^c	7.12 ^a
F	64.7 ^a	578.8 ^a	4251 ^a	0.13 ^c	2.92 ^a	51.6 ^a	10.55 ^a	41.05 ^a	364 ^a	6.04 ^a	1.63 ^a	7.44 ^a	0.43 ^a	7.44 ^a

df: خلاص رازیانه - SF: رازیانه و کنجد - BFS: لوبیا - رازیانه و کنجد - BF: fennel-bean and BFS: fennel-bean+sesame
F: sole fennel, SF: fennel+sesame, BF: fennel-bean and BFS: fennel-bean+sesame

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد کنجد در تیمارهای مختلف کشت مخلوط
Table 3- Analysis of variance (mean square) of yield and yield components of sesame under different mixed cropping systems

منابع تغییر S.O.V	درجه ازادی df	عملکرد دانه Seed yield (kg ha-1)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg ha-1)	شاخص برداشت Harvest Index (%)	ارتفاع بوته Height (cm)	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	تعداد کپسول در بوته Capsule number / plant	تعداد دانه در کپسول Seed number / capsule	وزن دانه در کپسول Seed weight / capsule	درصد روغن Oil (%)	عملکرد روغن Oil yield (kg ha-1)
تکرار replication	2	56856 ^{ns}	411097 ^{ns}	0.0003 ^{ns}	21.2 ^{ns}	0.0085 ^{ns}	87.10 ^{ns}	100.16 ^{ns}	0.0003 ^{ns}	11.14 ^{ns}	32558 ^{ns}
تیمار Treatment	3	54261099 [*]	96008039 [†]	0.0014 ^{ns}	0.651 [†]	0.0272 ^{ns}	491.2 ^{ns}	81.72 ^{ns}	0.0008 [*]	3.64 ^{ns}	1422202 [*]
خطا error	6	298256	7892142	0.0004	121.5	0.0534	253	59.05	0.0001	15.54	56033

ns, * and **; not significant, significant at 5 and 1 % probability level respectively
ns: not significant, * and **; not significant, significant at 5 and 1 % probability level respectively

جهانی و همکاران (۱۱) در بررسی خود بر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط زیره سبز و عدس، بیش‌ترین عملکرد زیره سبز را در تیمار کشت مخلوط ردیفی زیره سبز و عدس و کم‌ترین مقدار عملکرد را در کشت خالص آن گزارش کردند. میرهاشمی و همکاران (۲۲) طی بررسی خود بر کشت مخلوط شنبلیله و زنیان بیش‌ترین عملکرد زنیان را در تیمارهای کشت خالص و کشت مخلوط مشاهده کردند. این محققین بیان کردند که در کشت مخلوط تک ردیفی کاهش عملکرد زنیان نسبت به کشت خالص آن حدود ۱۲ کیلوگرم در هکتار بود که از نظر آماری اختلاف آماری معنی‌داری با کشت خالص نداشت و این امر را ناشی از مزیت کشت مخلوط تک ردیفی نسبت به کشت خالص دانسته‌اند.

عملکرد بیولوژیک رازیانه در تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص در سطح ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۱). عملکرد بیولوژیک این گیاه در تیمار کشت خالص این گیاه (۴۲۵۱ کیلوگرم در هکتار) و کم‌ترین میزان این صفت در کشت مخلوط رازیانه-کنجد-لوبیا (۶۲۳ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. از لحاظ این صفت بین تیمارهای کشت مخلوط رازیانه و کنجد همچنین رازیانه و لوبیا اختلاف معنی داری مشاهده نشد. (جدول ۲). به نظر می‌رسد که رازیانه در تیمار کشت مخلوط سه گیاه به سبب فشار رقابتی بالایی که با لوبیا و کنجد داشته، نتوانسته است از نور و سایر منابع استفاده کند و در نتیجه با تولید کم‌ترین بخش رویشی، کم‌ترین عملکرد را نیز به همراه داشت. همچنین می‌توان گفت رازیانه در کشت مخلوط با لوبیا بدلیل فضای تغذیه‌ای مطلوب‌تر و در کشت مخلوط با کنجد به دلیل شرایط مناسب تر کانونی از نظر نور، نتوانسته از شرایط ایجاد شده در جهت تولید بیش‌تر بهره‌بردار. جهانی و همکاران (۱۱) بیان داشتند که عملکرد بیولوژیکی زیره سبز تحت تاثیر تیمارهای مختلف کشت مخلوط قرار گرفت، به‌طوری‌که حداکثر عملکرد بیولوژیک در تیمار کشت مخلوط ردیفی زیره سبز و عدس مشاهده شد، همچنین حداقل عملکرد بیولوژیک زیره سبز را در تیمار کشت خالص گزارش کردند. کروب (۵) با تحقیق بر روی کشت مخلوط رازیانه و شویده نشان داد که هر دو گیاه در کشت خالص بالاترین عملکرد بیولوژیکی را داشتند، که این اختلاف در مورد رازیانه در مقایسه با سایر تیمارها معنی‌دار گزارش شد.

اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۱). به طور کلی تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص دارای شاخص برداشت بیشتری بودند، به‌طوری‌که کم‌ترین شاخص برداشت در تیمار کشت خالص رازیانه (۰/۱۳) مشاهده شد. بیش‌ترین شاخص برداشت مربوط به تیمار کشت مخلوط رازیانه و کنجد به میزان ۰/۳۵ بود (جدول ۲). میرهاشمی و همکاران (۲۲) نیز بیان کردند که شاخص برداشت

زنیان در تیمارهای کشت مخلوط بیش‌تر از کشت خالص بود. این محققین کم‌ترین مقدار شاخص برداشت را در کشت خالص گزارش کردند. جهانی و همکاران (۱۱) بیش‌ترین شاخص برداشت زیره سبز (۰/۵۸) را در کشت خالص مشاهده کردند. اختلاف در شاخص برداشت را می‌توان به تفاوت در اجزای عملکرد و یا افزایش عملکرد بیولوژیک نسبت داد. شاخص برداشت بالاتر در تیمارهای کشت مخلوط می‌تواند نشان دهنده‌ی برتری این نوع کشت نسبت به کشت خالص باشد.

با توجه به نتایج موجود در جدول ۱، تعداد چتر در بوته که از اجزای عملکرد رازیانه می‌باشد، از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد بود. به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد چتر در بوته در تیمار کشت خالص به تعداد (۵۱/۶۶) و کم‌ترین آن در تیمار رازیانه-لوبیا-کنجد به تعداد (۲۰/۵) بدست آمد (جدول ۲). تعداد چترهای بارور رازیانه نیز تحت تاثیر تیمارهای مخلوط و خالص قرار گرفت (جدول ۱). بیش‌ترین تعداد چتر بارور در تیمارهای کشت مخلوط رازیانه-لوبیا و کشت خالص بدست آمد که میزان آن‌ها به ترتیب ۳۱/۲۲ و ۴۱/۰۵ چتر بارور بود. کم‌ترین میزان چتر بارور (۱۴/۸۳) نیز در تیمار کشت مخلوط سه گیاه به همراه هم و بیش‌ترین میزان چتر نابارور نیز در کشت خالص رازیانه ۱۰/۵۵ مشاهده شد (جدول ۲). به نظر می‌رسد رازیانه در تیمار کشت مخلوط با کنجد و لوبیا نسبت به سایر تیمارها تحت فشار رقابتی بیش‌تری بوده و به همین سبب نتوانسته به اندازه سایر گیاهان موجود در مخلوط از عوامل محیطی به نحو مطلوب استفاده کند. کشت خالص رازیانه دارای بیش‌ترین تعداد چتر بارور و بیش‌ترین تعداد چترک در بوته بود که سبب شده میزان مواد فتوسنتزی تولیدی بین مخازن بیش‌تری تقسیم و سهم هر بخش کاهش یابد و احتمالاً این عامل موجب کاهش وزن دانه‌ها شده است. جهانی و همکاران (۱۱) کم‌ترین تعداد چتر در بوته را در تیمار کشت مخلوط ردیفی زیره سبز و عدس مشاهده کردند. میرهاشمی و همکاران (۲۲) بیش‌ترین مقدار صفات فوق را در تیمار کشت مخلوط تک ردیفی زنیان و شنبلیله گزارش کردند.

تعداد چترک در چتر، تحت تاثیر تیمارهای مختلف کشت خالص و مخلوط قرار گرفت و اختلافات موجود به لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. بیش‌ترین تعداد چترک در بوته ۳۴۶ عدد بود، که در تیمار کشت خالص این گیاه و کم‌ترین آن ۱۳۱/۳۳ در تیمار کشت مخلوط رازیانه-لوبیا-کنجد مشاهده شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که در مورد تعداد دانه در چترک بین تیمارهای کشت مخلوط و خالص از لحاظ آماری تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول ۱)، اما بیش‌ترین تعداد دانه در چترک، مربوط به تیمار کشت خالص رازیانه (۶/۰۴) و کم‌ترین آن ۴/۳۱ در تیمار کشت مخلوط کنجد-رازیانه

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد کینجد در تیمارهای مختلف کشت مخلوط

تیمار	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	تعداد کپسول در بوته	ارتفاع بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن دانه در کپسول	درصد روغن	عملکرد روغن
treatment	Seed yield (kg ha ⁻¹)	Biological yield (kg ha ⁻¹)	Harvest Index (%)	1000 seed weight (g)	Capsule number / plant	Height (cm)	Seed number / capsule	Seed weight / capsule	Oil (%)	Oil yield (kg ha ⁻¹)
S	3766 ^a	15400 ^a	0.25 ^a	2.51 ^a	60.33 ^a	132 ^a	79.6 ^a	0.17 ^{ab}	51.78 ^a	1935 ^a
SF	2300 ^b	7638 ^b	0.30 ^a	2.39 ^a	52.13 ^a	100 ^a	82.6 ^a	0.164 ^b	52.08 ^a	1196 ^b
BS	1325 ^{bc}	4925 ^b	0.26 ^a	2.62 ^a	63.83 ^a	106 ^b	70.53 ^a	0.2 ^a	50.42 ^a	662 ^b
BFS	660 ^c	2307 ^b	0.29 ^a	2.52 ^a	44.54 ^a	102 ^b	66.06 ^a	0.176 ^{ab}	52.09 ^a	343.2 ^c

S: sole fennel, SF: fennel+sesame, BS: sesame+bean and BFS: fennel+bean+sesame
S: کینجد خالص، SF: رازیانه و کینجد، BS: سویا و کینجد، BFS: رازیانه و کینجد و کینجد

مشاهده شد (جدول ۲). جهانی و همکاران (۴) بالاترین تعداد بذر در چتر را در تیمار کشت مخلوط ردیفی زیره سبز و عدس مشاهده کردند. هاگارد و همکاران (۱۵) در تحقیقی که بر کشت مخلوط لوبیا و جو انجام دادند، بیان نمودند نور، آب و مواد غذایی ممکن است که به طور کامل توسط گیاه جذب گردد که این جذب به توانایی گیاهان موجود در مخلوط به منظور رقابت برای فاکتورهای رشدی برمی گردد. بررسی اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص بر درصد اسانس پیکره رازیانه نشان داد که اختلاف موجود بین تیمارها از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین درصد اسانس پیکره به میزان ۱/۲۴ درصد از تیمار کشت مخلوط رازیانه-لوبیا و کمترین آن ۰/۸۷ درصد بود که در تیمار کشت مخلوط رازیانه-لوبیا - کینجد مشاهده شد (جدول ۲). حسن زاده (۱۶) بیان کرد که در کشت مخلوط مرزه (*Saturejahortensis*L.) و شبدر ایرانی (*Trifoliumresupinatum*L.) درصد اسانس مرزه در کلیه تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از تیمار خالص مرزه بود. مافی و ماکسیاریل (۲۱) نیز بیان کردند که در کشت مخلوط نعنای و سویا، کیفیت و عملکرد اسانس نعنای به دلیل افزایش درصد منتول، در مقایسه با کشت خالص بیش تر بود.

تیمارهای مختلف کشت خالص و مخلوط تأثیر معنی داری بر درصد روغن این گیاه نداشتند (جدول ۱). به لحاظ عددی بالاترین درصد روغن ۷/۵ درصد بود که در تیمار لوبیا- رازیانه بدست آمد. اما تأثیر تیمارها مختلف بر روغن گیاه کینجد تأثیرات معنی داری را نشان داد. به طوری که بیشترین میزان عملکرد روغن (۳۳ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کشت خالص و کمترین آن ۱۳ کیلوگرم در هکتار در تیمار رازیانه- لوبیا و کینجد مشاهده شد (جدول ۲). به نظر می رسد وجود رقابت درون گونه ای بین سه گیاه و ممانعت گیاهان غالب در این تیمار به طور مستقیم با کاهش تولید و عملکرد رازیانه، میزان روغن این گیاه را تحت تأثیر قرار داده است.

عملکرد و اجزای عملکرد کینجد در تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص

عملکرد گیاه کینجد تحت تأثیر تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص معنی دار بود (جدول ۳). به طوری که بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار کشت خالص کینجد (۳۷۶۶ کیلوگرم در هکتار) بود و تیمار کینجد- رازیانه- لوبیا (۶۶۰ کیلوگرم در هکتار) کمترین میزان عملکرد دانه را داشت. بین تیمار کشت مخلوط کینجد و رازیانه و همچنین کینجد و لوبیا از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۴). به نظر می رسد گیاه کینجد توانسته است از کم توقع بودن رازیانه نسبت به شرایط محیطی به نفع افزایش تولید استفاده کند.

به نظر می‌رسد گیاه کنجد در مخلوط با رازیانه و لوبیا به سبب رقابت بین گونه‌ای زیادی که وجود داشته توانسته است از منابع موجود به نحو مطلوبی استفاده کند. پورامیرو همکاران (۲۵) طی بررسی خود بر کشت مخلوط کنجد و نخود بیان داشتند که کنجد در کشت ردیفی بالاترین عملکرد اقتصادی (۱/۳۵ تن در هکتار) را تولید کرد. این محققین دلیل این برتری در کشت‌های ردیفی را به استفاده بهتر از منابع و رقابت کمتر بین گونه نسبت دادند همچنین بسته شدن کانوبی به نحو مطلوب و پوشش دادن زمین و استفاده بهتر از نور را نیز از علل این برتری بیان داشتند. الو ادیمو (۲۳) طی بررسی خود بر کشت مخلوط کنجد و آفتابگردان (*Helianthus annuus*) اظهار داشتند که عملکرد کنجد در تیمار کشت خالص بیش‌تر از کشت مخلوط بود.

نتایج این بررسی نشان داد که بین تیمارهای مختلف در مورد عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). بیش‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک کنجد، ۱۵۴۰۰ کیلوگرم در هکتار، در تیمار کشت خالص و کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک، ۲۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، در تیمار کشت مخلوط ردیفی سه گونه به‌دست آمد (جدول ۴). وجود عملکرد بیولوژیک بالا در صورتی که گیاه در معرض تنش‌های زنده و غیر زنده نباشد، می‌تواند منجر به تولید بیش‌تر در گیاه گردد. شاخص برداشت پایین‌تر در تیمار کشت خالص کنجد نسبت به سایر تیمارها موید این مطلب است که رقابت درون گونه‌ای در تیمار کشت خالص سبب شده که گیاه تولید بخش رویشی را افزایش داده و سهم بخش زایشی از این تولید کم‌تر شود. پورامیرو همکاران (۲۵) طی بررسی خود بر کشت مخلوط کنجد و نخود بیان کردند که تیمار تک کشتی کنجد با ۴/۲۶ تن در هکتار بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک را به همراه داشت.

بررسی اثر تیمارهای مختلف کشت خالص و مخلوط بر ارتفاع بوته کنجد نشان داد که این تیمارها تاثیر معنی‌داری را بر ارتفاع این گیاه داشتند (جدول ۳). بیش‌ترین ارتفاع بوته، ۱۳۲ سانتی‌متر در تیمار کشت خالص و کمترین آن ۱۰۰ سانتی‌متر در تیمار کنجد- رازیانه مشاهده شد. اما به‌طور کلی بین تیمارهای کشت مخلوط از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). به نظر می‌رسد در کشت خالص، افزایش رقابت درون‌گونه‌ای در جهت کسب نور سبب افزایش رشد ساقه در تیمار کشت خالص شده باشد. کروبوا همکاران (۵) طی بررسی خود در ارتباط با کشت مخلوط رازیانه و شوید گزارش کردند که گیاه رازیانه از لحاظ ارتفاع تحت تأثیر قرار نگرفت. این محققین هم‌چنین در مورد شوید نیز کمترین ارتفاع را در تیمار کشت خالص گزارش کردند.

همان‌طور که در جدول ۳ ملاحظه می‌گردد، وزن دانه در کپسول تحت تأثیر تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص قرار گرفت. تیمار

کشت مخلوط کنجد- لوبیا با وزن دانه در کپسول ۰/۲ گرم و کشت مخلوط کنجد- رازیانه با مقدار ۰/۱۶ گرم به ترتیب بیش‌ترین و کمترین اختلافات را نشان دادند (جدول ۴). به نظر می‌رسد کنجد توانسته تحت تأثیر مثبتی که از لوبیا پذیرفته، با افزایش مواد فتوسنتزی و اختصاص آن به مخازن موجود، سبب افزایش وزن دانه‌ها در کپسول شود. پورامیرو همکاران (۲۵) گزارش کردند که در آرایش‌های متفاوت کشت، کشت ردیفی کنجد، دارای بیش‌ترین تعداد کپسول در بوته بود. این محققین هم‌چنین گزارش کردند که کمترین تعداد کپسول در بوته در کشت خالص کنجد (۱۷/۵۹) بدست آمد.

همان‌طور که در جدول ۳، ملاحظه می‌گردد اختلاف بین تیمارهای مختلف در مورد صفت درصد روغن به لحاظ آماری معنادار نبود. اما به لحاظ مقداری، بالاترین درصد روغن (۵۲/۰۹ درصد) مربوط به تیمار کشت مخلوط کنجد، رازیانه و لوبیا بود و کمترین میزان آن در تیمار کشت مخلوط کنجد و لوبیا مشاهده گردید (جدول ۴). بین تیمارهای مختلف در مورد عملکرد روغن، اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۳). بیش‌ترین میزان عملکرد روغن (۱۹۳۸ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کشت خالص کنجد و کمترین آن (۳۴۳۰۲ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کشت مخلوط سه گیاه بدست آمد (جدول ۴). با توجه به نتایج موجود به نظر می‌رسد وجود رقابت بین گونه‌ای با تأثیری که بر کاهش عملکرد دانه دارد، منجر به کاهش عملکرد روغن در این گیاه شده است.

عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا

اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص بر عملکرد دانه لوبیا معنی‌دار بود (جدول ۵). کشت خالص با عملکرد ۱۴۵۰ کیلوگرم در هکتار، بیش‌ترین و تیمار کشت مخلوط هر سه گیاه کمترین عملکرد ۱۸۳/۸ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۶). لوبیا در تمامی تیمارهای مخلوط گیاهی مغلوب بوده و نتوانست به نحو مطلوب از عوامل محیطی به‌ویژه نور بهره‌بردار، در نتیجه میزان تولید پایینی داشت. علاوه بر این، وجود بیماری در تیمارهای کشت مخلوط اثر به مراتب بیش‌تری را بر لوبیا نشان داد، از آن‌جایی که رطوبت در تیمارهای کشت مخلوط بهتر از کشت خالص حفظ می‌شود، ممکن است وجود رطوبت بالا در این تیمارها سبب تشدید بیماری شده باشد. نتایج نشان داد که بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص از نظر عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت (۵). به طوری که بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک از تیمار کشت خالص (۶۶۸۸ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن (۹۵۷ کیلوگرم در هکتار) از تیمار کشت مخلوط لوبیا- کنجد- رازیانه بدست آمد (جدول ۶).

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا در تیمارهای مختلف کشت مخلوط

Table5- Analysis of variance (mean square) of yield and yield components of bean under different mixed cropping systems

میانگین مربعات Means of Squares							
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی Df	ارتفاع بوته Height (cm)	عملکرد دانه Seed yield (kg ha-1)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg ha-1)	وزن صد دانه 100 seed weight (g)	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	تعداد دانه در غلاف Seed number per pod
		40640 ^{ns}	475487 ^{ns}	0.0027 ^{ns}	4.30 ^{ns}	73.93 ^{ns}	0.1039 ^{ns}
تکرار	2	966080 ^{**}	59698380 ^{**}	0.0076 ^{ns}	15.17 ^{ns}	480.2 ^{ns}	0.8052 [*]
تیمار	3	22136	1164565	0.0037	8.63	90.07	0.0739
خطا	6						

ns، *** و ** به ترتیب عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد
ns, * and **: not significant, significant at 5 and 1 % probability level respectively

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا در تیمارهای مختلف کشت مخلوط

Table 6- Means comparison of yield and yield components of bean under different mixed cropping systems with sesame and bean

تیمار Treatment	ارتفاع بوته Height (cm)	عملکرد دانه Seed yield (kg ha-1)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg ha-1)	وزن صد دانه 100 seed weight (g)	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	تعداد دانه در غلاف Seed number per pod
B	1450 ^a	6688 ^a	0.21 ^a	23.21 ^a	52.01 ^a	5.36 ^a
Bs	386.3 ^b	1766 ^b	0.20 ^a	18.03 ^a	46.25 ^a	4.8 ^b
Bf	468.7 ^b	1565 ^b	0.29 ^a	20.83 ^a	54.12 ^a	4.10 ^c
Bfs	183.8 ^b	957 ^b	0.19 ^a	19.16 ^a	43.05	4.75 ^b

B: لوبیا خالص- BS: لوبیا و کنجد- BF: لوبیا و رازیانه- BFS: لوبیا- رازیانه و کنجد
B: sole bean, Bs: bean+sesame, Bf: bean+fennel and Bfs: bean+fennel+sesame

تقسیم کند که در این صورت می توان گفت سهم هر غلاف از میزان مواد فتوسنتزی تولیدی کم شد و در نتیجه تعداد دانه در غلاف کاهش یافته است. میرهاشمی و همکاران (۲۲) طی بررسی خود بر کشت مخلوط رازیانه و شنبلیله عدم اختلاف معنی دار را در مورد تعداد دانه در غلاف شنبلیله گزارش کردند.

ارزیابی تیمارهای مختلف کشت مخلوط رازیانه، کنجد و لوبیا با استفاده از نسبت برابری زمین (LER)

همان طور که در جدول ۷ و شکل ۱ مشاهده می گردد بیشترین میزان LER در تیمار کشت مخلوط کنجد- رازیانه با مقدار عددی ۱/۲۲ و کمترین آن ۰/۶۰ در تیمار کنجد- لوبیا و کنجد- رازیانه و لوبیا مشاهده شد. می توان گفت تیمار کنجد- رازیانه نسبت به کشت خالص این دو گونه گیاه برتری داشت و همچنین در بین سایر تیمارهای کشت مخلوط نیز این برتری مشاهده شد.

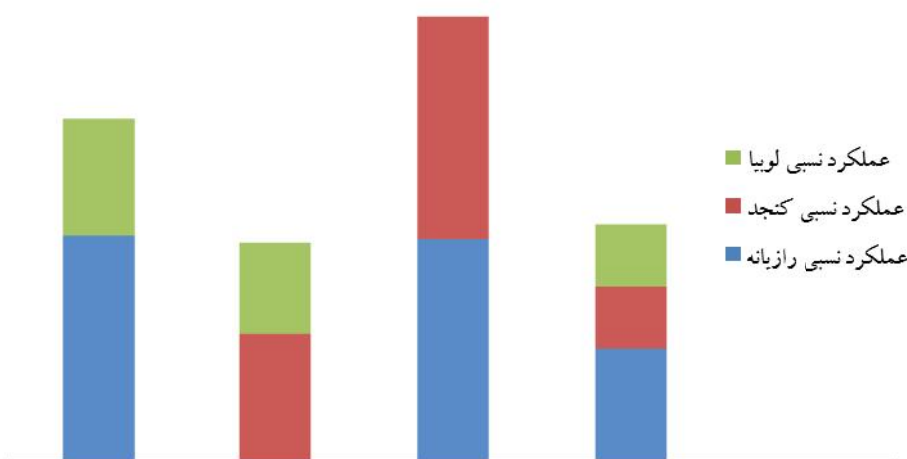
به طور کلی در مورد لوبیا عملکرد بیولوژیک، در تیمارهای کشت مخلوط کمتر از کشت خالص این گیاه بود. پایین بودن عملکرد بیولوژیک لوبیا در تیمارهای کشت مخلوط می تواند به دلیل رقابتی باشد که لوبیا با سایر گونه ها در مخلوط داشته است. جهانی و همکاران (۱۱) بیان داشتند در کشت مخلوط عدس با زیره، کشت خالص بیشترین عملکرد بیولوژیک را به همراه داشت. به نظر می رسد با افزایش رقابت بین گونه ای، رقابت بر سر آب و مواد غذایی بیش تر شده و عملکرد بیولوژیک در کشت مخلوط کاهش یافته است.

بررسی تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص (جدول ۵) نشان داد که بین تیمارهای مختلف در مورد تعداد دانه در غلاف اختلاف معنی داری وجود داشت. به طوری که بیشترین تعداد دانه در غلاف ۵/۳۶ مربوط به تیمار کشت خالص و کمترین آن ۴/۱ مربوط به تیمار کشت مخلوط ردیفی لوبیا و رازیانه بود (جدول ۶). به نظر می رسد افزایش تعداد غلاف در تیمار کشت مخلوط لوبیا و رازیانه موجب آن شد که گیاه، مواد فتوسنتزی تولیدی خود را بین مخازن بیشتری

جدول ۷- مقادیر نسبت برابری زمین (LER) در تیمارهای مختلف کشت مخلوط رازیانه، کنجد و لوبیا

Table 7- Land equivalent ratio (LER) for different intercropping treatments of fennel, sesame and bean

تیمار Treatment	عملکرد نسبی رازیانه Relative yield of fennel	عملکرد نسبی کنجد Relative yield of sesame	عملکرد نسبی لوبیا Relative yield of bean	کل LER Total LER
رازیانه-لوبیا Bean-Fennel	0.62	–	0.32	0.94
کنجد-لوبیا Bean- sesame	–	0.35	0.25	0.60
کنجد-رازیانه Fennel-Sesame	0.61	0.61	–	1.22
کنجد-رازیانه-لوبیا -Fennel-Sesame Bean	0.31	0.17	0.12	0.60



شکل ۱- مقادیر نسبت برابری زمین (LER) در تیمارهای مختلف کشت مخلوط رازیانه، کنجد و لوبیا

Figure 1- Land equivalent ratio (LER) for different intercropping treatments of fennel, sesame and bean

لگوها ذکر کرده اند. پورامیر و همکاران (۲) طی بررسی خود بر کشت مخلوط کنجد و نخود بیان داشتند که سهم نخود در تیمارهای کشت مخلوط کاهش یافت. در تحقیقی دیگر بر روی کشت مخلوط زیره سبز و نخود نیز مشاهده شد که LER جزئی درمورد نخود در هیچ یک از تیمارها بالاتر از یک نبود و نخود از کشت مخلوط با زیره سبز اثر مثبت نپذیرفته بود (۷).

نتیجه گیری کلی

به طور کلی نتایج این بررسی نشان داد که کشت مخلوط اثر معنی داری بر عملکرد کنجد و رازیانه و لوبیا داشته است. تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص تأثیر معنی داری بر درصد و عملکرد

عملکرد جزئی رازیانه در کشت مخلوط با کنجد و همچنین در کشت مخلوط با کنجد نسبت به خالص برتری نشان داد که این می تواند نشان دهنده اثر مثبتی باشد که کنجد بر رازیانه داشته است. جهانی و همکاران (۴) طی بررسی خود بر کشت مخلوط زیره و عدس بیان داشتند که LER جزئی زیره در تمامی تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از یک بود. میرهاشمی و همکاران (۱۱)، نیز عملکرد نسبی زنیان را در تمامی تیمارها بیشتر از شنبلیله گزارش کردند.

کمترین عملکرد جزئی لوبیا در تیمار کشت مخلوط رازیانه- لوبیا و کنجد ۰/۱۷ بدست آمد (جدول ۷). به نظر می رسد افزایش رقابت و سایه اندازی رازیانه و کنجد بر لوبیا یکی از دلایل کاهش عملکرد جزئی لوبیا باشد. مطالعات زیادی این کاهش عملکرد نسبی را در

است و بیشترین میزان عملکرد این گیاه در تیمار کشت خالص مشاهده شد. با توجه به مقادیر نسبت برابری زمین می‌توان تیمار کشت مخلوط رازیانه و کنجد را با نسبت برابری ۱/۲۲ به عنوان تیمار برتر در بین سایر تیمارها معرفی کرد. با توجه به نسبت برابری بدست آمده، بررسی نسبت‌های کاشت در مخلوط رازیانه و کنجد و همچنین شیوه‌های متفاوت کاشت مانند کشت نواری که امکان برداشت مکانیزه گیاه را فراهم می‌کند می‌تواند راه گشای تحقیقات آینده باشد.

اسانس رازیانه نداشتند. اما این تیمارها تأثیر معنی داری بر عملکرد روغن این گیاه به همراه داشته‌اند. بیشترین میزان روغن در این در تیمار کشت خالص و بیشترین میزان عملکرد روغن کنجد نیز در تیمار کشت خالص این گیاه مشاهده شد. به نظر می‌رسد وجود رقابت درون گونه‌ای بالا در تیمار کشت مخلوط سه گونه علت اصلی عملکرد ضعیف در مورد اکثر صفات مورد بررسی باشد. همچنین با توجه به عملکرد جزئی لوبیا می‌توان گفت این گیاه در تمامی تیمارها مغلوب سایر گونه‌ها بوده و از شرایط موجود به نحو مطلوب بهره نبرده

منابع

- 1- AOCS: Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. 1993. AOCS Press, Champaign, IL (USA).
- 2- Arganosa G.C., Sosuskli F.W. and Slikard A.E. 1998. Seed yield and essential oil of biennial caraway grown in Western Canada. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 1(9): 9-17.
- 3- Alikamar R. 2004. Density of cumin and chickpea intercropping with emphasis on weed control in Mashhad. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad. Iran. (in Persian with English Summary).
- 4- Beheshti A. 1995. Effect of different planting density on yield and yield components of grain sorghum and soybean in mixed cropping system. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad. Iran. (In Persian with English Summary).
- 5- Carrubba A., Torre R. and Matranga A. 2008. Cultivation trials of some aromatic and medicinal plants in a semi-arid mediterranean environment. Proceedings of an International Conference on MAP, Acta Horticulture (ISHS).
- 6- Gliessman S. R. 1997. Agroecology: Ecological Process in Sustainable Agriculture. Arbor Press. 357p.
- 7- Gheshm R. and Tajbakhsh A. M. 2001. The effect of planting density on corn and soybeans and corn Heading on yield components and yield, competition and production ecological on the intercropping. Agricultural Sciences and Technology Journal, 15(2): 65-73
- 8- Iftikhar Hussain B., Ahmad R., Jabbar A., Nazir M. S. and Mahmood T. 2006. Competitive behaviour of component crops in different sesame-legume Intercropping Systems. International Journal of Agriculture & Biology 2:165-167.
- 9- Francis C.A. 1986. Biological efficiencies in multiple cropping systems. Advances in Agronomy Journal 42: 1-41.
- 10- Jackson L.E., Pascual U. and Hodgkin T. 2007. Utilizing and conserving agrobiodiversity in agricultural landscapes. Agronomy Ecosystem Environment, 121: 196-210.
- 11- Jahani M., Koocheki A., Nassiri Mahallati M., 2008. Comparison of different intercropping arrangements of cumin (*Cuminum cyminum* L.) and lentil (*Lens culinaris* M.). Iranian Journal of Field Crops Research, 6: 67-78. (In Persian with English Summary)
- 12- Javanshir A., Dabbagh Mohammadi Nasab A., Hamidi A., and Gholipour C. (Eds.), 2000. The ecology of intercropping (translation). Jihad, Mashhad University Press.
- 13- Jahan M. 2004. Examine the ecological aspects of cultivation, manure mixed with chamomile and calendula Agronomy. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad. Iran. (In Persian with English Summary).
- 14- Jahan M., Koocheki A., and Nassiri. Mahallati. M. 2008. Investigate various combinations of intercropping of lentil and cumin in low input agricultural systems. Iranian journal of field crop research, 6: 67-78
- 15- Haggaard H., Ambus P. and Jensen E. S. 2001. Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea barley intercropping. Field Crop Research 70: 101-109.
- 16- Hasanzade F. 2007. The effect of density on yield and agronomic characteristics of savory and persian clover intercropping. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad. Iran. (in Persian with English Summary).
- 17- Koocheki A., Nassiri Mahallati M., Khorramdel S., Anvarkhah S., Sabt Teimouri M. and Sanjani S. 2010. Evaluation of growth indices of hemp (*Cannabis sativa* L.) and sesame (*Sesamum indicum* L.) in intercropping with replacement and additive series. Journal of Agricultural Ecology, 2: 30-40.
- 18- Koocheki A., Nakh Forosh A. and Zarif ketabi K. 1997. Organic Agriculture. Ferdowsi University of Mashhad press.
- 19- Kombiok J. M., Buah S. S. J. and Dzomeku K. 2012. Rice influence on grain yield of maize in maize/rice mixture in the Northern Guinea Savanna zone of Ghana. Journal of Crop Improvement, 26(1): 87-100.
- 20- Maffei M. and Mucciarelli M. 2003. Essential oil yield in peppermint/soybean strip intercropping. Field Crop Research, 84: 229-240.
- 21- Mahale M.M., Nevase T. and Chavan P.G. 2008. Yield of sesame (*Sesamum indicum*) and groundnut (*Arachis*

- hypogaea*) as influenced by different intercropping ratios and sulphur levels Legume Research, 31:268-271
- 22- Mirhashemi S.M., Koocheki A., Parsa M. and Nassiri Mahallati, M. 2010. Evaluation of growth indices of ajowan and fenugreek in pure culture and intercropping based on organic agriculture. Iranian Journal of Field Crops Research, 7: 685-694. (in Persian with English Summary.)
- 23- Olowe v.I.O. and Adeyemo A.Y. 2009. Enhanced crop productivity and compatibility through intercropping of sesame and sunflower varieties. Annals of Applied Biology, 155:285-291
- 24- Pelzer E., Bazot M. and Makowski D. 2012. Pea-wheat intercrops in low-input conditions combine high economic performances and low environmental impacts. European Journal of Agronomy, 40: 39-53.
- 25- Pour. Amir. F., Nassiri. Mahallati. M., Koocheki. A. and Ghorbani. R. 2010. The effect of different combinations of cropping on yield and yield components of sesame and pea intercropping on incremental series. Iranian journal of field crop research, 8(3): 339-402
- 26- Sasatawa B.M., Lawan M. and Maina Y.T. 2004. Management of insect pests of soybean: effects of sowing date and intercropping on damage and grain yield in the Nigerian Sudan savanna. Crop Protection, 23: 155-161.
- 27- Sujatha S., Bhat R., Kannan C. and Balasimha D. 2011. Impact of intercropping of medicinal and aromatic plants with organic farming approach on resource use efficiency in arecanut (*Areca catechu* L.) plantation in India IndustrialCrops and Products,33(1): 78-83.
- 28- Tripathi S. and Dwivedi A. K. 2009. Economics of intercropping fennel with cauliflower. Annals of Horticulture, 2(1): 32-37.



بررسی تاثیر برخی محیط کشت‌های پایه و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مختلف بر رشد درون شیشه‌ای فندق

پریسا دریانی^۱ - ناصر زارع^{۲*} - اسماعیل چمنی^۳ - پریسا شیخ زاده مصدق^۴ - داود جوادی مجد^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۲

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تاثیر چند نوع محیط کشت پایه و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر استقرار و پرآوری درون شیشه‌ای فندق (*Corylus avellana*) انجام گرفت. برای این منظور، جوانه‌های جانبی و انتهایی رقم فرتیل فندق در فصل بهار تهیه شده و پس از ضدعفونی روی محیط کشت‌های MS، NRM، MS و 1/2MS حاوی ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر IBA و سطوح مختلف BAP کشت شدند. نتایج نشان داد که بین محیط کشت‌های مختلف و همچنین سطوح متفاوت BAP تفاوت معنی‌داری از نظر درصد شاخه‌دهی، تعداد برگ در هر ریزنمونه و طول ساقه رشد کرده وجود دارد. براساس مقایسات گروهی مستقل، اگرچه درصد شاخه‌دهی محیط کشت پایه MS به طور معنی‌داری بیشتر از محیط کشت NRM و 1/2MS بوده ولی طول ساقه‌های رشد کرده در محیط کشت NRM به طور معنی‌داری بیشتر از دو محیط کشت پایه دیگر بود. به طوری که محیط کشت NRM حاوی ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر IBA و یک میلی گرم بر لیتر BAP با ۵۰ درصد شاخه‌دهی، ۵/۳۳ برگ در هر ساقه و ۱/۶ cm طول ساقه رشد کرده مناسب ترین شرایط را برای مرحله استقرار و رشد ریزنمونه‌ها فراهم آورد. ساقه‌های رشد کرده در مرحله استقرار، به صورت ریزنمونه‌های تک گره به محیط کشت NRM حاوی ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر IBA و غلظت‌های مختلف BAP و TDZ انتقال داده شد. بیشترین درصد رشد به همراه کمترین درصد کالوس‌زایی و قهوه‌ای شدن در تیمار ۵ میلی گرم بر لیتر BAP به همراه ۰/۰۵ میلی گرم بر لیتر IBA به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: پرآوری جوانه، جوانه‌های جانبی و انتهایی، کشت بافت گیاهی، *Corylus avellana*

مقدمه

استاندارد و جدید حاصل از برنامه‌های اصلاحی بیش از پیش ضروری است.

روش‌های کلاسیک تکثیر فندق با استفاده از بذر، قلمه و خوابانیدن زمان بر بوده و کارایی پایینی در ازدیاد تجاری این گیاه دارند. تکنیک ریزازدیادی درون شیشه‌ای راهکار مناسبی را برای تکثیر انبوه و توزیع سریع لاین‌ها یا ارقام برتر و جدید در سطح تجاری فراهم می‌آورد. علاوه بر این، با استفاده از این تکنیک امکان تکثیر انبوه نهال‌های یکنواخت و عاری از بیماری و توزیع آن بین کشاورزان وجود دارد (۱۰). سرعت شاخه‌زایی کم و میزان بالای آلودگی میکروبی از عوامل اصلی محدود کننده موفقیت در ریزازدیادی درختان می‌باشد (۴). اغلب به منظور به حداقل رساندن مشکلات، از بافت‌های جوان (قاعده جوانه) درختان بالغ استفاده می‌شود (۲ و ۴).

ترکیب محیط کشت نقش مهمی در موفقیت ریزازدیادی دارد. محیط کشت‌های مختلفی برای کشت بافت فندق به منظور استقرار و اندام‌زایی مورد استفاده قرار گرفته است (۱۵)، که از جمله آن‌ها

فندق با نام علمی *Corylus avellana* یکی از محصولات مهم مغز دانه‌ای و سومین محصول زمین‌های آبی در حوزه رودخانه‌ها می‌باشد (۸). میوه این گیاه سرشار از پروتئین (۱۹ درصد) و مواد مغذی، روغن (۲۰ درصد به طور متوسط)، و همچنین منبع بسیار خوبی از ویتامین B₆ است. روغن فندق مانند روغن زیتون، حاوی ۷۰ درصد چربی‌های غیر اشباع می‌باشد (۱۴). با توجه به کاربردهای زیاد فندق در آجیل و همچنین وسایل آرایشی-بهداشتی، در بسیاری از کشورها تولید فندق ترویج یافته و در حال رشد است. با توجه به تقاضای در حال افزایش برای فندق، تکثیر و توزیع سریع ارقام

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی، استادیار، دانشیار و استادیار دانشگاه محقق اردبیلی
(*) نویسنده مسئول: (Email: zarenasser@yahoo.com)
۵- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

مايع ظرف شويی به مدت ۳۰ دقيقه شستشو داده شده و سپس به مدت دو ساعت با آب جاری آبکشی شدند. سپس، جوانه‌های انتهایی و جانبی با استفاده از الک ۷۰ درصد به مدت یک دقيقه و سپس هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد به مدت ۱۰ دقيقه ضدعفونی سطحی شده و پس از سه بار آبکشی با آب مقطر استریل به مدت ۵ دقيقه، روی محیط کشت انتقال داده شدند.

محیط کشت‌های مورد استفاده برای کشت ریزنمونه‌های جوانه جانبی و انتهایی عبارتند از: محیط کشت پایه NRM (۱۲) حاوی سطوح مختلف صفر، ۱، ۲، ۳، ۵ و ۸ میلی گرم در لیتر BAP به همراه ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر IBA، محیط کشت پایه MS (۹) حاوی صفر، ۳، ۵ و ۸ میلی گرم در لیتر BAP به همراه ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر IBA و محیط کشت ۱/۲ MS حاوی سطوح صفر، ۱ و ۳ میلی گرم در لیتر BAP به همراه ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر IBA. کشت‌ها در اتاقک رشد با فتوپریود ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و در دمای 25 ± 2 درجه سانتی گراد و نور لامپ‌های فلورسنت نگهداری شدند. زیرکشت ریزنمونه‌ها از هر ۴ هفته یکبار انجام گرفت. درصد ریزنمونه‌های رشد کرده، تعداد برگ، طول ساقه و فاصله میانگره حدود ۲-۳ هفته بعد از کشت ثبت شد.

ریزنمونه‌های رشد یافته در مرحله استقرار، به منظور رشد و تکثیر بیشتر به محیط کشت‌های NRM حاوی ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر IBA به همراه ۲/۵، ۵ و ۸ میلی گرم در لیتر BAP یا TDZ منتقل شدند. صفات درصد شاخه‌دهی، کالوس‌دهی و درصد قهوه‌ای شدن ریزنمونه‌ها ۴ هفته پس از کشت یادداشت گردید. آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و حداقل ۱۵ ریزنمونه در هر تکرار انجام یافت. برای مقایسه محیط کشت‌های پایه مختلف از مقایسات گروهی مستقل استفاده گردید و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS Version 19 انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای مختلف از نظر درصد شاخه‌دهی، تعداد برگ، طول ساقه و فاصله میانگره در مرحله استقرار اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بیشترین درصد شاخه‌دهی (۶۶/۶۷ درصد)، در محیط کشت MS حاوی ۳ و ۵ میلی گرم در لیتر BAP و همچنین محیط کشت NRM حاوی یک میلی گرم بر لیتر BAP به همراه ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر IBA (۵۰ درصد) مشاهده شد. علاوه بر این، بیشترین تعداد برگ، طول ساقه و فاصله میانگره، به ترتیب با میانگین ۵/۳۳، ۱/۵۳ سانتی متر و ۰/۴ سانتی متر در محیط کشت NRM حاوی یک میلی گرم بر لیتر BAP و ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر IBA مشاهده شد. با این حال، بین این

می‌توان به محیط کشت‌های اندرسون^۱ (۱)، محیط کشت MS^۲ (۹)، محیط کشت MWPMC^۳ و DKW^۴ (۵) تغییر یافته (۱۶) اشاره نمود. مطالعات نشان داده که استفاده از ترکیب مواد معدنی و آلی در نسبت مشابه با ترکیب معدنی و آلی دانه می‌تواند برای کشت بافت و ریزازدیادی در بیشتر گیاهان مطلوب باشد. از محتوای مواد معدنی دانه در ریزازدیادی تجاری گونه‌های ریکالسیترانت^۵ به عنوان محیط کشت استفاده می‌شود. رشد ریزنمونه‌ی فندق در محیط کشت NRM^۶ (که دارای ترکیب مواد غذایی مشابه با دانه فندق است) با ریزنمونه‌ی کشت شده در محیط‌های کشت WPM^۷، NN^۸، DKW و MS^۹ مورد مقایسه قرار گرفته و میانگین رشد طول ساقه در محیط کشت NRM تا سه برابر بیشتر از محیط کشت‌های دیگر و پتانسیل سرعت چند شاخه‌ای شدن در این محیط (تا ۱۰۷ درصد) و محیط کشت WPM (تا ۸۵ درصد) بالاتر از محیط کشت‌های دیگر گزارش شده است (۱۰ و ۱۲). دامیانو و همکاران (۳) در مطالعه‌ی رقم‌های مختلف فندق در ایتالیا گزارش کردند که محیط کشت DKW و MOLT که ترکیبی از محیط DKW و WPM است، به همراه ۱/۵ یا ۲ میلی گرم در لیتر BA، ۰/۱ میلی گرم در لیتر GA₃ و ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر IBA برای مرحله شاخه‌زایی مناسب می‌باشد.

تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی که در غلظت بسیار کم در گیاه تولید می‌شوند، یکی از مهم‌ترین عوامل موثر در تنظیم تقسیم، رشد و تمایزبایی سلول گیاهی هستند. اکسین‌ها و سیتوکینین‌ها به تنهایی و یا در ترکیب با یکدیگر، پرکاربردترین تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در کشت سلول، بافت و اندام گیاهی بوده و نقش بسیار مهمی در استقرار و رشد درون شیشه‌ای ریزنمونه‌ها دارند. با این حال، نوع و غلظت تنظیم‌کننده رشد گیاهی مورد نیاز برای رشد مطلوب درون شیشه‌ای بسته به گونه گیاهی، ژنوتیپ و نوع ریزنمونه مورد استفاده، متفاوت است (۲ و ۷). این تحقیق به منظور بررسی تاثیر نوع محیط کشت پایه و ترکیب تنظیم‌کننده‌های رشد بر استقرار، رشد و تکثیر درون شیشه‌ای فندق انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های رقم فرتیل فندق از ایستگاه تحقیقاتی فندق رودسر (استان گیلان) در اوایل فصل بهار تهیه گردید. ابتدا سرشاخه‌ها با

- 1- Anderson
- 2- Murashige and Skoog
- 3- Modified Woody Plant Medium for Chestnut
- 4- Driver and Kuniyuki Walnut medium
- 5- Recalcitrant
- 6- Nas and Read Medium
- 7- Woody Plant Medium
- 8- Nitsch and Nitsch

BAP نیاز دارد. کاربرد غلظت بالاتری از هورمون BAP هر چند باعث افزایش شاخه‌دهی و تعداد برگ شد، اما این رشد به صورت کپه‌ای بوده و از طول ساقه و فاصله میانگره ریزنمونه‌های فندق کاسته و شرایط را برای مرحله تکثیر سخت می‌کند. در حالی که در محیط کشت NRM حاوی یک میلی‌گرم بر لیتر BAP علاوه بر درصد شاخه‌دهی زیاد، نوساقه‌های رشد کرده از تعداد برگ و طول ساقه مناسبی نیز برخوردار بودند (جدول ۱). به عبارت دیگر، از نظر صفات مورفولوژیکی نوساقه‌های رشد کرده جهت انتقال به مرحله تکثیر، محیط کشت پایه NRM به همراه یک میلی‌گرم در لیتر BAP و ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر IBA نوساقه‌های مناسب‌تری را برای مرحله تکثیر فراهم نمود (شکل ۱).

ترکیبات محیط کشت NRM شبیه به موادغذایی موجود در بذر گیاه فندق می‌باشد، که بهترین شرایط رشدی را فراهم آورده است (۱۰ و ۱۲). رشد ریزنمونه‌ی فندق کشت شده در محیط‌های کشت WPM، NN، DKW و MS مورد مقایسه قرار گرفته و میانگین رشد طول ساقه در محیط کشت NRM تا سه برابر بیشتر از محیط کشت‌های دیگر و پتانسیل سرعت چند شاخه‌ای شدن در این محیط (تا ۱۰۷ درصد) و محیط کشت WPM (تا ۸۵ درصد) بالاتر از محیط کشت‌های دیگر گزارش شده است (۱۰ و ۱۲). ولی در تحقیق حاضر، مقایسات گروهی مستقل محیط کشت‌های پایه مورد استفاده از لحاظ پاسخ رشدی ریزنمونه‌ها نشان داد که طول ساقه رشد کرده در محیط کشت NRM به‌طور معنی‌داری بیشتر از محیط‌های MS و ۱/۲MS بوده ولی درصد شاخه‌دهی ریزنمونه‌ها (درصد ریزنمونه‌های رشد کرده) در محیط کشت MS به‌طور معنی‌داری بیشتر از NRM به دست آمد (جدول‌های ۱ و ۲).

جدول ۱- میانگین شاخه‌دهی، تعداد برگ و طول ساقه ریزنمونه‌های فندق در محیط کشت‌های مختلف حاوی ۰/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر IBA به همراه

غلظت‌های مختلف BAP

Table 1- Shooting, number of leaves and stem length of hazelnut explants on different media containing 0.01 mg/l IBA and different concentrations of BAP

محیط کشت پایه	غلظت BAP	درصد شاخه‌دهی	تعداد برگ	طول ساقه
Basal medium	(mg/l) BAP concentration	Shooting percentage	Leaf number	(cm) Stem length
NRM	0	0 ^d	0 ^d	0 ^c
NRM	1	50 ^{ab}	5.33 ^a	1.53 ^a
NRM	2	8.33 ^c	2 ^{bc}	0.333 ^{bc}
NRM	3	0 ^d	0 ^d	0 ^c
NRM	5	25 ^{bc}	3.67 ^{ab}	0.767 ^b
NRM	8	16.67 ^{bc}	2.67 ^b	0.5 ^b
1/2MS	0	0 ^d	0 ^d	0 ^c
1/2MS	1	15 ^{bc}	3 ^{ab}	0.6 ^b
1/2MS	3	26 ^{bc}	4 ^{ab}	0.167 ^{bc}
MS	0	0 ^d	0 ^d	0 ^c
MS	3	66.67 ^a	3.67 ^{ab}	0.20 ^{bc}
MS	5	66.67 ^a	4 ^{ab}	0.133 ^{bc}
MS	8	33.33 ^b	0.67 ^{cd}	0 ^c

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است

+ In each column different letters show the significant different at probability level of 5% based Duncan's Multiple Range test

محیط کشت و محیط کشت MS حاوی ۳ و ۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP به همراه ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر IBA از نظر درصد شاخه‌دهی و میانگین تعداد برگ اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۱). ریزنمونه‌های کشت شده در محیط کشت‌های NRM، 1/2MS و MS حاوی IBA (۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر) به تنهایی هیچ گونه رشدی نشان ندادند. این امر نشان دهنده تاثیر BAP بر شروع رشد ریزنمونه‌های جوانه جانبی و انتهایی فندق است. در سطوح بالاتر BAP، محیط کشت MS نسبت به محیط‌های NRM و 1/2MS درصد شاخه‌دهی بیشتری را نشان داد (جدول ۱). در محیط کشت NRM، با افزایش غلظت BAP به ۲، ۳، ۵ و ۸ میلی‌گرم در لیتر درصد شاخه‌دهی، تعداد برگ، طول ساقه و فاصله میانگره به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۱). در محیط کشت MS حاوی ۳ و ۵ میلی‌گرم در لیتر BAP به همراه ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر IBA، علیرغم بالا بودن درصد شاخه‌زایی (۶۲/۲۲ درصد و ۴۶/۱۱ درصد) و تعداد برگ (۷/۳۳ و ۶/۲۲)، طول ساقه و فاصله میانگره نوساقه‌های رشد کرده، پایین بود (جدول ۱ و شکل ۱). علاوه بر این، در سطوح بالاتر BAP، محیط کشت MS در مقایسه با محیط کشت‌های NRM و 1/2MS درصد شاخه‌دهی بالاتری را نشان داد (جدول ۱). این امر نشان دهنده اثر متقابل بین محیط کشت پایه و غلظت BAP برای شاخه‌دهی است. محیط کشت‌های NRM، 1/2MS و MS از نظر غلظت یا ترکیب برخی از نمک‌ها با هم متفاوت هستند. غلظت یا ترکیب بالای نمک‌ها در محیط کشت می‌تواند جذب مواد غذایی توسط گیاه را تحت تاثیر قرار دهد (۱۵). محیط کشت MS بیشترین غلظت یا ترکیب نمک‌ها را به همراه دارد، در نتیجه برای دسترسی راحت گیاه به BAP برای رشد جوانه به غلظت بالاتری از هورمون

رشدی مناسب درون شیشه‌ای گیاه می‌باشد (۶، ۷، ۱۱ و ۱۷). بنابراین، این اختلاف‌ها می‌تواند ناشی از اثر رقم مورد استفاده، اثر متقابل بین ترکیب محیط کشت، رقم فندق و همچنین شرایط فیزیولوژیکی ریزنمونه‌ها باشد.

به نظر می‌رسد که تفاوت در رشد ریزنمونه‌ها بیشتر متأثر از نوع و غلظت تنظیم‌کننده‌های رشدی مورد استفاده است. در مطالعات متعددی اثبات شده که عوامل متعددی مانند ژنوتیپ گیاه مادری، ترکیب تنظیم‌کننده رشد گیاهی و شرایط فیزیولوژیکی ریزنمونه‌ها در کنار ترکیب محیط کشت پایه از عوامل بسیار مهم و موثر در پاسخ



شکل ۱- شاخه‌دهی ریزنمونه‌های فندق در محیط کشت‌های مختلف؛ A) NRM حاوی ۱ میلی گرم در لیتر BAP و ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر IBA، B) محیط کشت MS حاوی ۳ و ۵ میلی گرم در لیتر BAP و ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر IBA، C) محیط کشت ۱/۲ MS حاوی ۱ میلی گرم در لیتر BAP و ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر IBA

Figure 1- Shooting of hazelnut explants on different culture media; A) NRM medium containing 1mg/l BAP and 0.01 mg/l IBA; B) MS medium containing 3 and 5 mg/l BAP and 0.01 mg/l IBA; C) 1/2 MS medium containing 1 mg/l BAP and 0.01 mg/l IBA

جدول ۲- شاخه‌دهی، تعداد برگ و طول ساقه حاصل از ریزنمونه‌های فندق در محیط کشت‌های پایه مختلف
Table 2- Shooting, number of leaves and stem length of hazelnut explants on different basal media

محیط کشت پایه Basal medium	درصد شاخه‌دهی Shooting percentage	تعداد برگ Leaf number	طول ساقه Stem length (cm)
NRM	^b 16.67 ⁺	2.28 ^a	^a 0.522
MS	47.66 ^a	2.08 ^a	0.083 ^c
1/2MS	^b 13.67	2.33 ^a	0.253 ^b

+: حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد براساس مقایسات گروهی مستقل است

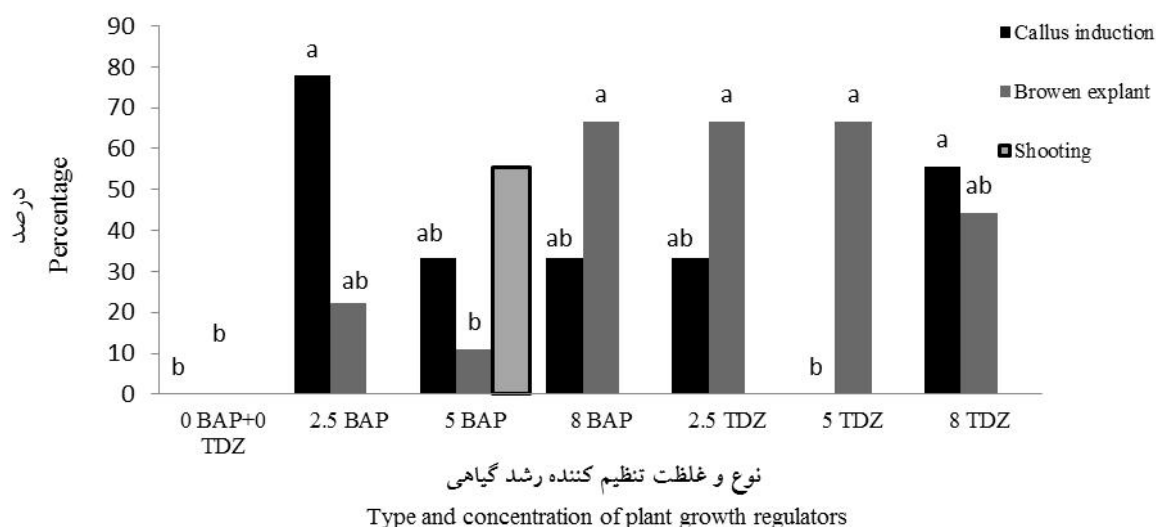
+ In each column different letters show the significant different at probability level of 5% based on orthogonal contrasts

ریزنمونه‌ها (۶۶/۶۶ درصد) مربوط به تیمارهای ۸ میلی گرم در لیتر BAP، ۲/۵ و ۵ میلی گرم در لیتر TDZ به درصد بود که در برخی مواقع باعث از بین رفتن ریزنمونه‌ها می‌شد (شکل ۲). در بین تیمارهای مورد استفاده، بهترین تیمار با درصد شاخه‌زایی مناسب و کمترین درصد کالوس‌زایی و درصد قهوه‌ای شدن مربوط به تیمار ۵ میلی گرم در لیتر BAP به همراه ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر IBA با ۵۵/۵۵ درصد شاخه‌زایی و ۳۳/۳۳ درصد کالوس‌زایی و ۱۱/۱۱ درصد قهوه‌ای شدن می‌باشد (شکل ۲).

شاخه‌زایی مهم‌ترین مرحله‌ی ریزازدیادی است و وجود یک دستورالعمل موفق با ظرفیت تکثیر بالا، سرعت و کیفیت ریزازدیادی را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. عوامل بسیار زیادی مانند نوع گونه، رقم و ژنوتیپ، محیط کشت، مواد معدنی و آلی، کربوهیدرات‌ها، تنظیم‌کننده‌های رشد و فاکتورهای فیزیکی بر شاخه‌زایی و به طور کلی ریزازدیادی موثر می‌باشند. در فرایند شاخه‌زایی، سیتوکینین‌ها به عنوان

شاخه‌های خوب رشد کرده فاقد آلودگی میکروبی حاصل از مرحله استقرار، به قطعات کوچکتر (یک یا دو گرهی) برش داده شده و به محیط کشت NRM حاوی سطوح مختلف BAP یا TDZ به همراه IBA ۰/۰۵ میلی گرم بر لیتر منتقل شدند. نتایج نشان داد که بین تیمارهای هورمونی مختلف از نظر درصد کالوس‌دهی و درصد قهوه‌ای شدن ریزنمونه‌های تکثیر یافته فندق اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بهترین تیمار از نظر درصد شاخه‌دهی، تیمار هورمونی ۵ میلی گرم در لیتر BAP به همراه ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر IBA با ۵۵/۵۵ درصد ریزنمونه‌های رشد کرده بود (شکل ۲). در برخی از ریزنمونه‌های منتقل شده و در بعضی از محیط‌های کشت، رشد بافت کالوس از محل برش ریزنمونه مشاهده گردید. بیشترین درصد کالوس‌زایی مربوط به تیمار ۲/۵ میلی گرم در لیتر BAP به همراه ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر IBA با ۷۷/۷۷ درصد کالوس‌زایی مشاهده گردید که برای تکثیر گیاه مناسب نمی‌باشد (شکل ۲). بیشترین درصد قهوه‌ای شدن

اصلی‌ترین تنظیم‌کننده‌های رشد در نظر گرفته می‌شوند، اگرچه در مواردی غلظت‌های کمی از اکسین‌ها و جیبرلیک اسید نیز به کار برده می‌شوند (۲، ۴ و ۱۳).



شکل ۲- تاثیر سطوح مختلف BAP و TDZ به همراه ۰/۰۵ میلی گرم بر لیتر IBA بر رشد جوانه‌های جانبی فندق تهیه شده از ساقه‌های مرحله استقرار

Figure 2- Effect of different levels of BAP and TDZ with 0.05 mg/l IBA on growth of hazelnut auxiliary buds prepared from established shoots

است، به همراه ۱/۵ یا ۲ میلی گرم در لیتر BAP، ۰/۱ میلی گرم در لیتر GA_3 و ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر IBA برای مرحله شاخه‌زایی مناسب می‌باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان از سرکار خانم مهندس هاجر فلاحی به دلیل همکاری در تهیه نمونه‌های فندق کمال قدردانی را دارند.

سرعت شاخه‌زایی کم، یکی از عوامل اصلی محدود کننده موفقیت در ریزاریادی فندق می‌باشد (۴). در تحقیق حاضر نیز تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین محیط کشت‌های پایه و همچنین نوع و غلظت تنظیم کننده رشد گیاهی وجود داشت. به طوری که، محیط کشت NRM حاوی یک میلی گرم بر لیتر BAP به همراه ۰/۰۱ میلی گرم بر لیتر IBA درصد شاخه‌زایی و میانگین تعداد برگ و طول ساقه را برای مرحله تکثیر فراهم آورد (جدول ۱). دامیانو و همکاران (۳) در مطالعه‌ی روی رقم‌های مختلف فندق در ایتالیا گزارش کردند که محیط کشت DKW و MOLT که ترکیبی از محیط DKW و WPM

منابع

- 1- Anderson W.C. 1983. Micropropagation of filbert (*Corylus avellana*). Proceedings of the International Plant Propagators Society, 33: 132-139.
- 2- Bhojwani S.S., and Razdan M.K. 1996. Clonal Propagation. p. 483-536. In S.S. Bhojwani and M.K. Razdan (ed.) Plant Tissue Culture: Theory and Practice. A Revised Edition. Elsevier, Amsterdam.
- 3- Damiano C., Catenaro E., Ginovinazzi A., and Caboni E. 2005. Micropropagation of hazelnut (*corylus avellana*). Acta Horticulture, 686:226-227.
- 4- Diaz-Sala C., Rey M., and Rodriguez R. 1994. Temporary modification of adult filbert proliferation capacity by sequential subcultures: intensive pruning as a pre-treatment for in vitro reinvigoration. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 69:673-678.
- 5- Driver J.A., and Kuniyuki A.H. 1984. In vitro propagation of Paradox walnut *Juglans hindsii* × *Juglans regia* rootstock. Hort Science, 19:507-509.
- 6- Fatima A., and Jabeen Khan S. 2010. Some factors affecting the in vitro growth of *Stevia rebaudiana* Bertoni. Iranian Journal of Plant Physiology, 1:61-68.
- 7- Machakova I., Zazimalova E., and George E.F. 2008. Plant growth regulators I: Introduction; auxins, their

- analogues and inhibitors. p. 175-204. In E.F. George, A.H. Micheal, D.K. Greet-Jan (eds.) Plant propagation by tissue culture. V.1, The background, 3rd ed., Springer.
- 8- Mehlenbacher S.A. 1994. Genetic improvement of the hazelnut. Acta Horticulturae, 351:23-37.
- 9- Murashige T., and Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. Plant Physiology, 15:473-497.
- 10- Nuri Nas M. 2003. Inclusion of polyamines in the medium improves shoot elongation in hazelnut (*Corylus avellana* L.) micropropagation. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 28:189-194.
- 11- Nuri Nas M., and Read P.E. 2000. Micropropagation of hybrid hazelnut: medium composition, physical state and iron source affect shoot morphogenesis, multiplication and explant vitality. Acta Horticulturae, 556:251-258.
- 12- Nuri Nas M., and Read, P.E. 2003. A hypothesis for the development of a defined tissue culture medium of higher plants and micropropagation of hazelnuts. Scientia Horticulturae, 101:189-200.
- 13- Pati P.K., Rath S.P., Sharma M., Sood A., and Ahuja P.S. 2005. In vitro propagation of rose a review. Biotechnology Advances, 24:94-114.
- 14- Stahl L. 2007. Third crop options hybrid hazelnuts. Rural Advantage, 507:238-5449.
- 15- Thompson M.M., Lagerstedt H.B., and Mehlenbacher A. 1996. Hazelnut. p. 125-184. In j. Janick and j. Moore (ed.) Fruit Breeding, Volume 3. Nuts. John Wiley and Sons, New York.
- 16- Yu X.L., and Reed B.M. 1993. Improved shoot multiplication of mature Hazelnut (*Corylus avellana* L.) in vitro using glucose as a carbon source. Plant Cell Reports, 12:256-259.
- 17- Zhao Y., Li X.L., Amarasinghe A.A.Y., and Yang Y.S. 2009. Influence of physiological state of fresh and dry explants on in vitro culture response in rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Agricultural Sciences, 4:1-6.



اثر تنش‌های خشکی، شوری و پیش‌ تیمار اسیدسالیسیلیک بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر اسطوخودوس راست بومی ایران (*Lavandula stricta* Del.)

هادی سنگین آبادی^۱ - سارا خراسانی نژاد^{۲*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۱۱

چکیده

اسطوخودوس راست جزء گیاهان دارویی اسانس‌دار از خانواده نعنای و بومی ایران می‌باشد و به صورت سنتی و صادراتی در درمان درد مفاصل، دل‌پیچه و زکام کاربرد دارد. به منظور بررسی اثر پیش‌ تیمار اسیدسالیسیلیک بر جوانه‌زنی بذر اسطوخودوس راست، در سطوح یکسان تنش شوری و خشکی دو آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه سطح اسیدسالیسیلیک (۰، ۱/۰ و ۰/۵ میلی‌مولار) و چهار سطح تنش شوری و خشکی (۰، ۲، ۴ و ۶ بار) در سه تکرار انجام شد. از NaCl و PEG به ترتیب برای ایجاد تنش شوری و خشکی استفاده گردید. نتایج دو آزمایش نشان داد که با افزایش تنش شوری و خشکی به طور معنی‌دار از درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و بنیه‌بذر کاسته شد. در زمان عدم تنش شوری و خشکی، پیش‌ تیمار با اسیدسالیسیلیک منجر به افزایش معنی‌داری در صفات مورد بررسی در مقایسه با شاهد نشد. ولی با اعمال تنش شوری و خشکی در سطح ۴ و ۶ بار، پیش‌ تیمار باعث افزایش معنی‌دار تمامی صفات مورد بررسی شد. طول ساقه‌چه در بین سایر صفات از حساسیت بالاتری نسبت به تنش شوری و خشکی برخوردار بود. علاوه بر آن مشاهده گردید که جوانه‌زنی بذرهای اسطوخودوس راست تا حدودی شرایط تنش خشکی را بهتر از شرایط شوری تحمل می‌کند. در مجموع نتایج نشان داد که پیش‌ تیمار بذر توسط اسیدسالیسیلیک در مناطق شور و خشک می‌تواند باعث مقاومت بذر گیاه دارویی اسطوخودوس راست در مرحله جوانه‌زنی شود.

واژه‌های کلیدی: اسانس‌دار، بنیه‌بذر، ریشه‌چه، ساقه‌چه

مقدمه

که پیش‌ تیمار بذر گیاهان مختلف به وسیله اسیدسالیسیلیک، باعث مقاومت آن در هنگام بروز تنش‌های مختلف و خصوصاً تنش شوری و خشکی می‌شود (۶). جوانه‌زنی یکی از مراحل حساس در چرخه رشدی گیاهان به حساب می‌آید. زیرا جوانه‌زنی نقش عمده‌ای را در تعیین تراکم نهایی گیاه از خود بجا می‌گذارد. در شرایط تنش رطوبتی و شوری، جوانه‌زنی گیاه و تأثیر آن در تعیین تراکم نهایی از اهمیت زیادی برخوردار است (۷). گیاهان برای حفظ بقای خود، مکانیسم‌های مختلفی برای سازش با این تغییرات محیطی دارند که از آن جمله می‌توان به مکانیسم‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و تغییرات مولکولی اشاره کرد (۵). تنش شوری و خشکی می‌تواند بر فرآیندهای فیزیولوژیکی، از جوانه‌زنی تا تکوین گیاه تأثیرگذار باشد. فتوسنتز که یک مسیر کلیدی در فیزیولوژی گیاهان است به شدت تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد. آب‌سازیک اسید تولید شده در واکنش به شوری سبب بسته شدن روزنه‌ها شده و ورود دی‌اکسید کربن را به گیاه محدود می‌کند (۱۲). اسیدسالیسیلیک نقش مهمی، در ایجاد مقاومت به تنش‌های محیطی بر عهده دارد. بر طبق نظرات راسکین، اسیدسالیسیلیک یا اورتو هیدروکسی بنزوئیک اسید، یک تنظیم کننده

اسطوخودوس راست با نام علمی *Lavandula stricta* Del. گیاهی است بوته‌ای با قاعده چوبی، به ارتفاع ۴۵ تا ۲۰۰ سانتی‌متر، ساقه در قسمت‌های پایینی منشعب، گیاه پوشیده از کرک‌های ساده کوتاه و کرک‌های زگیل مانند غده‌دار، برگ‌ها با بریدگی عمیق که نام‌های مترادف این گونه *L. coronopifolia* Poir. و *Isinia laristanica* Rech.f. می‌باشد (۱۰) و در فارسی به آن اسطوخودوس راست نیز می‌گویند (۱۸ و ۱۱). گونه *L. stricta* در اقلیم گرم و خشک بیابانی پراکنش دارد. از برگ، گل و ساقه این گیاه برای درمان درد مفاصل، دل‌پیچه و زکام استفاده می‌شود (۱۹). به جزء نوار شمالی کشور در بقیه نقاط آن معمولاً تنش‌های خشکی، شوری، گرما و سرما وجود دارد. بسیاری از تحقیقات نشان داده‌است

۱ و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گیاهان دارویی و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*)-نویسنده مسئول: (Email: skhorasaninejad@yahoo.com)

رشد درونی از گروه ترکیبات فنلی طبیعی می‌باشد که در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه نقش دارد. القای گلدهی، رشد و نمو، سنتز اتیلن، تأثیر در باز و بسته شدن روزنه‌ها و تنفس از نقش‌های مهم اسیدسالیسیلیک به شمار می‌رود (۱۵). با توجه به اهمیت گیاه دارویی اسطوخودوس راست بومی ایران که از گیاهان دارویی پرارزش و پرمصرف استان هرمزگان بوده و از نظر صادرات نیز حائز اهمیت می‌باشد و نظر به کمبود آب و وجود زمین‌های شور در کشور، بررسی واکنش این گیاه به سطوح مختلف تنش خشکی و شوری حائز اهمیت است (۱۹). بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی تحمل این گیاه به شوری و خشکی و تأثیر پیش‌ تیمار بذر با اسیدسالیسیلیک در مقاومت این گیاه به تنش خشکی و شوری انجام شد، تا از این روش‌ها در برنامه‌های کشت و اهلی کردن جهت حفظ ژرم پلاسما و تولید انبوه استفاده شود.

مواد و روش‌ها

نمونه بذری اسطوخودوس راست در اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۲ از طبیعت حفاظت‌شده گنو (بندرعباس) جمع‌آوری گردید (جدول ۱). به نخستین شمارش بذور جوانه‌زده یک روز بعد از آغاز آزمایش بود و آخرین شمارش روز دهم بود. قابل‌ذکر است در طول این مدت شاهد با آب مقطر و پتری‌های تحت تیمار، با محلول‌های تنش‌زا، محلول‌دهی شدند. جوانه‌زنی در این آزمایش به صورت خروج ریشه‌چه حداقل به میزان ۲ میلی‌متر در نظر گرفته شد. روز دهم طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری و ثبت گردید. درصد جوانه‌زنی و بنیه‌بذر به ترتیب بر اساس رابطه ۱ و رابطه ۲ محاسبه گردید.

رابطه ۱- درصد جوانه‌زنی: تعداد بذور جوانه‌زده تقسیم بر تعداد کل بذور ضرب در صد (۹).

رابطه ۲- شاخص دوم بنیه‌بذر: درصد جوانه‌زنی $\times$ (میانگین طول ساقه‌چه + میانگین طول ریشه‌چه) = شاخص بنیه بذر (۶).

آنالیز آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS و برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده شده و به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

آزمایش اول: تنش شوری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۲) که تنش شوری به‌طور معنی‌داری بر صفات مورد ارزیابی تأثیر گذاشته و با افزایش میزان تنش شوری، درصد جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین درصد جوانه‌زنی (۸۱/۶۶ درصد) در تیمار عدم تنش و غلظت ۰/۵ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک و کمترین مقدار آن (۵ درصد) در سطح شوری ۶- بار حاصل شد (شکل ۱). با افزایش میزان تنش شوری طول ساقه‌چه کاهش معنی‌داری یافت، به‌طوری‌که در سطح

۶- بار شوری، طول ساقه‌چه نسبت به شاهد ۸۳ درصد کاهش یافت (شکل ۲). در پیش‌ تیمار بذر با اسیدسالیسیلیک، غلظت ۰/۵ میلی‌مولار بیشترین طول ساقه‌چه و شاهد کمترین طول ساقه‌چه را دارا بود (شکل ۲). با افزایش میزان تنش شوری طول ریشه‌چه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، در تمامی سطوح شوری، پیش‌ تیمار با اسیدسالیسیلیک، بیشترین طول ریشه‌چه را به خود اختصاص داد و سطح صفر میلی‌مولار (شاهد) کمترین طول ریشه‌چه را داشت (شکل ۳). با افزایش میزان تنش شوری بنیه‌بذر کاهش معنی‌داری یافت، در پیش‌ تیمار بذر با اسیدسالیسیلیک، غلظت ۰/۵ میلی‌مولار بیشترین تأثیر را بر بنیه‌بذر داشت در تیمار عدم شوری پیش‌ تیمار بذر با ۱/۱ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک اثر منفی بر بنیه‌بذر داشت و بنیه‌بذر را نسبت به شاهد کاهش داد (شکل ۴). منظور بررسی اثر پیش‌ تیمار اسیدسالیسیلیک بر جوانه‌زنی گیاه دارویی اسطوخودوس راست (*Lavandula stricta* Del.) در شرایط تنش شوری و خشکی دو آزمایش جداگانه به‌صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار در آزمایشگاه گیاهان دارویی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا شد. جهت انجام آزمایش خشکی از پلی‌اتیلن‌گلایکول^۱ ۶۰۰۰ و آزمایش شوری از نمک طعام (NaCl) استفاده گردید. آزمایش اسیدسالیسیلیک به عنوان پیش‌ تیمار در سه سطح (۰، ۰/۵، ۱/۱، ۰/۵ میلی‌مولار)، آزمایش خشکی در چهار سطح (۰، ۲، ۴، ۶- بار) و آزمایش شوری نیز در چهار سطح (۰، ۲، ۴، ۶- بار) اجرا شد. سایر مراحل اجرای دو آزمایش مشابه هم بود. به منظور اجرای آزمایش، بذور اسطوخودوس راست با محلول هیپوکلریت سدیم (۱۰ درصد) به مدت یک دقیقه ضدعفونی شد و سپس با آب مقطر آبشویی شدند. همچنین پتری‌دیش‌ها هم توسط وایتکس کاملاً ضدعفونی گردیدند. بعد از تهیه غلظت‌های ۰، ۰/۱ و ۰/۵ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک بذرها به مدت ۲۴ ساعت در این محلول‌ها قرار گرفتند. پس از طی شدن دوره مورد نظر، بذرها با آب مقطر شسته و روی کاغذ خشک‌کن کاملاً خشک شدند و تعداد ۲۵ عدد بذر به ظروف پتری حاوی کاغذ صافی در کف آن، انتقال یافت و به هر یک از پتری‌دیش‌ها ۱۰ سی‌سی از محلول‌های تهیه‌شده اضافه گردید. شرایط جوانه‌زنی در دمای 24 ± 2 درجه سانتی‌گراد و شرایط تاریکی بود.

طبق نتایج بدست آمده درصد جوانه‌زنی بذر اسطوخودوس راست به‌طور معنی‌داری در اثر تنش شوری کاهش یافت. کاهش جذب آب توسط بذر در اثر تنش شوری باعث کاهش فرایندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی گردیده و لذا وفور مواد قابل دسترس برای ادامه حیات گیاه با مشکل روبرو شده و باعث کاهش میزان جوانه‌زنی می‌شود (۳). علی و همکاران (۲) اثر درجه حرارت و شوری را بر جوانه‌زنی بذر اسفرزه بررسی کردند و مشاهده نمودند زمانی که بذرها با محلول ۰/۵ درصد نمک طعام (NaCl) آغشته شدند، میزان جوانه‌زنی کاهش یافت.

آزمایشات مختلف در ارتباط با گیاهان مختلف بیانگر این مطلب است که جوانه‌زنی در اغلب گیاهان به تنش شوری و خشکی حساس است.

جدول ۱- مشخصات رویشگاه مورد مطالعه اسطوخودوس راست (منطقه حفاظت شده گنو در استان هرمزگان)

Table 1- Details of studied *Lavandula stricta* Del. habitats (protected area of Geno in Hormozgan province)

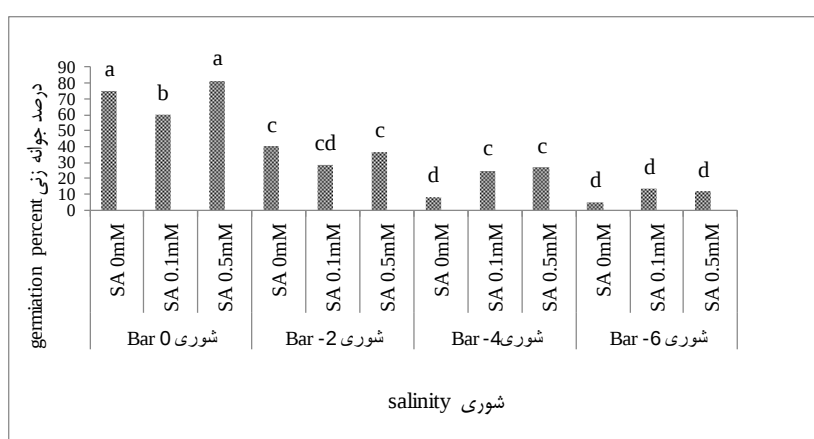
عرض شمالی	27° 18' to 27° 29'
North latitude	
طول شرقی	55° 56' to 56° 18'
East latitude	
ارتفاع از سطح دریا	220
Altitude (m)	
میانگین دمای سالانه	26.8
The average annual temperature (Santy Grad)	
میانگین بارش سالانه	80-120
Average annual rainfall (millimeter)	
کاربری زمین	حفاظت شده
Landuse	Protected

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی بذر گیاه اسطوخودوس راست در شرایط تنش شوری و تیمار اسیدسالیسیلیک

Table 2- ANOVA of *Lavandula stricta* Del. seed germination factors affected by salinity stress and salicylic acid concentrations

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	طول ساقچه‌چه	طول ریشه‌چه	شاخص بنیه‌بذر
Source of Variations	Freedom Degree	Percent of Germination	Plumule Length	Radical Length	Seed Vigor Index
شوری Salinity	3	6700.69**	1391.62**	502.101**	218903.3**
اسیدسالیسیلیک Salicylic acid	2	213.19*	4.36*	39.08**	66365.69*
اسیدسالیسیلیک × شوری	6	210.41*	23.99**	6.37*	55268.95*
Salicylic acid × Salinity					
خطا Error	22	104.86	1.98	1.63	1665.22
CV (%)		29.84	12.58	11.71	35.13

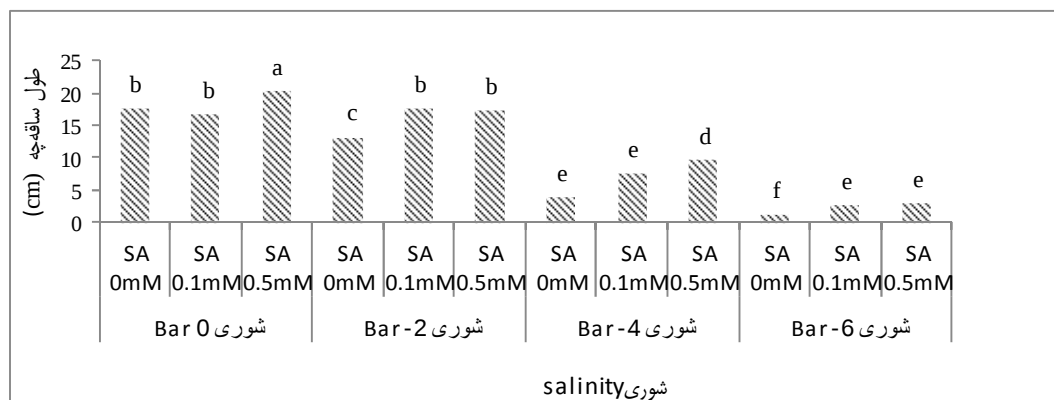
** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد و * اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد
**significant differences at 1%, * significant differences at 5%



شکل ۱- اثر متقابل اسیدسالیسیلیک × سطوح شوری بر درصد جوانه‌زنی بذر اسطوخودوس راست

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشند

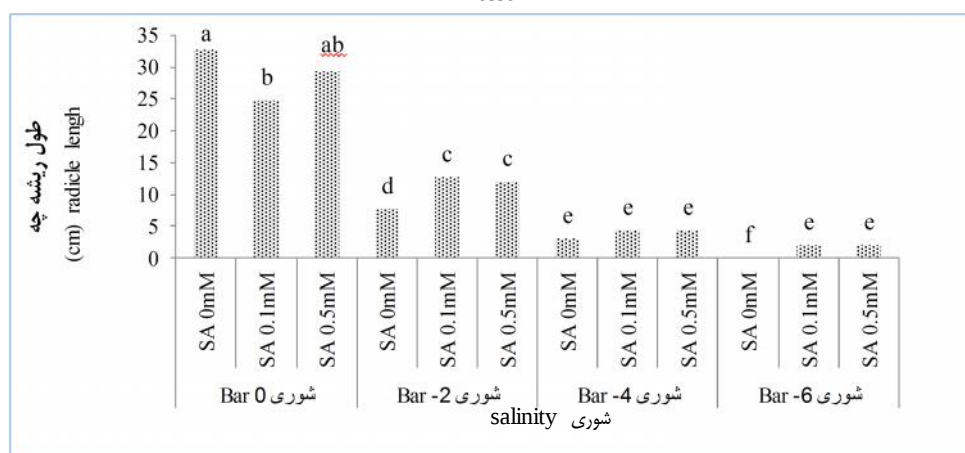
Figure 1- Interaction effects of salicylic acid × salinity levels on seed germination percent of *Lavandula stricta* Del. In the each column for every treatment, common letters demonstrate not significant at 0.05 probability levels based on LSD test



شکل ۲- اثر متقابل اسیدسالیسیک × سطوح شوری بر طول ساقه‌چه گیاه اسطوخودوس راست

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشد

Figure 2- Interaction effects of salicylic acid × salinity levels on seed plumule length of *Lavandula stricta* Del.
In the each column for every treatment, common letters demonstrate not significant at 0.05 probability levels based on LSD test



شکل ۳- اثر متقابل اسیدسالیسیک × سطوح شوری بر طول ریشه‌چه گیاه اسطوخودوس راست

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشد

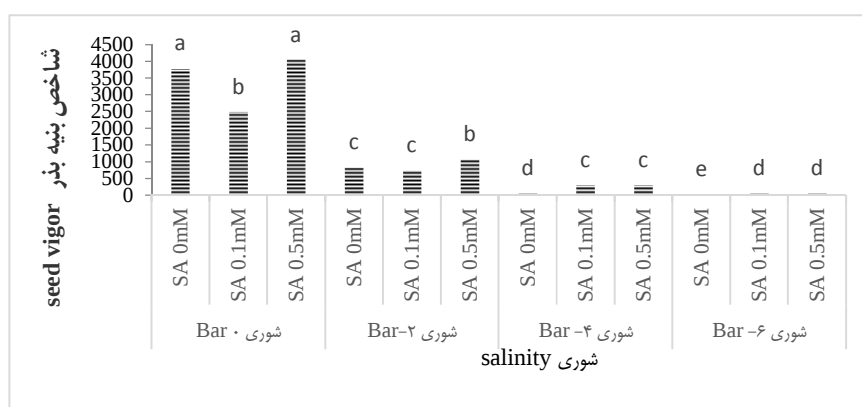
Figure 3- Interaction effects of salicylic acid × salinity levels on seed radical length of *Lavandula stricta* Del.
In the each column for every treatment, common letters demonstrate not significant at 0.05 probability levels based on LSD test

اما احتمال داده می‌شود که اسیدسالیسیلیک طویل شدن و تقسیم سلولی را به همراه مواد دیگری از قبیل اکسین تنظیم نماید (۱۶).

آزمایش دوم: تنش خشکی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۳) که تنش خشکی به‌طور معنی‌داری بر صفات مورد ارزیابی تأثیر گذاشته و با افزایش میزان تنش خشکی، درصد جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین درصد جوانه‌زنی (۷۰ درصد) مربوط به تیمار عدم تنش و کمترین مقدار آن برابر صفر مربوط به پتانسیل ۶- بار بود به عبارتی کاهش صددرصدی، درصد جوانه‌زنی بذرهای اسطوخودوس راست از شرایط عدم تنش تا پتانسیل ۶- بار مشاهده شد (شکل ۵).

یکی از دلایل کاهش طول ساقه‌چه در شرایط تنش شوری، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه‌ها به جنین است (۲). علاوه بر آن شوری در مرحله جوانه‌زنی بذر باعث آسیب دیدن غشاءهای سلولی، بویژه غشای سیتوپلاسمی و در نتیجه آن افزایش تراوایی غشاءها به دلیل جایگزینی Ca^{+2} به وسیله Na^{+} می‌گردد که در نتیجه آن تلفات K^{+} افزایش می‌یابد (۱۷). پیش‌تیمار بذر با ۰/۵ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک سبب افزایش درصد جوانه‌زنی در تمام سطوح شوری شد. مصرف خارجی اسیدسالیسیلیک بر محدوده وسیعی از فرایندها از جمله جوانه‌زنی بذر (۶)، جذب و انتقال یون‌ها (۸) و نفوذپذیری غشاء (۴) تأثیر گذار است. سازوکاری که اسیدسالیسیلیک رشد ریشه و بخش هوایی را در برخی گیاهان افزایش می‌دهد بخوبی شناخته نشده‌است،



شکل ۳- اثر متقابل اسیدسالیسیلیک × سطوح شوری بر بنيه بذر گیاه اسطوخودوس راست
حروف مشابه نشاندهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می باشند

Figure 4- Interaction effects of salicylic acid × salinity levels on seed vigor length of *Lavandula stricta* Del.
In the each column for every treatment, common letters demonstrate not significant at 0.05 probability levels based on LSD test.

اسیدسالیسیلیک، در سطوح ۴- و ۶- بار بیشترین طول ریشه چه و سطح صفر میلی مولار (شاهد) کمترین طول ریشه چه را داشت و بیش-ترین طول ریشه چه (۲۱/۶۶ میلی متر) مربوط به پتانسیل ۶- بار و غلظت ۱/ میلی مولار اسیدسالیسیلیک بود (شکل ۷). تنش خشکی تأثیر معنی داری بر بنيه بذر گذاشت و بیشترین بنيه بذر در تیمار شاهد و کمترین مربوط به سطح خشکی ۶- بار بود که در این سطح خشکی بذور فاقد بنيه بودند. پیش تیمار در سطوح ۴- و ۶- بار بیشترین تأثیر را بر بنيه بذر داشت (شکل ۸).

پیش تیمار بذر با اسیدسالیسیلیک ۵/ میلی مولار در تمام سطوح تنش خشکی سبب کاهش اثر منفی تنش شده و جوانه زنی را افزایش داد. با افزایش میزان تنش خشکی طول ساقه چه کاهش معنی داری یافت (شکل ۶). بیشترین طول ساقه چه (۳۱ میلی متر) مربوط به تیمار عدم تنش و غلظت ۵/ میلی مولار اسیدسالیسیلیک و کمترین مقدار آن برابر صفر مربوط به پتانسیل ۶- بار بود. پیش تیمار بذر با اسیدسالیسیلیک در تمام سطوح تنش خشکی سبب کاهش اثر منفی تنش شده و طول ساقه چه را افزایش داد. پیش تیمار با

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی شده در شرایط تنش خشکی و تیمار اسیدسالیسیلیک
Table 3- The results of variance analysis of factors in drought stress and Salicylic acid treatment

منابع تغییرات Source of Variations (s.o.v)	درجه آزادی Freedom Degree	درصد جوانه زنی Percent of Germination	طول ساقه چه Plumule Length	طول ریشه چه Radical Length	شاخص بنيه بذر Seed Vigor Index
خشکی Drought	3	6830.32**	1502.92**	317.50**	175636.03**
اسیدسالیسیلیک Salicylic acid	2	338.19*	17.44*	124.77*	8201.58*
اسیدسالیسیلیک × خشکی Salicylic acid × Drought	6	251.15*	14.37*	107.55*	26015.47*
خطا Error	22	176.45	8.75	31.16	20323.07
CV (%)		30.75	23.25	50.87	33.88

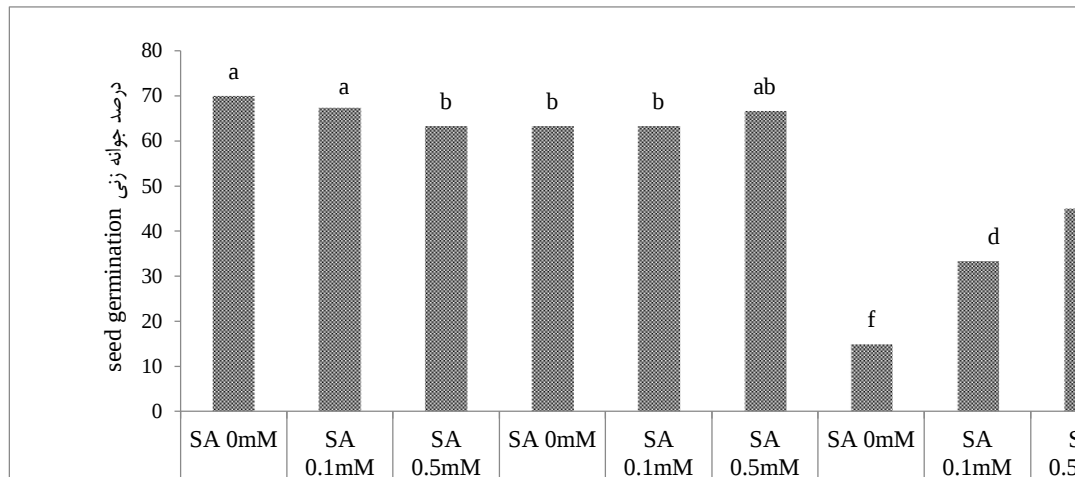
** اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد و * اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد
**significant differences at 1%, * significant differences at 5%

توقف جوانه زنی می شوند. تنش خشکی و محدودیت جذب آب توسط دانه، از طریق تأثیر بر انتقال ذخایر دانه و سنتز پروتئین ها در جنین احتمالاً علت اصلی کاهش میزان جوانه زنی است. به نظر می رسد یکی از دلایل کاهش طول ساقه چه در شرایط تنش، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه ها به جنین باشد (۱۴ و ۱۷). ماکار و همکاران (۱۳)

طبق نتایج بدست آمده درصد جوانه زنی بذر اسطوخودوس راست بطور معنی داری در اثر تنش خشکی کاهش یافت. تبه و همکاران (۲۱) بیان نمودند که دانه ها برای انجام فرآیند جوانه زنی، بایستی به اندازه کافی آب جذب نمایند، مواد محلول موجود در محیط کشت از جمله PEG سبب کاهش جذب آب توسط دانه و متعاقب آن تأخیر و یا

(۲۰). نتایج نشان داد که در سطوح ۴- و ۶- بار طول ساقه‌چه کاهش و طول ریشه‌چه افزایش پیدا کرد. زینگ و همکاران (۲۴) گزارش کردند که کاهش رشد ساقه‌چه و از طرفی افزایش رشد ریشه‌چه گیاهچه‌های مناطق بیابانی، به دلیل کاهش تعرق و نفوذ ریشه‌چه به اعماق خاک برای دستیابی به منابع عمیق آبی و متعاقباً افزایش بقای گیاهچه است.

در بررسی اثر تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های نخود دریافتند که با افزایش پتانسیل آب، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه بصورت معنی‌داری کاهش می‌یابد (۱۳). در شرایط تنش خشکی کاهش جذب آب توسط بذر، باعث کاهش سرعت فعالیت‌های متابولیکی بذر، کاهش ترشح هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها و در نتیجه اختلال در رشد گیاهچه (ریشه‌چه و ساقه‌چه) شده است

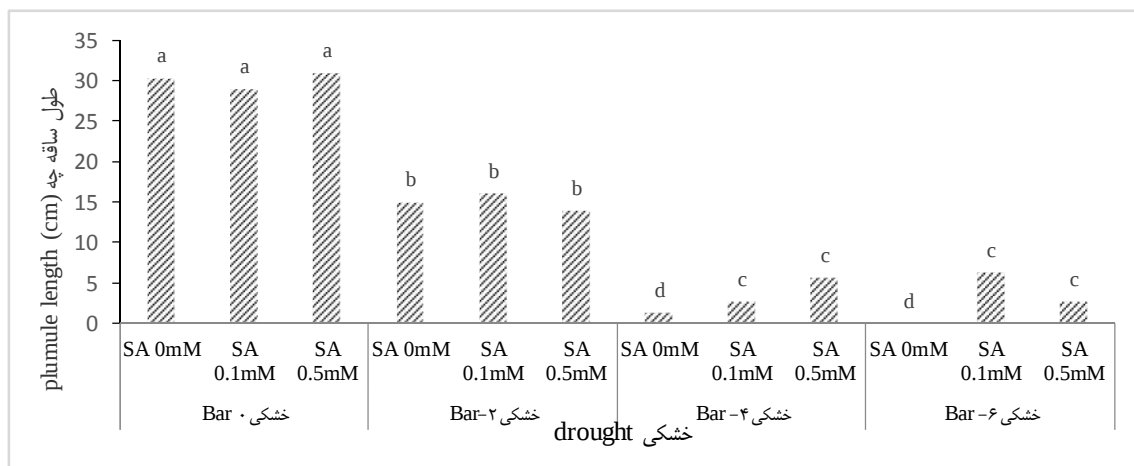


شکل ۵- اثر متقابل اسیدسالیسیلیک × سطوح خشکی بر درصد جوانه‌زنی بذر اسطوخودوس راست

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشند

Figure 5- Interaction effects of salicylic acid × drought levels on seed germination of *Lavandula stricta* Del.

In the each column for every treatment, common letters demonstrate not significant at 0.05 probability levels based on LSD test

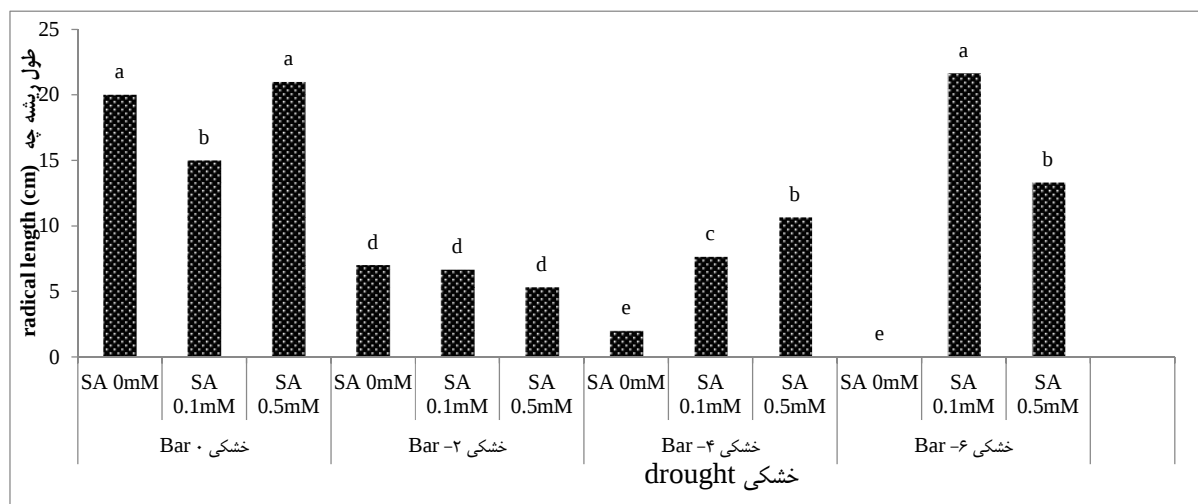


شکل ۶- اثر متقابل اسیدسالیسیلیک × سطوح خشکی بر طول ساقه‌چه گیاه اسطوخودوس راست

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشند

Figure 6- Interaction effects of salicylic acid × drought levels on plumule length of *Lavandula stricta* Del.

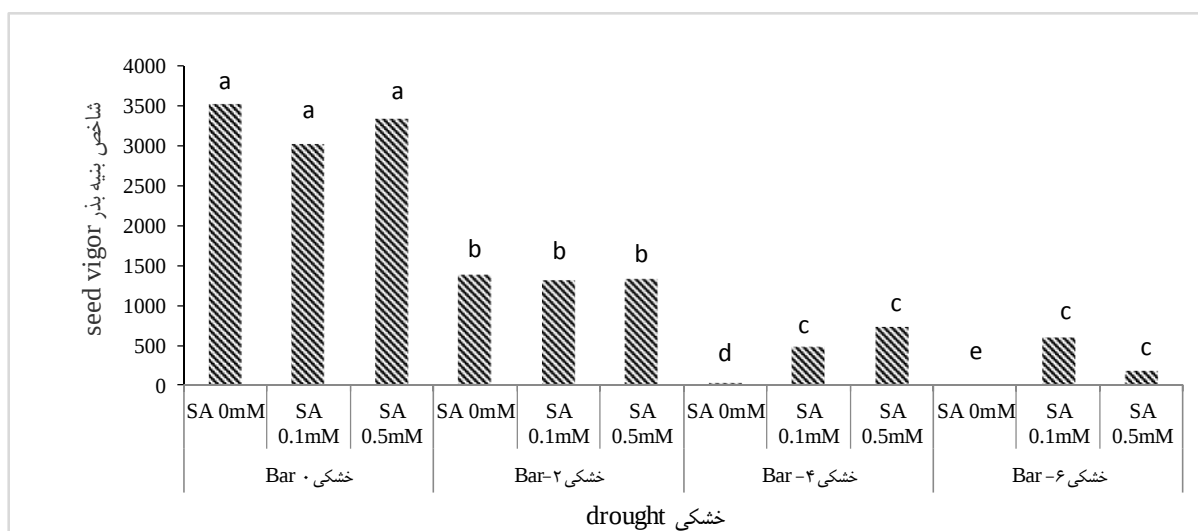
In the each column for every treatment, common letters demonstrate not significant at 0.05 probability levels based on LSD test



شکل ۷- اثر متقابل اسیدسالیسیلیک × سطوح خشکی بر طول ریشه‌چه گیاه اسطوخودوس راست

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشند

Figure 7- Interaction effects of salicylic acid × drought levels on radical length of *Lavandula stricta* Del.
In the each column for every treatment, common letters demonstrate not significant at 0.05 probability levels based on LSD test



شکل ۸- اثر متقابل اسیدسالیسیلیک × خشکی بر بیه بذر گیاه اسطوخودوس راست

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشند

Figure 8- Interaction effects of salicylic acid × drought levels on seed vigor of *Lavandula stricta* Del.
In the each column for every treatment, common letters demonstrate not significant at 0.05 probability levels based on LSD test

برخوردار بود. علاوه بر مطالب فوق، نتایج نشان داد که بهترین محدوده رطوبتی جهت جوانه‌زنی بذرهای اسطوخودوس راست شرایط عدم تنش تا حداکثر پتانسیل آب ۲- بار می‌باشد. پیش‌تیمار بذر با اسیدسالیسیلیک ۵/۰ میلی‌مولار در تمام سطوح تنش خشکی و شوری سبب کاهش اثر منفی تنش شده و جوانه‌زنی را افزایش داد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج دو آزمایش به نظر می‌رسد که جوانه‌زنی بذرهای گیاه دارویی اسطوخودوس راست نسبت به تنش شوری و خشکی از حساسیت بالایی برخوردار باشند، هر چند که این حساسیت تا حدودی در مورد خشکی کمتر بود. در هر دو شرایط شوری و خشکی طول ساقه‌چه نسبت به سایر خصوصیات از حساسیت بالاتری به تنش

منابع

- 1-Abdul-Baki A.A., and Anderson J.D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. *Crop Science*, 13: 630-633.
- 2-Ali Q., Abdullah P., and Ibrar M. 1998. Effects of some environmental factors on germination and growth of *Plantago ovata* Forsk. *Pakistan Journal of Forestry*, 38: 143-155.
- 3-Ashraf M., and Waheed A. 1990. Screening of local exotic of lentil (*Lens culinaris* Medik) for salt tolerance at two growth stage. *Plant and Soil*, 128: 167-176.
- 4-Barkosky R.R., and Einhellig F.A. 1993. Effects of salicylic acid on plant-water relationships. *Journal of Chemical Ecology*, 19:237-247.
- 5-Bohnert H.J., Nelson D.E., and Jensen R.G. 1995. Adaptation to environmental stresses. *Plant Cell*, 7:1099-1111
- 6-Cutt J.R., and Klessig D.F. 1992. Salicylic acid in plants: A changing perspective. *Pharmaceutical Technology*, 16: 25-34.
- 7-Hampson C. R., and Simposon G. M. 1990. Effect of temperature, salt and osmotic potential on early growth of wheat. II. Early seedling growth. *Canadian Journal of Botany*, 68: 524-528.
- 8-Harper J.P., and Balke N.E. 1981. Characterization of the inhibition of K⁺ absorption in oat roots by salicylic acid. *Plant Physiology*, 68: 1349-1353.
- 9-Hartmann H.T., and Kester D.E. 1983. *Plant propagation: principles and practice*. New Jersey: prentice Hall.
- 10-Jamzad, Z. 2012. Research Institute of Forests and Rangelands Published. *Flora of Iran*, No.76: Dark Mint.
- 11-Mozaffarian, V. 1996. *A Dictionary of Iranian Plant Names*. Farhang moaser, Tehran, 740p.
- 12-Leung J., Bouvier-Durand M., Morris P.C., Guerrier D., Chedfor F., and Giraudat J. 1994. Arabidopsis ABA-response gene ABI1: features of a calcium-modulated protein phosphatase. *Plant Science*, 264: 1448-1452.
- 13-Macar T.K., Turan O., and Ekmekci Y. 2009. Effects of water deficit induced by PEG and NaCl on chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars and lines at early seedling stages. *G.U. Journal of Science*, 22: 5-14.
- 14-Marjani A., Farsi A., and Rahimizadeh M. 2007. Investigation of drought tolerance of ten pea genotypes in seedling stage using polyethylene glycol 6000. *Journal of Agricultural Sciences Islamic Azad University*, 12(1): 17-29.(in Persian with English abstract)
- 15-Raskin I. 1992. Role of salicylic acid in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 43: 439-463.
- 16-Shakirova F.M., and Sahabutdinova D.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science*, 164: 317-322.
- 17-Soltani A., and Galeshi S. 2002.Importance of rapid canopy closure for wheat production in a temperate sub-humid environment: experimentation and simulation. *Field Crops Research*, 77: 17-30.
- 18-Soltanipour, M.A. 2004. Ecological study of plant species essential oil of Hormozgan. *Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants*, 20(4): 547-560. (in Persian)
- 19-Soltanipour, M.A. 2005. Medicinal plants of the Geno protected area. *Pajouhesh & Sazandegi*, 68: 27-37. (in Persian)
- 20-Takel A. 2000. Seedling emergence and growth of sorghum genotypes under variable soil moisture deficit. *Agronomy Journal*, 48: 95-102.
- 21-Tobe K., Zhang L., Qiu G.Y., and Shimizu H. 2001. Characteristics of seed germination in five non-halophytic Chinese desert shrub species. *Journal of Arid Environments*, 47: 191-20126.
- 22-Trautwein E.A., Reickhoff D., and Erbershobler H.F. 1997. The cholesterol- lowering effect of Psyllium a source dietary fiber. *Ernhurung Umschau*, 44: 214-216.
- 23-Upson T., and Andrews S. 2004. *The genus Lavandula*, 1st edn. Timber press, Portland, Oregon.
- 24-Zeng Y.J., Wang Y.R., and Zhang J.M. 2010. Is reduced seed germination due to water limitation a special survival strategy used by xerophytes in arid dunes? *Journal of Arid Environments*, 74: 508-511.



تعیین نیاز سرمایی و گرمایی چهار رقم زردآلو در استان خراسان

زهره هوشیار^{۱*} - ابراهیم گنجی مقدم^۲ - بهرام عابدی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۲۱

چکیده

تعیین نیاز سرمایی و گرمایی درختان میوه نقش محوری در شناسایی ارقام دیر گل دارد. به این منظور مطالعه‌ای با هدف تعیین نیاز سرمایی و گرمایی چند رقم زردآلو استان خراسان رضوی در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل (دو فاکتور) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. فاکتور اول رقم در چهار سطح (نوری دیررس، دیررس مشهد، شمس مشهد و مشهد ۴۴) و فاکتور دوم، ساعات سرمایی در پنج سطح (۰، ۱۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰، ۷۰۰) صورت گرفت. نتایج نشان داد که ارقام از نظر زمان گلدهی تفاوت زیادی نداشتند. درصد گل‌های باز شده در شرایط آزمایشگاه در ارقام نوری دیررس و دیررس مشهد نسبت به بقیه بالاتر بود. بیشترین درصد گلدهی در بین ارقام مربوط به رقم نوری دیررس با سپری شدن ۷۰۰ ساعت سرما بود. نیاز سرمایی ارقام در شرایط مزرعه‌ای بر اساس مدل‌های یوتا، نیاز سرمایی کم، کارولینای شمالی و ساعات سرمایی بررسی شد که میزان واحدهای سرمایی برآورد شده توسط مدل یوتا ۱۵۸۸ واحد سرمایی و نسبت به سایر مدل‌ها بیشتر بود. نتایج ارزیابی نیاز گرمایی ارقام نشان داد نیاز گرمایی دو رقم نوری دیررس، شمس مشهد حدود ۳۳۰۰ واحد و در ارقام دیررس مشهد و مشهد-۴۴، ۳۳۷۹ واحد محاسبه شد.

واژه‌های کلیدی: ساعات سرمایی، کارولینای شمالی، مدل یوتا، نیاز سرمایی کم

مقدمه

زردآلو با نام علمی *Prunus armeniaca* از درختان مناطق معتدل گرم بشمار می‌آید. داده‌های موجود در مورد نیاز سرمایی زردآلو، نشان می‌دهد که نیاز سرمایی در بسیاری از ارقام زردآلو از ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ واحد سرمایی است (۱۷). زردآلو از جمله درختان میوه است که زود گل ده است (۱). رکود جزو یکی از مراحل مهم در سیکل زندگی گیاهان معتدله است و معمولاً ورود به این مرحله به تدریج و بسته به طبیعت گیاه صورت می‌گیرد ولی خروج از آن مستلزم تامین سرمای مورد نیاز گیاه می‌باشد (۲۹). در آخر فصل رشد (پاییز) طول روز کوتاه شده و برگ‌ها معمولاً این شرایط روز کوتاه را دریافت می‌کنند و گیاه را برای ورود به مرحله رکود واقعی (استراحت) آماده می‌نمایند. شروع استراحت همزمان با ریزش برگ‌ها بوده و پس از آن گیاهان وارد رکود واقعی (درونی) می‌شوند. این رکود در اثر عوامل فیزیولوژیکی درونی گیاه بوده و در این شرایط درخت حتی با قرار گرفتن در شرایط

مساعد محیطی نیز شروع به رشد نخواهد کرد و برای شروع رشد باید تعداد ساعات معینی سرما در محدوده دمایی ۰-۷ دریاقت نماید. مطالعات متعددی تاثیر سرما را بر آغاز رشد وجوانه‌زنی درختان میوه در ابتدای بهار مورد مطالعه قرار داده اند، در تمامی این پژوهش‌ها سرما به عنوان عاملی برای رها سازی گیاهان از رکود مطرح است (۶ و ۱۲ و ۲۳). نیاز سرمایی کم سبب گل دهی زود هنگام می‌شود و هوای سرد و یخبندان محصول را کاهش می‌دهد (۳۱). از سوی دیگر، در مناطق معتدل رسیدن زود هنگام میوه‌ها اهمیت اقتصادی ویژه‌ای دارد و می‌توان با استفاده از عوامل شیمیایی رفع خواب که باعث به جلو انداختن تاریخ گلدهی می‌شود، به بهره اقتصادی دست یافت (۱۵). اگر رقمی در منطقه‌ای کشت شود که نیاز سرمایی آن به اندازه کافی تامین نشود دچار اختلال در رشد رویشی و زایشی می‌شود (۲۸). تاریخ گلدهی ارقام با نیاز سرمایی و نیز با ساعت گرمای تجمعی تعیین می‌شود (۷ و ۸). زمان گلدهی در اکثر ارقام زردآلو تقریباً همزمان بوده و معمولاً حداکثر با یک هفته اختلاف از همدیگر هستند (۲۲). در میوه‌های معتدله دیر گلدهی باعث جلوگیری از سرما زدگی می‌شود و یکی از اهداف برنامه‌های اصلاحی شناسایی ارقام دیر گل است (۳۳). به طور کلی اعتقاد بر این است که به علت وجود رابطه نزدیک بین رکود جوانه، رشد و تولید در ارقام زردآلو، آگاهی از نیاز

۱ و ۳- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(*)-نویسنده مسئول: (Email: zhoshyar92@gmail.com)

۲- دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

رقم آلو را تعیین و با هیبرید بین گونه‌ای آلو × زردآلو مورد مقایسه قرار دادند، نتایج نشان داد که رقم آلوی شابلون با ۲۶۱ واحد سرمایی حداقل نیاز سرمایی و ژنوتیپ KH512 با ۷۱۷ واحد سرمایی، بیشترین نیاز سرمایی را دارا بود. در بین گونه‌های مختلف میوه، زردآلو جز محصولاتی است که محدودیت جغرافیایی دارد و مشخص شده است که برخی ارقام زردآلو در مناطق خاصی قادر به گلدهی و تشکیل میوه هستند و نمی‌توانند با دیگر مناطق سازگار شوند (۳۴). با توجه به مشکل عدم سازگاری و سرمازدگی بهاره زردآلو در استان خراسان رضوی، شناسایی ارقام و ژنوتیپ‌هایی با سازگاری بالا و نیاز سرمایی و گرمایی بالا به منظور کاهش خطرات سرمازدگی زودهنگام و افزایش راندمان تولید مهم به نظر می‌رسد. به این منظور این مطالعه با هدف تعیین نیاز سرمایی و گرمایی چند رقم زردآلوی استان خراسان رضوی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در دو آزمایش در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی روی ۴ رقم زردآلوی استان خراسان در سال زراعی ۹۲-۹۱ صورت گرفت.

آزمایش اول

محاسبه نیاز سرمایی در شرایط آزمایشگاهی

این آزمایش به صورت فاکتوریل (دو فاکتوره) در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. فاکتور اول رقم در چهار سطح (نوری دیررس، دیررس مشهد، شمس مشهد و مشهد-۴۴) و فاکتور دوم تعداد ساعات سرمایی در پنج سطح (۰، ۱۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰، ۷۰۰) و در ۳ تکرار انجام شد. حدود ۴۵ شاخه از هر رقم پس از خزان کامل درختان در اوایل آذر زمانی که دما به زیر ۷ درجه رسید از باغ آزمایشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گل‌مکان جمع‌آوری شد. در این حالت اگر شاخه‌های درختان در آزمایشگاه نگهداری شوند، گلی تولید نخواهند کرد (۱۶). سپس شاخه‌ها با قارچ کش کاپتان به غلظت دو در هزار تیمار شدند. شاخه‌ها در دسته‌های ۹ تایی درون کیسه ممل قرار گرفتند و برای تامین رطوبت با آب محلول‌پاشی و درون سردخانه با دمای ۷-۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. هر سه روز یکبار نمونه‌ها بررسی و مرطوب می‌شدند. پس از سپری شدن زمان هر تیمار (۱۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰ و ۷۰۰ ساعت) نمونه‌ها به درون گلخانه با دمای میانگین ۲۳ درجه سانتی‌گراد و ۱۶ ساعت روشنایی منتقل و درون آب قرار گرفتند. هر سه روز یکبار ارزیابی برای تعیین درصد گلدهی انجام و سپس انتهای شاخه‌ها برش داده می‌شد و شاخه‌ها درون آب تازه قرار داده می‌شد. پس از باز شدن جوانه‌ها، جوانه‌های گل در مرحله بالونی شمارش و در انتها درصد گلدهی هر شاخه تعیین و میانگین

سرمایی و گرمایی جوانه‌های ارقام مختلف می‌تواند اطلاعات کافی و جامع برای رفع مشکلات سرمازدگی زمستانه و بهاره و همچنین ایجاد ارقام برتر (دیر گل و مقاوم به سرما) فراهم سازد (۲۷). چندین مدل برای توضیح رابطه بین شکست خواب و دما تعیین شده است. یکی از مدل‌های مهم مدل یوتا^۱ است که توسط ریچاردسون و همکاران در سال ۱۹۷۴ معرفی شده است. مدل‌های بعدی با توجه به مدل یوتا توسعه یافتند که مدل نیاز سرمایی کم^۲ (۱۹) و مدل کارولینای شمالی^۳ (۳۲) از آن جمله‌اند. در مناطقی که نیاز سرمایی به طور مناسب تامین نمی‌شود روی رشد و باردهی ارقام اثر منفی می‌گذارد (۱۱). ارقام با نیاز سرمایی کم ولی با نیاز حرارتی بالا می‌توانند در مناطق سردسیر کشت شوند (۹). به علت تغییر شرایط دمایی طی فصول زمستان و بهار در سال‌های مختلف، نیاز سرمایی گیاهان به صورت یکنواخت و مشابه نبوده و از سالی به سال دیگر تغییر می‌کند (۸). برخی محققین به منظور تعیین نیاز سرمایی، شاخه‌های یکساله را قبل از شروع تجمع سرمایی برداشت و در شرایط آزمایشگاه به صورت مصنوعی تیمار سرمایی اعمال نموده و میزان نیاز سرمایی را تعیین کرده‌اند در حالی که برخی دیگر میزان نیاز سرمایی ارقام مختلف زردآلو را در محیط طبیعی و در شرایط باغ تعیین نمودند. راتیگان و هیل با انتخاب ۱۲ رقم بادام طی دوره هفت ساله با در نظر گرفتن اطلاعات هواشناسی یک ایستگاه هواشناسی استاندارد، نیازهای حرارتی لازم را برای شکسته شدن دوره خواب زمستانه و باز شدن گل‌ها برای هر رقم محاسبه نمودند. نتیجه آزمایش نشان داد که نیاز سرمایی و گرمایی واریته‌های مختلف به ترتیب حدود ۲۲۰ تا ۳۲۰ واحد سرمایی و ۵۳۰۰ تا ۸۹۰۰ ساعت درجه رشد (دماهای بالاتر از ۴ الی ۵ درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. (۲۴). پژوهشی در شاهرود برای تعیین نیاز سرمایی و گرمایی شش رقم زردآلو به نام‌های محلی، جعفری، قوامی، جهانگیری، خیاری و خبوه‌ای انجام شد. نتایج نشان داد میزان نیاز سرمایی برای ارقام بر اساس مدل یوتا، کارولینای شمالی و و نیاز سرمایی کم به ترتیب حدود ۷۴۰، ۱۰۰۰ و ۷۷۰ واحد بود. میزان نیاز گرمایی برای ارقام از ۱۸۲۹ درجه ساعت در رقم خبوه‌ای تا ۳۳۸۷ درجه ساعت در رقم جعفری متفاوت بود (۲). رویز و همکاران (۲۷) نیاز سرمایی یازده رقم زردآلو را مورد مطالعه قرار دادند که رقم کوروت^۴ با ۵۹۶ واحد سرمایی حداقل نیاز سرمایی و رقم ارنج^۵ با ۱۲۶۶ واحد سرمایی بیشترین نیاز سرمایی را به خود اختصاص داد. رضوی و حاجی‌لو (۳) در تحقیقی نیاز سرمایی ۵ رقم زردآلو و ۲

- 1- Utah Model
- 2- Low chilling Model
- 3- North Carolina Model
- 4- Currot
- 5- Orange Red

توابع شرطی نرم افزار اکسل استفاده شد.

آزمایش دوم: محاسبه نیاز گرمایی

برای تعیین نیاز گرمایی بر اساس مدل یوتا تعداد ساعت مفید (۵ درجه) از زمان ورود به رکود (ریزش برگ‌ها) تا بیداری ۵۰ درصد جوانه‌ها در قلمه‌ها و در شرایط کنترل شده که به عنوان نیاز سرمایی به صورت واحدهای سرمایی در نظر گرفته شد در فاصله زمانی بین بیداری ۵۰ درصد جوانه‌ها در شرایط کنترل شده تا زمان بیداری ۵۰ درصد جوانه‌ها در درختان باغ مقدار نیاز گرمایی بر اساس تجمع دماهای بالای صفر گیاهی برای زردآلو محاسبه و به صورت ساعات درجه رشد (GDH) محاسبه گردید (۵).

نتایج و بحث

محاسبه نیاز سرمایی در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۱ نشان می‌دهد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بین ساعات سرمایی، رقم و اثر متقابل آن‌ها روی درصد گلدهی وجود دارد. مقایسه میانگین تعداد ساعات سرمایی روی درصد گلدهی در شکل ۱ آمده است. نتایج نشان داد که بین ۵۰۰ و ۷۰۰ ساعت نیاز سرمایی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بیشترین درصد گلدهی مربوط به ۷۰۰ ساعت و کمترین درصد گلدهی مربوط به تیمار شاهد است. در بین ارقام بیشترین درصد گلدهی مربوط به رقم نوری دی‌رس و دی‌رس مشهد است، در حالی که رقم شمس مشهد دارای کمترین درصد گلدهی بوده است (شکل ۲).

گلدهی هر سه شاخه به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار JMP8 و رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel صورت گرفت.

محاسبه نیاز سرمایی در شرایط مزرعه‌ای

برای محاسبه نیاز سرمایی در شرایط مزرعه، دمای هر ساعت از شروع آزمایش تا پایان رکود جوانه‌ها (نوک سبز شدن ۵۰ درصد از جوانه‌ها بعد از سه هفته در شرایط کنترل شده) توسط دستگاه ترموگراف نصب شده در باغ استحصال و بر اساس مدل‌های ساعات سرمایی (۳۴)، مدل کارولینای شمالی (۳۲ و ۲۲) و نیاز سرمایی کم (۱۹) و مدل یوتا (۲۵) محاسبه گردید. مدل ساعات سرمایی که ساده‌ترین مدل در ارتباط با ساعات سرمایی در دوره رکود است که توسط وینبرگر (۱۹۸۷) ارائه شده است. این روش قدیمی‌ترین مدلی است که در شرایط آفریقای جنوبی و در طول ماه‌های سرد زمستان استفاده می‌گردد که سرانجام توسط مدل یوتا جایگزین شد، مدل کارولینای شمالی (۳۲ و ۲۲) و نیاز سرمایی کم (۱۹) که این دو مدل بر اساس مدل یوتا گسترش یافته‌اند و یوتا (۲۵) که توسط ریچاردسون (۲۵) برای میوه‌هلو که در سرزمین‌هایی با زمستان‌های خیلی سرد کاشته شده بودند ارایه گردید. این مدل واحدهای سرمایی را بر اساس دادن ارزش کمتر به دماهایی که دارای کارایی کمتر از نظر شکستن دوره خواب هستند و ارزش بیشتر به دماهایی که دارای کارایی بیشتر در این مورد هستند محاسبه می‌نماید. در این مدل دماهای زیر ۱/۴ درجه و به عبارتی زیر صفر درجه تأثیری در رفع رکود ندارند و دماهای بالاتر از ۱۶ درجه سانتی‌گراد نیز اثر و تمایزیابی روی جوانه‌های گل دارند به طوری که اثرات سرما را خنثی می‌نمایند. برای تبدیل داده‌های ساعتی به ساعات سرمایی و واحد سرمایی از

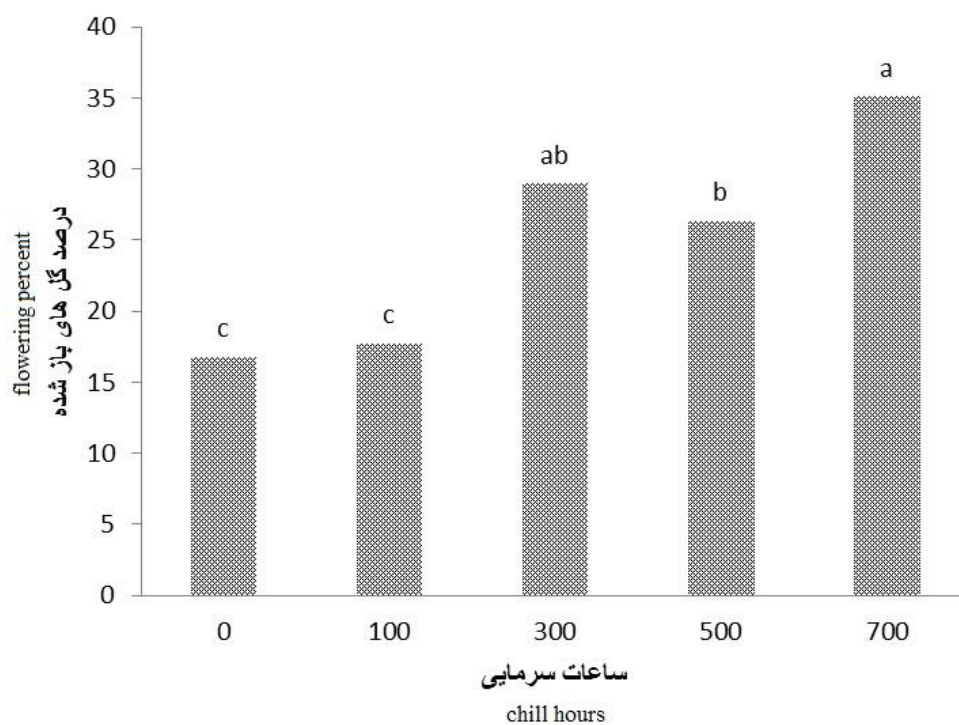
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر ساعات سرمایی و رقم روی درصد گلدهی چهار رقم زردآلو

Table1- ANOVA of the chilling hours effect on flowering in four apricot cultivars

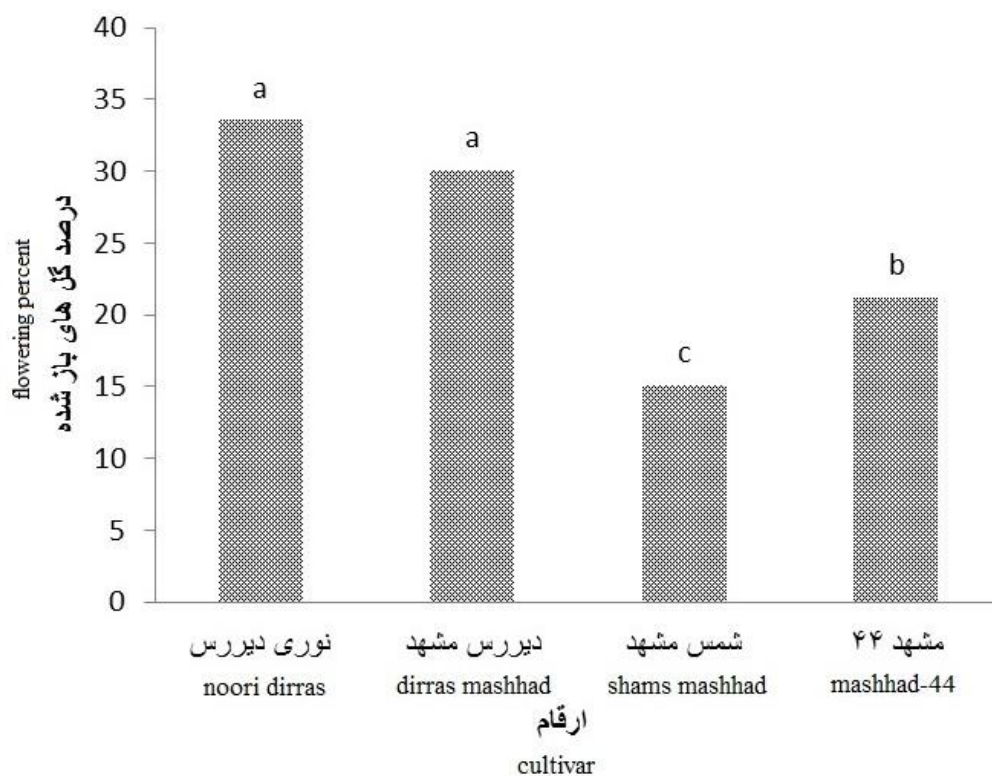
منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد گلدهی
Source of Variation	DF	Flowering percent
ساعات سرمایی	4	719/365**
Cchilling Hhours		
رقم	3	1054/49**
Ccultivar		
ساعات سرمایی×رقم	12	184/490**
Cchilling Hhours×Ccultivar		
خطا		۵۱/۳۲
E(error)		

و** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و معنی‌دار در سطح ۱ درصد

ns, * and ** non-significant, significant at 5%, significant at 1%

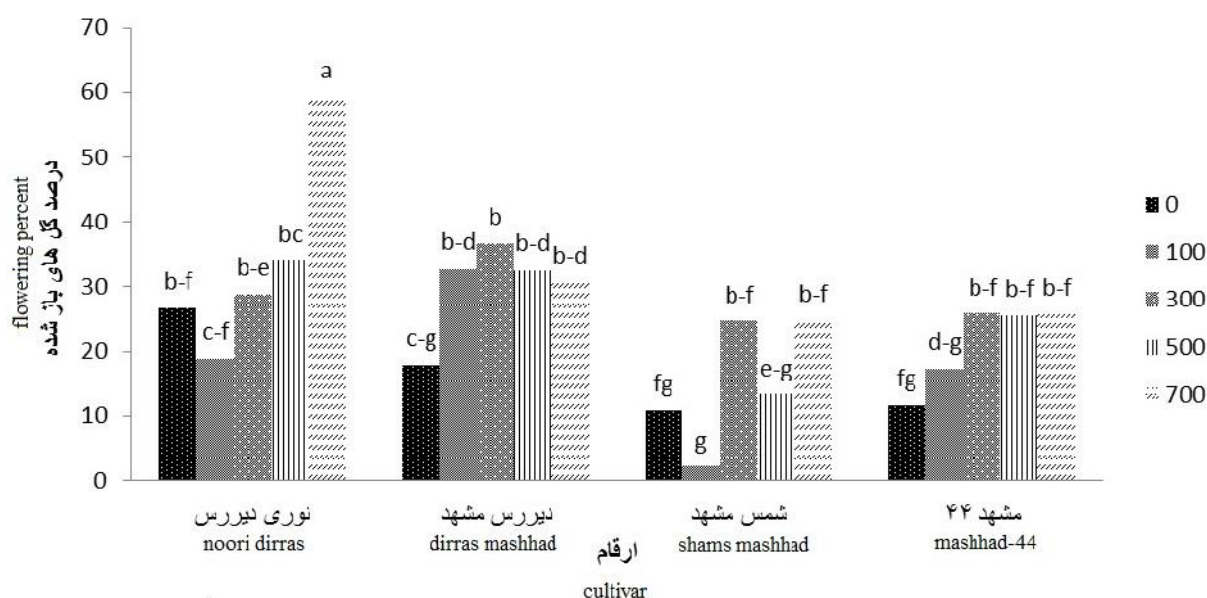


شکل ۱- اثر ساعات سرمای زیر ۷ درجه سانتی گراد بر درصد گل های باز شده چهار رقم زردآلو
Figure1- The effect of chilling hours below 7 ° C on open flowers percentage of four apricot cultivars



شکل ۲- مقایسه درصد گلدهی در ارقام مختلف زردآلو
Figure2- The flowering percentage of four apricot cultivars

وجود نداشت. در رقم دیررس مشهد بین تیمارهای سرمایی اختلاف معنا داری وجود نداشت ولی بیشترین درصد گلدهی این رقم مربوط به ۳۰۰ ساعت است. رقم شمس مشهد در ۱۰۰ ساعت کمترین درصد گلدهی را داشت و در رقم مشهد-۴۴ در بین ساعات مختلف اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل ۳).



شکل ۳- اثر رقم و تعداد ساعات سرمایی بر درصد گل‌های باز شده ارقام مختلف زردآلو

Figure3. The effect of chilling hours and apricot cultivars on the percentage of flowering

سرمایی کم بین ۱/۸ تا ۱۳/۹ است. در حالی که دمای بالای ۱۶ درجه در مدل یوتا اثر منفی بر انباشت سرما دارد. تجمع سرما تا پانزدهم فوریه (بیست وهفت بهمن) برای شکستن خواب بیشتر ارقام در ارتباط با تامین نیاز سرمایی کافی است (۱۳ و ۲۰). تفاوت کم زمانی برای شکوفایی ارقام در مزرعه و شکوفایی ارقام در آزمایشگاه بر اساس تخمین نیاز سرمایی توسط مدل‌های سرمایی می‌تواند به این علت باشد که جوانه گل علی رغم تامین نیاز سرمایی تا رسیدن به دمای مطلوب خفته می‌ماند (۲۱). رابطه قوی بین تامین نیاز سرمایی و گلدهی ارقام وجود داشت و رابطه منفی بین نیاز سرمایی و نیاز گرمایی برای تاریخ گلدهی وجود داشت.

نیاز گرمایی

نیاز گرمایی برای دو رقم شمس مشهد و نوری دیررس حدود ۳۳۰۰ ساعت درجه رشد و برای ارقام مشهد-۴۴ و دیررس مشهد حدود ۳۳۷۹ ساعت درجه رشد محاسبه شد. این میزان مشابه با نتایج رضایی (۲) در رقم جعفری با میزان نیاز گرمایی ۳۳۸۷ ساعت و متفاوت با سایر ارقام مورد مطالعه در این پژوهش بود. ارقام در شرایط

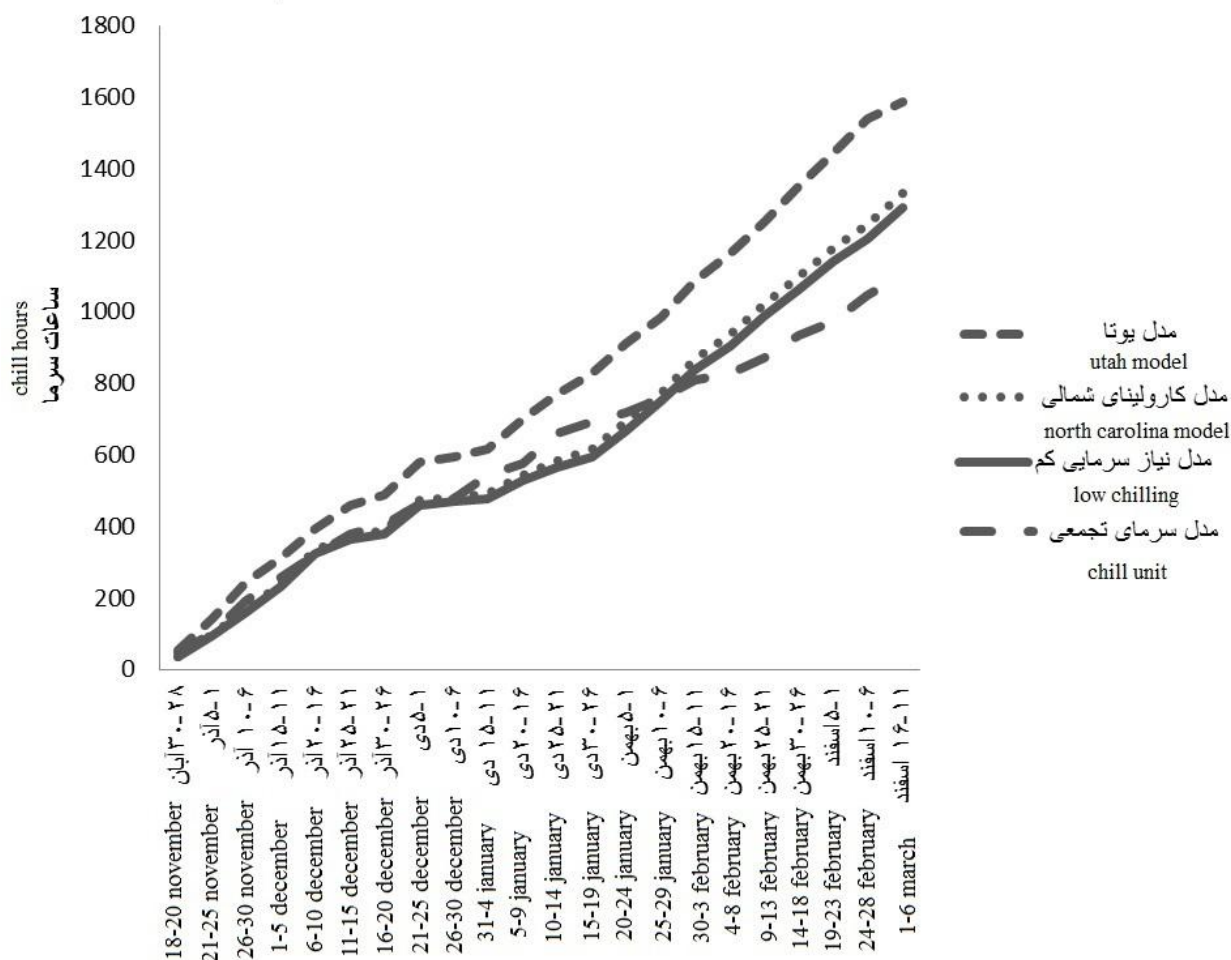
ارقام در تیمارهای مختلف سرمایی پاسخ‌های متفاوتی بروز دادند، به طوری که بالاترین درصد گلدهی مربوط به رقم نوری دیررس و در ۷۰۰ ساعت سرما و کمترین درصد گلدهی مربوط به رقم شمس مشهد و در تیمار ۱۰۰ ساعت است. رقم نوری دیررس بیشترین گلدهی را در ۷۰۰ ساعت داشت و بین بقیه ساعات اختلاف معنی داری

بررسی فنولوژی گلدهی نشان داد که ارقام تاریخ گلدهی مشابهی دارند و مرحله تمام گل از ۱۳ تا ۱۶ اسفند بود. تجمع نیاز سرمایی توسط مدل‌های مختلف در شکل ۴ آمده است. بر اساس مدل‌های مختلف نیاز سرمایی در شرایط مزرعه‌ای محاسبه شده است که با توجه به مدل یوتا نیاز سرمایی ارقام حدود ۱۵۸۸ واحد سرمایی تخمین زده شد. نیاز سرمایی توسط مدل کارولینای شمالی و نیاز سرمایی کم به ترتیب ۱۳۳۱ و ۱۲۹۱ واحد سرمایی محاسبه شد، در حالی که در مدل ساعات سرمایی، ۱۱۰۰ ساعت برای ارقام محاسبه شد. تجمع واحدهای سرمایی در مدل‌های یوتا، کارولینای شمالی، نیاز سرمایی کم و ساعات سرمایی در جدول ۳ آمده است. روند تجمع به صورت واحد سرمایی در مدل‌های کارولینای شمالی و مدل نیاز سرمایی کم مشابه بود و مدل یوتا تجمع واحد سرمایی بیشتری را نشان داد که با نتایج رضایی (۲) مطابقت دارد. تجمع سرما از یک آذر شروع و تا شانزدهم اسفند ادامه داشته است. با افزایش دما در اواخر این دوره و کاهش تعداد ساعات، اثر منفی بر انباشت سرما مشاهده می‌شود (۱۴). در مدل یوتا دمای بین ۲/۵ تا ۹/۱ دمای موثر در انباشت سرما هست، این میزان در مدل کارولینای شمالی بین ۱/۶ تا ۱۲/۹ و در مدل نیاز

نتیجه گیری کلی

با توجه به درصد گلدهی ارقام در شرایط آزمایشگاهی مشخص شد که افزایش مدت سرمادهی باعث تسریع شکفتن جوانه‌ها و یکنواختی سرعت جوانه زنی شد، به نظر می‌رسد که نیاز سرمایی ارقام باید بیشتر از ۷۰۰ ساعت باشد تا یکنواختی در گلدهی مشاهده شود. اگرچه افزایش در ساعات سرمایی میزان نیاز حرارتی را کاهش نمی‌دهد ولی سبب یکنواختی نیاز سرمایی جوانه‌ها می‌شود (۱۱) و (۳۰). سرمای ناکافی باعث شکوفایی ضعیف در ارقام شد به طوری که رقم نوری دیررس در ۷۰۰ ساعت درصد دارای ۶۰ درصد گلدهی و شمس مشهد دارای کمترین درصد گلدهی بود. توزیع واحدهای سرمایی در محدوده‌های دمایی مشخص امکان مقایسه نتایج به دست آمده از روش‌های مختلف در شرایط مزرعه را به ما می‌دهد.

آزمایشگاهی زودتر وارد فاز گلدهی می‌شوند ولی جوانه گل علی‌رغم تامین نیاز سرمایی تا رسیدن به دمای مطلوب به حالت خفته باقی می‌ماند و تفاوت در زمان شکوفایی ارقام در مکان‌هایی با نیاز سرمایی کافی معمولاً کم است (۲۱). هنگامی که یک رقم سرمایی بیشتر از نیاز سرمایی دریافت می‌کند نیاز گرمایی جهت گلدهی کاهش می‌یابد (۹ و ۱۰). نتایج برخی تحقیقات نشان می‌دهد دریافت ساعات سرمایی زیاد باعث ۹۰ درصد از نوسانات نیاز گرمایی شد و در نتیجه ارقام هیچ نیاز گرمایی ویژه‌ای برای گلدهی ندارند (۱۰، ۱۸ و ۲۶) به نظر می‌رسد بین ارقام مورد مطالعه نیاز سرمایی نقش بارزتری نسبت به نیاز گرمایی دارد. نیاز گرمایی ارقام مورد بررسی تا حدودی یکسان بود و نیاز سرمایی تاثیر بیشتری را روی درصد گل دهی نشان داد. که مطابق با یافته‌های آلبرکرکو و همکاران (۴) بر روی ارقام گیلان است که نقش نیاز سرمایی را با اهمیت تر نشان دادند و ارقام با نیاز سرمایی کمتر زودتر به گلدهی رسیدند.



شکل ۴- برآورد نیاز سرمایی ارقام زردآلو بر اساس مدل‌های مختلف سرمایی

Figure 4- Estimating of apricot chilling requirement according different chilling models

جدول ۳- تجمع واحد های سرمایی در شرایط مزرعه ای در هر ماه
Table 3- Cumulative thermal units per month in field conditions

Table 5. Cumulative thermal units per month in cold conditions						
	دما Tempreture (°C)	واحد سرمایی (cu)	آذر	دی	بهمن	اسفند ۱۳۹۶
مدل یوتا	>1/5	0	0	0	0	0
Utah model	1/5-2/4	0/5	62	73	38/5	16/5
	2/5-9/1	1	384	664	419	210
	9/2-12/4	0/5	47	22/5	72	34
	12/5-15/9	0	0	0	0	0
	16-18	-0/5	-4/5	0	-6/5	-6/5
	>18	-1	0	0	-3	-15
مجموع واحد سرمایی			488/5	759/5	520	239
	دما	واحد سرمایی	آذر	دی	بهمن	اسفند
کارولینای شمالی	≤1/5	0	0	0	0	0
North Carolina	1/6-7/1	0/5	164	117/5	158/5	82
	7/2-12/9	1	200	103	292	137
	13-16/4	0/5	26	5	30/5	19/5
	16/5-18/9	0	0	0	0	0
	19-20/6	-0/5	0	0	0	0
	20/7-22	-1	0	0	0	0
	22/1-23/2	-1/5	0	0	0	0
	≥23/3	-2	0	0	0	0
مجموع واحد سرمایی			390	225/5	481	238/5
	دما	واحد حرارتی	آذر	دی	بهمن	اسفند
مدل نیاز سرمایی کم	≤1/7	0	0	0	0	0
low chilling	1/8-7/9	0/5	180/5	123	180	90
	8-13/9	1	183	87	264	134
	14-16/9	0/5	17	3/5	22/5	13/5
	17-19/4	0	0	0	0	0
	19/5-21/4	-0/5	0	0	0	0
	≥21/5	-1	0	0	0	0
مجموع واحد سرمایی			380/5	213/5	466/5	237/5

مورد مطالعه مشابه بود. با توجه به این که منطقه مورد آزمایش، منطقه سرد محسوب می شود اختلاف ارقام از نظر شکوفایی به یک هفته هم نمی رسد.

روند تجمع به صورت واحد سرمایی در مدل های کارولینای شمالی و نیاز سرمایی کم، مشابه بود، ولی مدل یوتا میزان تجمع واحد سرمایی بیشتری را نشان داد (شکل ۴). میزان نیاز گرمایی در ارقام

منابع

- 1-Jalili marandi R. 2002. Pomology. Jahad Daneshgahi. Urmia.
- 2- Rezaei M. 2011. Evaluation of temperature requirements of six apricot cultivars under lab and field conditions in Shahrood. Journal of crop improvement, 1: 21-23. (in Persian with English abstract)
- 3- Razavi F., Hajilou j. 2010. Determination of chilling requirements in different varieties of apricot and plum flower buds in comparison with hybrid plum × apricot. 7th horticulture congress. 5-8 September. Esfahan, Iran.
- 4- Albuquerque N., Montiel F.G., Carrillo A., and Burgos L. 2008. Chilling and heat requirement of sweet cherry cultivars and the relationship between altitude and the probability of satisfying the chill requirements. Environmental and Experimental Botany, 64: 162-170.

- 5- Anderson J.L., Richardson E.A., and Kesner C.D. 1986. Validation of chill unit and flower bud phenology models for "Montmorency" sour cherry. *Acta Horticulture*, 184: 71-78.
- 6- Antonio M., Martinez T., and Antonio J. 2009. Metabolic activity of low chilling grapevine buds forced to break. *Thermochimica Acta*, 481: 28-31.
- 7- Brown D.S. 1957. The rest period of apricot flower buds as described by a regression of time of bloom on temperature. *Plant Physiology*, 32: 75-85.
- 8- Cesaraccio C., Spano D., Snyder R.L., and Duce P. 2004. Chilling and forcing model to predict bud-burst of crop and forest species. *Agricultural and Forest Meteorology*, 126: 1-13.
- 9- Citadin I., Raseria M.C.B., Herter F.G., and Baptista da Silva J. 2001. Heat requirement for blooming and leafing in peach. *Hort Science*, 36:305-307.
- 10- Couvillon G.A., and Erez A. 1985. Influence of prolonged exposure to chilling temperatures on bud break and heat requirement for bloom of several fruit species. *American Society for Horticultural Sciences*, 110: 47-50.
- 11- Coville. 1920. The influence of cold in stimulating the growth of plants, *Journal Agriculture Research*, 20 :151-192.
- 12- El-Shereif A., Mizutani F., and Onguso J.M. 2005. Effects of different temperatures and sampling dates on bud break and ACC content of Muscat Bailey grapevine buds. *International Journal Botany*, 1: 34-37.
- 13- Erez. 1995. Means to compensate for insufficient chilling to improve bloom and leafing. *Acta Horticulture*, 395: 81-95.
- 14- Erez A., Couvillon G.A., Hendershott C.H. 1979. The effect of cycle length on chilling negation by high temperatures in dormant peach leaf buds. *Journal American Society Horticulture Science*, 104: 573-576.
- 15- Erez A. 1987. Bud dormancy; phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- 16- Faust, M., A. Erez. L.j. Rowland, S.Y. Wang, and H. A. Norman. 1997. Bud dormancy in perennial fruit trees: Physiological basis for dormancy induction, maintenance, and release. *Horticultural science*. 4: 429-623.
- 17- García JE., Guerriero R., and Monteleone P. 1999. Apricot bud chilling and heat requirements in two different climatic areas: Murcia and the Tuscan Maremma. *Acta Horticulture*, 488: 289-294.
- 18- Gianfagna T.J. and Mehlenbacher S.A. 1985. Importance of heat requirement for bud break and time of flowering in apple. *HortScience*, 20: 909-911.
- 19- Gilreath P.R., and Buchanan D.W. 1981. Rest prediction model for low-chilling 'Sungold' nectarine, *Journal American Society Horticulture Science*, 106 :426-429.
- 20- Hauagge R. and Cumming J.N. 1991. Phenotypic variation of length of bud dormancy in apple cultivars and related *Malus* species, *Journal American Society Horticulture Science*, 116 :100-106.
- 21- Janick J., and Paull E.R. 2008. *The Encyclopedia fruits and nuts*. CABI.
- 22- Martin G.C. 1991. Bud dormancy in deciduous fruit tree. Academic Press, New York. 183-225.
- 23- Mohamad A.K.A., Omran Y.A.M. 2004. Chilling and heat requirements for bud break and fruit development of some grape cultivars under Assiut conditions. *Agriculture Science*, 35: 1-9.
- 24- Rattigan K., Hill S.J. 1988. Relationship between temperature and flowering in almond: effect of location. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 27: 905-908.
- 25- Richardson E.A., Seeley S.D., and Walker D.R. 1974. A model for estimating the completion of rest for Redhaven and Elberta peach trees. *HortScience*, 9: 331-332.
- 26- Rom R., and Arrington E.H. 1966. The effect of varying temperature regimes on degree days to bloom in the "Elberta" peach. *American Society Horticulture Science*, 88: 239-244.
- 27- Ruiz D., Campoy J.A., and Egea J. 2007. Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering. *Environmental and Experimental Botany*. 61: 254-263.
- 28- Samish R.M., and Lavee S. 1982. The chilling requirement of fruit trees. In: *Proceedings of the XVI International Horticultural Congress*. 5: 372-388.
- 29- Saure M.C. 1985. Dormancy release in deciduous fruit trees. *Horticulture reviews*, 7: 239-298.
- 30- Scalabrelli G., Couvillon G.A. 1986. The effect of temperature and bud type on rest completion and the GDH°C requirement for budbreak in 'Redhaven' peach. *American Society Horticulture Science* 111:537-540.
- 31- Scorza R., Okie W.R. 1990. Peaches (*Prunus*). In: Moore, J.N., Ballington, H.J. (Eds.), *Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops*. International Society for Horticultural Science, Amsterdam, the Netherlands.
- 32- Shaltout A.D., Unrath C.R. 1983. Shaltout and Unrath, Effect of some growth regulators and nutritional compounds as substitutes for chilling of delicious apple leaf and flower buds, *American Society Horticulture Science*, 108:898-901.
- 33- Spiegel Roy P., Alston F.H. 1979. Chilling and post-dormant heat requirement as selection criteria for lateflowering pears. *Hortscience*, 54:115-120.
- 34- Weinberger J.H. 1950. Chilling requirements of peach varieties, *American Society Horticulture Science*, 56: 122-128.



تاثیر روش پیوند، پوشش محل پیوند و محلول پاشی برخی عناصر معدنی بر میزان گیرایی پیوند و بقای زمستانه در نهال‌های پیوندی گردو

رضا رضایی^{۱*} - فرانک نقیلو^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۳

چکیده

با هدف افزایش درصد گیرایی پیوند و کاهش خسارت سرمازدگی در نهال‌های پیوندی گردو، در این تحقیق اثرات فاکتوریلی سه روش پیوند (اسکنه‌ای، تاجی و زینی) و دو نوع پوشش محل پیوند (خاک اره مرطوب و پوشش سوپر جاذب+پنبه) و در آزمایش دیگر اثرات فاکتوریلی سه روش پیوند (اسکنه‌ای، تاجی و زینی) و دو سطح محلول پاشی (کلسیم + روی + بور و عدم محلول پاشی (شاهد)) بر درصد گیرایی پیوند، درصد عناصر بافت، رشد کیفی نهال و میزان سرمازدگی نهال‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شرایط فضای باز بررسی شدند. بر اساس نتایج آزمایش اول، روش پیوند و پوشش محل پیوند بر درصد گیرایی و رشد کیفی (طول و قطر) پیوندک تاثیر معنی‌داری داشت. در هر سه روش پیوند استفاده از پوشش خاک اره باعث افزایش معنی‌دار درصد گیرایی به ۹۰/۰، ۷۷/۳ و ۶۳/۳ درصد به ترتیب در پیوندهای زینی، اسکنه‌ای و تاجی گردید. بر اساس نتایج آزمایش دوم، کمترین درصد سرمازدگی سرشاخه‌ها نیز در پیوند زینی و اسکنه‌ای مشاهده گردید و محلول پاشی عناصر کلسیم، روی و روی در مقایسه با شاهد سبب افزایش معنی‌دار عناصر فوق در بافت و کاهش درصد خسارت سرمازدگی (۱۱/۶ در مقابل ۲۹/۴ درصد) در سرشاخه‌های نهال پیوندی گردید. بنابراین، استفاده از پیوند زینی، اسکنه‌ای و تاجی با پوشش خاک اره و نیز محلول پاشی نهال‌های پیوندی با کلسیم، روی و بور در نهالستان‌ها توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پیوند گردو، پوشش پیوند، مدیریت نهالستان، محلول پاشی، خسارت سرمازدگی

مقدمه

در حال حاضر، حتی با پیشرفت‌های علمی صورت گرفته در زمینه بیوتکنولوژی و کشت بافت، ازدیاد گردو از طریق پیوند مهم‌ترین راه عملی و تجاری ازدیاد ارقام و ژنوتیپ‌های برتر گردو در سطح دنیا به شمار می‌رود (۱، ۲، ۴ و ۲۱). در ارتباط با پیوند گردو تحقیقات زیادی در کشورهای مختلف از جمله چین (۱۵ و ۱۶)، ایتالیا (۳)، ترکیه (۹) ایران (۲، ۶ و ۱۴) و آمریکا (۸) صورت گرفته است. میزان گیرایی پیوند در این روش‌ها بسیار متغیر بوده و به عوامل مختلف درونی و بیرونی شامل درصد رطوبت، ذخایر غذایی و سطوح هورمونی پیوندک، ژنوتیپ پایه و پیوندک، وضعیت فیزیولوژیک درختان مادری، روش و زمان پیوند، دما و رطوبت نسبی محیط در زمان پیوند، مواد فنی^۳ و فشار ریشه ای^۴ بستگی دارد (۱۲ و ۲۱). در این میان فشار ریشه‌ای و مواد فنی بیشترین سهم را در کاهش گیرایی پیوند گردو دارند. مواد فنی که به عنوان عوامل دفاعی بر علیه آفات و بیماری‌ها در داخل

بر اساس آمار سازمان خواروبار جهانی (فائو) در سال ۲۰۱۲، سطح زیر کشت درختان گردوی بارده در جهان ۹۹۵۰۴۰ هکتار بوده است که از این میزان بیشترین سطح زیر کشت مربوط به چین با ۴۲۵۰۰۰ هکتار و پس از آن به ایران، آمریکا و ترکیه به ترتیب با ۱۴۶۰۰۰، ۹۹۰۰۰ و ۹۸۰۰۰ هکتار می‌باشد.

با وجود حجم بالای تولید متأسفانه کشور ما از نظر صادرات این محصول ارز آور (هر ۱۰ کیلو گردو معادل یک بشکه نفت به ارزش ۱۰۰ دلار) با چالش‌های جدی مواجه است. یکی از چالش‌ها غیرپیوندی بودن غالب باغات گردو و به تبع از آن پایین بودن عملکرد کمی و کیفی و بهره‌وری اندک این قبیل باغات می‌باشد (۱۲ و ۲۱).

۱ - عضو هیأت علمی (استادیار-پژوهش) مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی

(Email: rezrezaee@yahoo.com)

(نویسنده مسئول)

۲ - دانش آموخته باغبانی (کارشناسی ارشد)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد

3- Phenolic compounds

4- Root pressure

گیاه ساخته می‌شوند، در جریان پیوند اکسید شده و با تشکیل رادیکال‌های آزاد و یا در ترکیب با مواد پروتئینی در محل پیوند^۱ (پیوندگاه) با ایجاد نواحی تیره رنگ مانع از جوش خوردن پیوندگاه می‌شوند (۱۵ و ۱۶). با وجود موفقیت آمیز بودن روش‌های پیوند گردو در شرایط کنترل شده موسوم به هات کالوس این روش‌ها در مقیاس وسیع پرهزینه و تخصصی بوده و به این ترتیب ارایه یک راهکار کم هزینه و موثر تولید نهال پیوندی گردو در شرایط هوای آزاد و قابل اجرا توسط باغداران و نهالکاران حایز اهمیت است (۱۴).

بررسی روش‌های مختلف پیوند گردو در هوای آزاد مشخص کرده است که تنها پیوند‌های شاخه بهاره تغییر یافته، که در آن محل پیوند تا زمان تشکیل کالوس و برقراری رشد پیوندک با خاک اره مرطوب پوشش داده شده بود، نتایج مطمئن و ثابتی به همراه داشته است. پوشش محل پیوند به وسیله چسب باغبانی موفقیت آمیز گزارش نشده است. پوشش محل پیوند در برخی گیاهان از جمله انگور و گردو نقش مهمی در تشکیل کالوس و ترمیم پیوندگاه دارد و پوشش‌های واکی یا چسب باغبانی ممکن است از طریق کاهش سطح اکسیژن در محل پیوند مانع از گیرایی پیوند گردند (۱۰). بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده، پوشش محل پیوند گردو با خاک اره سبب بهبود کالوس‌زایی و اتصال پایه و پیوندک می‌شود. با توجه به کمیاب شدن خاک اره و یا آلودگی‌های قارچی خاک اره، تلاش برای جایگزینی خاک اره با مواد بهداشتی، ارزان و موثر حائز اهمیت است (۱، ۵، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴).

علاوه بر گیرایی پایین پیوند، سرمازدگی نهال‌های پیوندی گردو به عنوان دومین مشکل تولید نهال پیوندی در نهالستان فضای باز محسوب می‌گردد. اکثر نهال‌های پیوندی در برخورد با اولین سرمای پاییزه از محل پیوند دچار سوختگی شده و نتیجه آنکه بازده تولید نهال پیوندی بخصوص برای پیوند‌های جوانه صورت گرفته در تابستان در هوای آزاد به طور مایوس کننده ای کاهش می‌یابد. از این رو، تقویت رشد نهال بخصوص از طریق محلول پاشی عناصر غذایی و تغذیه متعادل ممکن است سبب افزایش مقاومت به سرمازدگی گردد (۱ و ۱۲).

برخی عناصر غذایی از قبیل کلسیم، بور و روی به عنوان یک کوفاکتور در آنزیم‌های مختلف، انتقال پیام، تغییر وضعیت سیتوسول و یا انتقال کربوهیدرات‌ها شرکت داشته و اگر مقدار کافی از این عناصر در دسترس نباشد گیاهان در معرض آسیب‌های شدید تنش‌های محیطی از قبیل شوری و سرمازدگی قرار می‌گیرند. گیاهان دارای مکانیسم پیچیده‌ای برای اکتساب مقاومت به سرما هستند و در این میان برخی عناصر غذایی به عنوان واسطه عمل می‌کنند (۴، ۷ و ۱۷).

کلسیم علاوه بر اینکه از عناصر ضروری تشکیل دهنده دیواره سلولی و فعال کننده آنزیم فسفاتاز بوده و ساختار دیواره سلولی را از طریق افزایش اسید پکتیک در دیواره سلولی به شکل پکتات کلسیم حفظ می‌کند، به عنوان اولین سیگنال در تنش‌های محیطی مثل شوری و سرما نیز عمل می‌نماید (۱۷). در مطالعات سلولی، تنش سرما در کسری از ثانیه باعث افزایش کلسیم در سیتوسول گردیده و کلسیم باند شده با پروتئین‌های رمزگشا از قبیل کالمودولین سبب تغییر وضعیت غشاهای سلولی و شروع آبخاری از واکنش‌های متعددی و بیان ژن‌های مربوطه در القای مقاومت به سرما می‌گردد (۱۷ و ۱۹). علاوه بر کلسیم، بور و روی نیز در تغییر وضعیت غشاهای سلولی، انتقال قند و افزایش ناقلین پتاسیم و فسفات نقش اساسی دارند. بعلاوه، کمبود کلسیم، بور و روی سبب نکروزه شدن نواحی مرستمتیک و حذف غالبیت جوانه انتهایی و در نتیجه حالت جارویی شدن شاخه‌ها می‌شود (۱۹ و ۲۰).

با توجه به نقش حیاتی عناصر کلسیم، روی و بور نیز به عنوان اکتیواتور آنزیم‌های موثر در متابولیسم، انتقال قندها و یا هورمون‌های گیاهی تغذیه نهال‌ها با این عناصر می‌تواند در استحکام بافت‌ها و در نتیجه مقاومت به سرمازدگی موثر باشد. بنابراین اهداف اصلی این تحقیق، بررسی تاثیر نوع پیوند و نوع پوشش بر درصد گیرایی پیوند، بهبود کیفی نهال و کاهش سرمازدگی نهال با محلول پاشی برخی عناصر غذایی هستند.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در استان آذربایجان غربی، در نهالستان فضای باز گردو واقع در ایستگاه تحقیقات کشاورزی خوی با مشخصات جغرافیایی عرض جغرافیایی ۳۸ درجه، ۳۵ دقیقه و ۱۶۳ ثانیه شمالی، طول جغرافیایی ۴۴ درجه، ۵۷ دقیقه و ۵۷۹ ثانیه شرقی، ارتفاع از سطح دریا ۱۱۴۱ متر، میانگین بارندگی سالیانه ۲۹۶.۳ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه منطقه ۱۲/۴ درجه سانتی‌گراد و نوع بافت خاک لومی رسی اجرا گردید. پایه‌های مورد استفاده در این تحقیق، از نهال‌های بذری ۲ ساله از گونه گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.) و رقم محلی موسوم به پوست سنگی بودند.

در آزمایش اول سه روش پیوند شامل پیوند اسکنه^۲، پیوند پوست یا تاجی^۲ و پیوند زینی ماشینی یا V- شکل^۳ و دو نوع پوشش محل پیوند شامل خاک اره مرطوب و سوپر جاذب به علاوه پنبه بر درصد گیرایی پیوند و کیفیت نهال بررسی گردید. برای اجرای پیوند اسکنه ای در اوایل فروردین پایه‌ها را از ارتفاع ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متری سربرداری و با اسکنه، شکافی به عمق ۳ سانتی‌متر در پایه ایجاد

2-Cleft grafting

2- Bark Grafting 3- V-Shaped Grafting

3- Graft union

روز قبل از پیوند سربرداری شدند تا خروج شیره آوندی کنترل شود. پس از پیوند نیز، قسمت آزاد پیوندک‌ها با چسب باغبانی پوشانده شد تا از نفوذ هوا به داخل پیوندک‌ها جلوگیری شود. در تمام پیوندها سعی شد تا برش‌ها در خلاف جهت نور خورشید قرار گیرند تا از آفتاب سوختگی و قرار گرفتن مستقیم جوانه‌ها در مقابل نور خورشید جلوگیری به عمل آید.

صفات مورد مطالعه شامل درصد گیرایی ۴۵ روزه، درصد گیرایی نهایی (آخر فصل رشد)، رشد قطری و رشد طولی نهال گردو، غلظت عناصر بور، روی و کلسیم بافت پیوندک، و درصد خسارت سرمازدگی با شمارش سرشاخه‌های خشک شده در آخر سال بودند. درصد گیرایی پیوند با شمارش پیوندهای موفق، میزان رشد طولی و قطر پیوندک‌ها ۴۵ روز پس از پیوند و مجدداً در آخر فصل رشد با متر و کولیس بر حسب سانتی‌متر و میلی‌متر تعیین گردید. غلظت عناصر کلسیم، روی و بور به ترتیب با دستگاه جذب اتمی و رنگ آمیزی با آزمونین اچ در یک آزمایشگاه مجاز تعیین گردید. برای نرمال نمودن توزیع آماری داده‌ها از تبدیل جذری $\sqrt{x+0.5}$ و لگاریتمی $\text{Log}(x+10)$ استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت سپس مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس، روش پیوند بر درصد گیرایی ۴۵ روزه و نهایی، رشد قطری و طولی نهال پیوندی گردو تأثیر معنی‌داری داشته است. مقایسات میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین درصد گیرایی ۴۵ روزه مربوط به پیوند اسکنه‌ای ۴۷/۷ درصد و پس از آن مربوط به پیوند تاجی ۴۰ درصد و در نهایت مربوط به پیوند زینی ۳۵ درصد است. بیشترین درصدگیرایی نهایی (آخر پاییز) مربوط به پیوند زینی با ۴۶/۶ درصد بود و با میزان گیرایی نهایی پیوند اسکنه‌ای با ۴۳/۳ درصد و پیوند تاجی با ۴۰ درصد اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۱). بیشترین رشد طولی پیوندک (۱۸۶ سانتی‌متر) مربوط به پیوند تاجی و پس از آن مربوط به اسکنه‌ای (۱۲۰ سانتی‌متر) است. بیشترین رشد قطری (۹/۱۸ سانتی‌متر) نیز مربوط به پیوند تاجی است (جدول ۱).

این نتیجه تا حدود کمی با نتایج رضایی و همکاران (۱۰) دال بر کارایی بالای پیوند تاجی بر اسکنه‌ای تا حدودی مغایرت دارد که ممکن است ناشی از عوامل محیطی و یا مهارت پیوندزن باشد. چنین استنباط می‌شود که علت گیرایی بیشتر در پیوند زینی هم به خاطر هم‌قطر بودن پایه و پیوندک و جفت شدن کامل لایه‌های زاینده و نیز استفاده از دستگاه پیوندزن و برش‌های یکدست و دقیق باشد (۶).

گردید. پیوندک‌ها به طول ۱۰-۸ سانتی‌متر از شاخه یکساله تهیه و با برش مورب در هردو سمت قاعده آن در شکاف پایه طوری قرار گرفتند که لایه زاینده پایه و پیوندک باهم در تماس کامل قرار گیرد. برای اجرای پیوند زیرپوستی یا تاجی، در نیمه دوم فروردین پایه‌ها را سربرداری کرده و روی پوست پایه دو شکاف سطحی ایجاد نموده و سپس پیوندک را در زیر پوست باز شده قرار داده و به ترتیب با میخ و چسب محکم و پوشش داده شدند و محل پیوند بسته به تیمار پوشش داده شد. پیوند زینی ماشینی با استفاده از دستگاه پیوندزن انجام گردید. برای انجام این روش پایه و پیوندک‌هایی که هم قطر بوده انتخاب شده و برش‌هایی توسط دستگاه مذکور به شکل عدد ۷ در پایه و ۸ در پیوندک ایجاد گردید. در هر سه روش پیوند محل پیوند ابتدا با یک بست پلاستیکی محکم گردید و در نهایت با سه نوع پوشش مختلف بسته به تیمار و تکرار بسته شدند.

خاک اره لازم برای پوشش محل پیوند پس از تهیه پوک‌ه نجاری طبق روش رضایی و همکاران (۱۳ و ۱۴)، ابتدا آن را الک کرده و ۴۸ ساعت قبل از پیوند بعد با آب شستشو و سپس آب‌گیری کامل شد و رطوبت آن در حدی نگه داشته شد که با چلانیدن آن آب خارج نشود. خاک اره آماده شده سپس با استفاده از کیسه فریز در محل پیوند جاسازی گردید و با نخ کتانی محکم گردید. در مورد پوشش سوپر جاذب به علاوه پنبه، پلیمر مربوطه با دانه بندی شکری تهیه گردید و همراه با کمی پنبه پس از قراردادن در یک پارچه توری دو لایه در محل پیوند گذاشته شده و برای استقرار در محل پیوند از نخ کتانی استفاده گردید. پنبه بهداشتی استریل که از داروخانه تهیه شده بودند ابتدا با استفاده از آب شهری کمی مرطوب گردید. پس از برقراری رشد پیوندک‌ها (حدود چهار هفته بعد از پیوند)، پوشش‌ها به تدریج برداشته شدند. برای این کار ابتدا با تیغ موکت‌بر نوارها قطع شده و مقداری هم با دست شل و سه تا چهار روز بعد کل پوشش‌ها حذف شدند.

در آزمایش دوم، تأثیر سه نوع پیوند فوق‌الذکر به همراه محلول پاشی در دو سطح محلول پاشی متوالی (۳ بار در طول فصل رشد) کلسیم (کلرور کلسیم) به غلظت ۴ در هزار لیتر و روی و بور به شکل سولفات روی و اسید بوریک هر کدام ۲ در هزار لیتر و عدم مصرف آن شروع از اول تیر ماه، مورد بررسی قرار گرفت.

در هر دو آزمایش تیمارها (۳×۲) جمعاً ۶ تیمار و در ۳ تکرار و در هر پلات ۱۰ نهال، جمعاً به تعداد ۱۸۰ نهال و به صورت فاکتوریل و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی مورد مطالعه قرار گرفت. پیوندک‌های مورد نیاز از شاخه‌های یک‌ساله و هم‌قطر از درختان مادری ژنوتیپ OR126 از ایستگاه تحقیقات کشاورزی کهریز در فصل زمستان تهیه و پس از ضدعفونی با قارچ کش بنومیل (۱ در هزار) به صورت سرد مرطوب در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد یخچال تا زمان پیوند، نگهداری گردید. در تمام پیوندها، پایه‌ها یک هفته الی ۱۰

جدول ۱- تاثیر روش پیوند بر درصد گیرایی، رشد طولی و قطری پیوندک نهال‌های گردو

Table1- Graft success, scion growth length and diameter as affected by grafting methods in wanlut

	گیرایی ۴۵ روزه 45 Days -Graft Success (%)	گیرایی نهایی Final Graft Success (%)	رشد طولی پیوندک Growth Length (cm)	رشد قطری پیوندک Growth Diameter (cm)
پیوند اسکنه ای Cleft Grafting	47.7 ^a	43.3 ^b	120.0 ^b	6.63 ^b
پیوند تاجی Bark Grafting	40.0 ^b	40.0 ^b	186.0 ^a	9.18 ^a
پیوند زینی V-shaped Grafting	35.0 ^b	46.6 ^a	80.0 ^c	5.46 ^c

اعداد با حروف مشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی داری ($p < 0.01$) با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن نمی باشند.

Numbers followed by the same letters are not statistically different ($p < 0.01$) based on Duncan's multiple range test.

نهایی پیوند در پوشش خاک اره و سوپر جاذب به علاوه پنبه مرطوب به ترتیب ۷۵/۵ درصد و ۱۱/۱ درصد بود که حاکی از اثر بخشی خاک اره در افزایش درصد گیرایی پیوند است (جدول ۲). این نتیجه با نتایج تحقیقات مختلف رضایی و همکاران (۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴)، افشاری و همکاران (۱)، و دهقان و همکاران (۵) همسو است.

بر اساس نتایج، تاثیر پوشش پیوند بر درصد گیرایی نهایی، رشد قطری و رشد طولی نهال گردو نیز بسیار معنی دار بود. بیشترین درصد گیرایی ۴۵ روزه (۷۱/۱ درصد) مربوط به پوشش خاک اره بود در حالی که پوشش داده شده با پنبه و سوپر جاذب به طور متوسط منجر به ۱۰ درصد گیرایی در ۴۵ روزه گردید. به همین ترتیب درصد گیرایی

جدول ۲- تاثیر نوع پوشش بر درصد گیرایی، رشد طولی و قطری پیوندک نهال‌های گردو

Table2- Graft success, scion length and diameter as affected by grafting methods in walnut

	گیرایی ۴۵ روزه 45 Days -Graft Success (%)	گیرایی نهایی Final graft success (%)	رشد طولی پیوندک Scion length (cm)	رشد قطری پیوندک Scion diameter (cm)
خاک اره مرطوب Moist Sawdust	71.1 ^a	75.5 ^a	175.0 ^a	9.9 ^a
سوپر جاذب + پنبه مرطوب Superabsorb+ Cotton	10.0 ^b	11.1 ^b	84.0 ^b	4.3 ^b

اعداد با حروف مشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی داری ($p < 0.01$) با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن نمی باشند.

Numbers followed by the same letters are not statistically different ($p < 0.01$) based on Duncan's multiple range test

از پدیده های جالب رشد طولی زیاد نهال‌های پیوندی در مقایسه با نهال‌های دست نخورده می باشد که سبب می شود نهال‌های پیوندی نسبت به سرمای پاییزه و زمستانه حساس تر شوند.

همچنین با توجه به جدول ۲ و ۳ می توان پی برد که کمترین درصد گیرایی نهایی (۳/۳۳ درصد) مربوط به پیوند زینی با پوشش سوپر جاذب+پنبه مرطوب و پیوند اسکنه ای با پوشش سوپر جاذب + پنبه مرطوب با گیرایی (۱۳/۳۳ درصد) می باشد. دلیل گیرایی با التیام بالای محل پیوند را در پوشش خاک اره را، می توان به تامین دمای مناسب در این نوع پوشش دانست لذا می توان نتایج بدست آمده در این تحقیق را با نتایج رونگتینگ و پینگ‌های (۱۵ و ۱۶)، آوانزاتو و عاطفی، (۳) و عاطفی (۲) که دمای بهینه در محل پیوند را ۲۶ الی ۲۷ درجه سانتی گراد اعلام کردند مطابق دانست.

بیشترین رشد طولی (۱۷۵ سانتی متر) و قطری (۹/۹ سانتی متر) مربوط به پوشش خاک اره مرطوب در هر دو درصد گیرایی بودند. پیش از این افشاری (۱)، استفاده از سوپر جاذب در محل پیوند گردو را موفقیت آمیز گزارش نکرده بود و بر اساس نتایج این تحقیق افزودن پنبه بهداشتی نیز سبب بهبود کارایی سوپر جاذب نگردید و بنابراین تلاش برای یافتن یک پوشش مناسب جایگزین خاک اره می بایست ادامه یابد.

مقایسات میانگین اثرات متقابل پیوند و نوع پوشش نیز نشان داد که بیشترین درصد گیرایی پیوند در مرحله ۴۵ روزه مربوط به پیوند اسکنه ای (۸۳/۳ درصد) و در مرحله نهایی مربوط به پیوند زینی با پوشش خاک اره (۹۰/۰ درصد) می باشد و با بقیه تیمارها اختلاف معنی داری دارند (جدول ۳). با این حال بیشترین رشد طولی پیوندک (۲۲۰ سانتی متر) مربوط به پیوند تاجی با پوشش خاک اره است. یکی

جدول ۳- تأثیر متقابل روش پیوند و نوع پوشش بر درصد گیرایی، رشد طولی و قطری پیوندک نهال‌های گردو
Table 3- Graft success, scion length and diameter as affected by grafting methods and cover type in walnut

نوع پوشش Cover Type	نوع پیوند Graft Method	گیرایی ۴۵ روزه 45 Days -Graft Success (%)	گیرایی نهایی Final Graft Success (%)	رشد طولی پیوندک Scion Length (cm)	رشد قطری پیوندک Scion Diameter (cm)
خاک اره مرطوب Moist Sawdust	اسکنه ای Cleft	83.3 ^a	73.3 ^a	174.0 ^a	10.3 ^a
	تاجی Bark	60.0 ^a	63.3 ^a	220.0 ^a	11.2 ^a
	زینی V-shaped	70.0 ^a	90.0 ^a	130.0 ^a	11.6 ^a
سوپرجاذب + پنبه مرطوب Superabsorb. +Cotton	اسکنه ای Cleft	10.0 ^b	13.3 ^b	70.0 ^b	3.3 ^b
	تاجی Bark	20.0 ^b	16.6 ^b	153.0 ^b	7.16 ^b
	زینی V-shape	0.0 ^b	3.3 ^b	30.0 ^b	2.3 ^b

اعداد با حروف مشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی داری ($p < 0.01$) با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن نمی باشند
Numbers followed by the same letters are not statistically different ($p < 0.01$) based on Duncan's multiple range test

مربوط به پیوند زینی (۲۰ درصد) است. به علاوه نتایج تجزیه بافت پیوندک نیز نشان داد که بیشترین مقدار عناصر کلسیم، روی و بور، در بافت پیوندک‌های حاصل از پیوند اسکنه‌ای می‌باشد (جدول ۴). که با نتایج تحقیقات انجام شده در این زمینه همسو است. بیش از این گزارش شده بوده که در مناطق سردسیر پیوندهای جوانه تابستانه گردو بدلیل عدم چوبی شدن کافی مستعد سرمازدگی هستند. ولی در پیوند‌های شاخه بدلیل چوبی شدن کافی بافت‌های پیوندک قبل از خواب میزان سرمازدگی پایین تر از سایر پیوند‌ها است.

چنین استنباط می‌شود که علت سرمازدگی کمتر در پیوند اسکنه مربوط به کاهش نسبی رشد رویشی در این پیوند و امکان خشبی شدن بافت‌ها به اندازه کافی می‌باشد. افزایش نسبت کلسیم به نیتروژن نیز می‌تواند دلیل دیگری برای کاهش خسارت سرمازدگی در نهالهای با رشد متعادل باشد (۱۹). محلول پاشی نهال‌های پیوندی در مقایسه با شاهد سبب کاهش معنی‌دار (۱۱/۶ در مقابل ۲۹/۴ درصد) درصد نهال‌های سرمازده گردید. همچنین در اثر محلول پاشی غلظت عناصر کلسیم، روی و بور سبب افزایش معنی‌دار این عناصر در بافت‌های پیوندک گردید (جدول ۵). گزارش شده است که کلسیم افزون بر استحکام دیواره یاخته‌ای، دیواره را در برابر آنزیم‌های تجزیه‌کننده محافظت می‌کند و زمینه را برای القای مقاومت به سرما فراهم می‌کند. عنصر بور نیز نقش بسیار مهمی در حفظ غشای دیواره سلول‌های گیاهی دارد و در افزایش فعالیت ناقلین پتاسیم و فسفات در ریشه تأثیر می‌گذارد (۱۷، ۱۸ و ۱۹).

بنابراین ممکن است دلیل عدم گیرایی با درصد کمتر در پوشش سوپر جاذب + پنبه مرطوب، را ظرفیت بافری پایین آن در محل پیوند دانست (۱). به عبارت ساده تر، در مقایسه با پوشش خاک اره مرطوب، پوشش سوپر جاذب + پنبه مرطوب قادر به حفظ دما و رطوبت و تهویه مناسب در محل پیوند نمی باشد.

این میزان موفقیت در گیرایی پیوند گردو کم نظیر بوده و از متوسط گزارشات موجود در باره درصد گیرایی پیوند گردو و حتی از میزان گزارش شده در سیستم‌های کنترل دما و رطوبت (هات کالوس) بیشتر است، در همین راستا عاطفی (۲) و آوانزاتو و عاطفی (۳) و با استفاده از روش هات کالوس در اتاقک کنترل شده به ۸۳ درصد موفقیت در گیرایی پیوند گردو دست یافته بودند. از آنجائی که پیوندهای با پوشش خاک اره هم زمان با سایر پیوند انجام گرفته است، ممکن است وجود خاک اره در محل پیوند توانسته باشد شرایط مطلوب را برای رشد کالوس و در نتیجه جوش خوردن پیوند فراهم نموده باشد. تأثیر مثبت پوشش موقت محل پیوند با خاک اره در افزایش گیرایی پیوند را می‌توان در درجه نخست به خاصیت بافری یالای خاک اره در جذب شیره خام و جلوگیری از به وجود آمدن شرایط غیر هوازی در محل پیوند و در نتیجه بهبود تشکیل کالوس نسبت داد (۱۳).

طبق نتایج قسمت دوم این تحقیق، کمترین درصد خسارت سرمازدگی (۱۷/۵ درصد) مربوط به پیوند اسکنه‌ای است بیشترین درصد خسارت (۲۴/۱۶ درصد) مربوط به پیوند تاجی است و پس از آن

جدول ۴- تاثیر روش پیوند بر سرمازدگی و غلظت عناصر بافت های پیوندک نهال های گردو

Table 4-Effect of grafting method on frost damage and mineral content of scion tissues in walnut

نوع پیوند Grafting	سرمازدگی Frost Damage (%)	Ca (%)	Zn ppm	B ppm
اسکنه ای Cleft	17.5 ^b	1.60 ^a	53.51 ^a	44.90 ^a
تاجی Bark	24.6 ^a	1.56 ^b	52.20 ^b	43.37 ^b
زینی V-shaped	20.0 ^b	1.57 ^b	50.73 ^c	42.85 ^b

اعداد با حروف مشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی داری ($p < 0.01$) با استفاده از آزمون چنددامنه ای دانکن نمی باشندNumbers followed by the same letters are not statistically different ($p < 0.01$) based on Duncan's multiple range test

براساس نتایج این تحقیق بیشترین میزان بور، روی و کلسیم در پیوند اسکنه ای بوده با کمترین درصد سرمازدگی در این نوع پیوند مرتبط می باشد. تاثیر متقابل محلولپاشی با روش پیوند بر سرمازدگی نهال ها و میزان عناصر بافت های پیوندک معنی دار گردید، به طوری که پیوند اسکنه ای محلولپاشی شده بیشترین مقدار عناصر و کمترین خسارت سرمازدگی را نشان داد (شکل ۱).

جدول ۵- تاثیر محلول پاشی بر سرمازدگی و غلظت عناصر بافت های پیوندک نهال های گردو

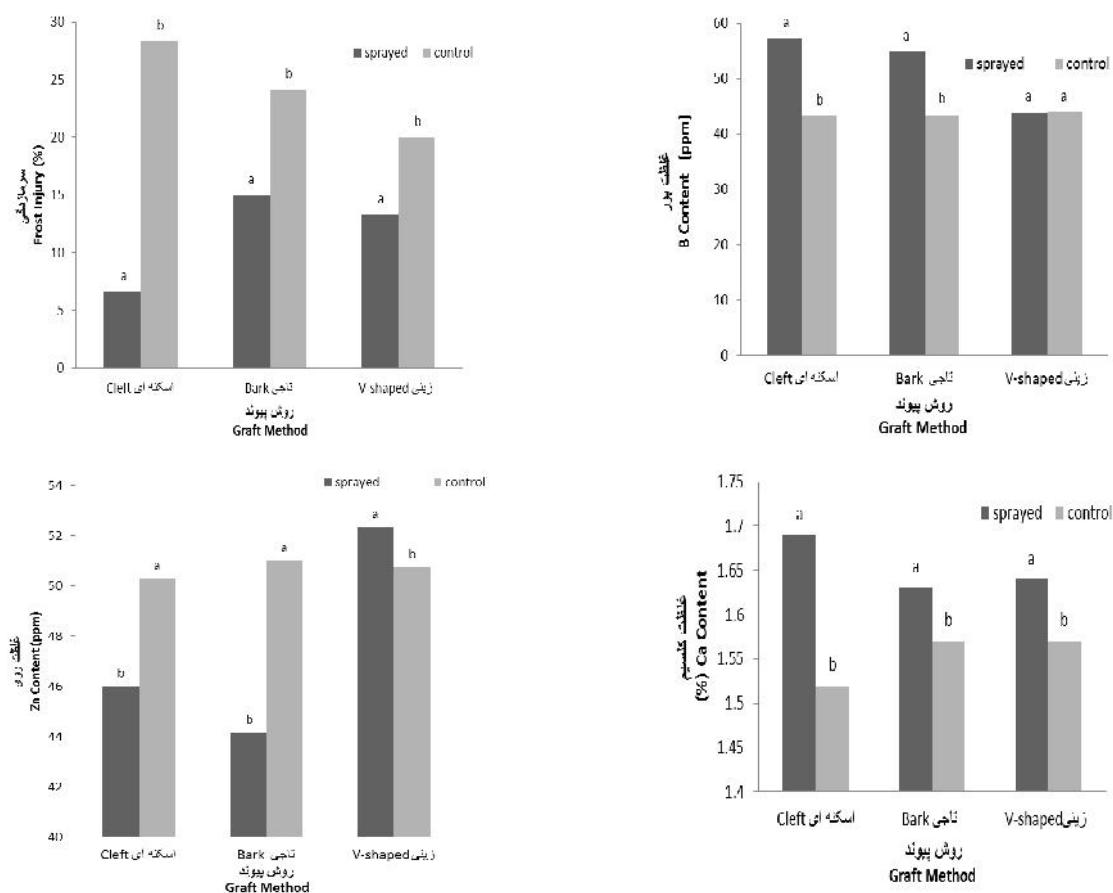
Table 5-Effect of spraying on frost damage and mineral content of scion tissues in walnut

محلول پاشی Spraying	سرمازدگی Frost Damage (%)	Ca (%)	Zn ppm	B ppm
شده Sprayed	11.66 ^a	1.65 ^a	44.92 ^a	54.68 ^a
نشده Control	29.44 ^b	1.50 ^b	42.53 ^b	49.63 ^b

اعداد با حروف مشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی داری ($p < 0.01$) با استفاده از آزمون چنددامنه ای دانکن نمی باشندNumbers followed by the same letters are not statistically different ($p < 0.01$) based on Duncan's multiple range test

نامتعادل کودهای اوره و یا فسفات در باغات از یک طرف و از طرف دیگر بالا بودن میزان آهک و کمبود مواد آلی در خاک های این باغ ها و بی کربناته بودن آب چاه ها، کمبود عناصر کم مصرف بور و روی و کمبود کلسیم به دلیل تثبیت شدن در خاک های آهکی به شدت دیده می شود. به عنوان نتیجه گیری کلی برای افزایش درصد گیرایی پیوندهای شاخه از قبیل زینی، اسکنه ای و تاجی پوشش محل پیوند با خاک اره و برای کاهش خسارت سرمازدگی نهال ها محلول پاشی کلسیم، روی و بور توصیه می گردد. ادامه تحقیقات برای جایگزینی خاک اره و نیز بهبود کمی و کیفی تولید نهال گردو بخصوص سیستم های گلخانه ای (برای کاهش خسارت سرما و افزایش گیرایی پیوند) توصیه می گردد.

همچنین علت سرمازدگی کمتر در پیوندهای اسکنه محلول پاشی شده علاوه بر قدرت رشد متعادل پیوندک، کاهش نسبی رشد، افزایش نسبی کلسیم در بافت ها در اثر محلول پاشی می باشد. در مقایسه پیوند تاجی با تحریک رشد رویشی، سبب کاهش غلظت کلسیم در بافت ها می شود. ثابت شده است که عنصر کلسیم پس از نیتروژن از پرمصرف ترن عناصر غذایی در گیاهان است و علاوه بر نقش استحکام بخشی در سطح سلولی و کل گیاه به عنوان مهم ترین عنصر در سیستم پیام رسانی در مواجهه با تنش های محیطی محسوب می شود (۴، ۱۷ و ۱۹). کلسیم افزون بر استحکام دیواره یاخته ای، دیواره را در برابر آنزیم های تجزیه کننده محافظت می کند (۱۷). عنصر بور نیز نقش بسیار مهمی در حفظ غشای دیواره سلول های گیاهی و افزایش فعالیت ناقلین پتاسیم و فسفات دارد (۱۸). امروزه بدلیل مصرف



شکل ۱- اثر متقابل روش پیوند × محلول پاشی بر غلظت عناصر معدنی در بافت های پیوندک و میزان خسارت سرمازدگی سرشاخه ها در نهال پیوندی گردو

حروف مشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی داری ($p < 0.01$) با استفاده از آزمون چنددامنه ای دانکن نمی باشند

Figure 1- Effect of graft method × mineral spraying on mineral contents of shoot tissues and frost damage on walnut shoot tips. Columns followed by the same letters are not statistically different ($p < 0.01$) based on Duncan's multiple range test.

منابع

1. Afshari S. 2000. Effect of various grafting methods and covers on grafting success in Persian walnut. Msc thesis. University of Azad Islamic, Abhar, Iran (in Persian with English abstract).
2. Atefi J. 1997. Comparison of hypocotyle and hot callus cable graft with traditional grafting method. Acta Horticulturae, 442:309- 312.
3. Avanzato D. and Atefi J. 1997. Walnut grafting by heating the graft point directly in the field. Acta Horticulturae, 442:291-294.
4. Carlson R.M. 1985. Mineral nutrient diagnosis using soil/plant analyses and symptomology. In: Walnut orchard management (Ed: D.E. Ramos), California, USA, Pp. 115-121.
5. Dehghan B. Vahdati K, Hassani D and Rezaee R. 2010. Bench-grafting of Persian walnut as affected by pre- and post-grafting heating and chilling treatments. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 85(1):48-52.
6. Ebadi A., Solgui M. and Zamani Z. 2002. The effect of the grafting time and callusing medium on the side grafting efficiency in Persian walnut (*J.regia* L.). Plant and Seed, Volume 18 (3): 305-294
7. Keshavarz K., Vahdati K. Samar M., Azadegan B and Patrick H. B. 2009. Foliar application of Zinc and Boron improves walnut vegetative and reproductive growth. Hort Technology, 21 (2): 181-186.
8. Kuniyuki A.H. and Forde H.I. 1985. Walnut propagation In: Walnut orchard management (Ed: D.E. Ramos), California, USA. Pp. 38-45.
9. Ozkan Y. and Gumus A. 2001. Effect of different applications on grafting under controlled conditions of walnut

- (J. regia L.). *Acta Horticulturae*, 544:515-520.
10. Rezaee R. 2005. Study on the optimum time of walnut grafting in the climate of West Azerbaijan. Final report. Agriculture and Natural Resource Research Center, Urmia, Iran (in Persian with English abstract).
11. Rezaee R. and Vahdati K. 2008. Effect of rootstock vigor and auxin on the rooting of layers and cutting in Persian Walnut. *Journal of Agricultural Aboureihan*, Volume 10 (2):10 - 15.
12. Rezaee R. 2007. Influence of seedling vigor on rooting and walnut graft-take. Ph.D dissertation. University of Tabriz, Iran (in Persian with English abstract).
13. Rezaee R. and Vahdati K. 2008. Introducing a simple and efficient procedure for Topworking of Persian Walnut trees. *Journal of the American Pomological Society*, 62(1), 21-26.
14. Rezaee R., Vahdati K., Grigoorian V and Vallizadeh M. 2008. Walnut grafting success and bleeding rate as affected by different grafting methods and seedling vigour. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 83 (1) 96-99.
15. Rongting X. and Pinghai D. 1991. Effects of phenols on the survival of walnut grafting. *Acta Horticulturae*, 311, 134-140.
16. Rongting X. and Pinghai D. 1993. A study on the uniting process of walnut grafting and the factors affecting graft success. *Acta Horticulturae*, 311, 160-170.
17. Sanders D., Pelloux J., Brownlee C. and Harper J. F. 2002. Calcium at the crossroads of signalling. *Plant Cell Supplement* 2002: 401-417.
18. Smith ME. 1944. The role of boron in plant metabolism. 1. Boron in relation to the absorption and solubility of calcium. *Australian Journal of Experimental Biology and Medicinal Science*, 22:257-263.
19. Tabatabai S.J. 2009. Principles mineral nutrition in plants. Tabriz University. 383 pp. (in Persian).
20. Tanada T. 1983. Localization of boron in membranes. *Journal of Plant Nutrition*, 6:743-749.
21. Vahdati K. 2004. Walnut nursery management. Khaniran publications. 113 pp (in Persian).



مقایسه سیستم‌های کشت ارگانیک، تلفیقی و مرسوم بر کیفیت میوه انار رقم رباب شیراز

میثم احمدی^۱ - محمود قاسم‌نژاد^۲ - حسین میغانی^{۳*} - مسعود کاوسی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۰۶

چکیده

در این پژوهش اثر سیستم‌های مدیریت ارگانیک، تلفیقی و متداول بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه انار رقم رباب شیراز در زمان برداشت بررسی شد. خصوصیات فیزیکی میوه و آریل، ویژگی‌های کیفی میوه مانند مواد جامد محلول (TSS)، اسید قابل تیتر (TA)، شاخص طعم (TSS/TA) و pH آب انار، ترکیبات بیوشیمیایی مانند میزان آنتوسیانین کل، فنل کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آب انار و مقدار عناصر غذایی پوست میوه و آریل اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که وزن میوه، وزن آریل، میزان آب پوست و TSS در سیستم مدیریت مرسوم به طور معنی‌داری بیش‌تر از مدیریت ارگانیک است. از نظر میزان pH، TA، TSS/TA، آنتوسیانین کل و فلاونوئید کل تفاوت معنی‌داری بین سیستم‌های مدیریتی باغ وجود نداشت، درحالی‌که میزان فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های سیستم مدیریت ارگانیک به طور معنی‌داری بیش‌تر از میوه‌های سیستم مدیریت مرسوم بود. نتایج تجزیه عناصر غذایی نشان داد که غلظت فسفر، کلسیم و منیزیم پوست میوه و غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم آریل میوه‌های تولید شده در سیستم مدیریت ارگانیک کمتر از سیستم مدیریت مرسوم بود، اما نسبت کلسیم به دیگر عناصر در آریل میوه‌های ارگانیک به طور معنی‌داری بیش‌تر از سیستم مدیریت مرسوم بود. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آب انار وجود داشت. در مجموع، نتایج نشان داد میوه‌های ارگانیک با داشتن میزان فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر از ارزش غذایی بالاتری برخوردارند، همچنین آریل این میوه از نسبت کلسیم به نیتروژن، پتاسیم و منیزیم بالاتری برخوردارند، که می‌تواند روی کیفیت پس از برداشت میوه‌ها موثر باشد.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، انار، ارگانیک، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی

مقدمه

پروتئین است که سبب شده از فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی برخوردار باشد (۱۶). خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالای انار از بروز سرطان، بیماری‌های قلبی و عروقی جلوگیری کرده و اثرات ضد باکتریایی نیز دارد (۲۰).

با وجود ارزش غذایی بالای میوه انار، مصرف بیش از اندازه سموم و کودهای شیمیایی باعث کاهش کیفیت میوه و صادرات آن شده است. افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان در داخل کشور و همچنین تمایل کشورهای واردکننده به میوه‌های ارگانیک که در طول مراحل مختلف تولید آن‌ها از هیچ گونه سموم و مواد شیمیایی استفاده نشده باشد رو به افزایش است. از آن گذشته بعضی از کشورهای واردکننده محصولات کشاورزی به شرط اعمال تیمارهای غیرشیمیایی و مشروط به نداشتن باقیمانده‌ی سموم اجازه‌ی ورود محصولات را به کشور خود می‌دهند و قوانین قرنطینه‌ای سختی را برای واردات محصولات کشاورزی به اجرا گذاشته‌اند (۲۶). عاری بودن مواد غذایی از هرگونه بقایای سموم شیمیایی به عنوان مهم‌ترین شاخص در ارزیابی کیفیت میوه مورد توجه قرار گرفته است. مصرف بیش از اندازه کودهای شیمیایی نه تنها کارایی تولید و کیفیت

انار با نام علمی (*Punica granatum* L.) متعلق به خانواده Punicaceae است که در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان کشت می‌شود (۲۳). در بین کشورهای تولیدکننده انار، ایران بیش‌ترین سطح زیر کشت و بالاترین میزان تولید را به خود اختصاص داده است. تولید انار ایران در سال ۱۳۹۲ معادل ۹۴۱۸۰۴ تن بوده است (۲). بخش خوراکی انار آریل نام دارد که حدود ۵۲ درصد وزن میوه را تشکیل می‌دهد و شامل ۷۸ درصد آب میوه و ۲۲ درصد بذر است. میوه انار به صورت تازه یا فرآوری شده (رب انار، آب انار) مصرف می‌شود. آب انار دارای مقدار قابل توجهی قندهای احیاء شده، قند کل، آنتوسیانین، ترکیبات فنلی، اسید آسکوربیک (ویتامین ث) و

۱ و ۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت
(Email: hmeighani@ujiroft.ac.ir)

۴- دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات برنج کشور

محصول را کاهش می‌دهد، بلکه با ورود مواد معدنی و ترکیبات زیان‌بار به آب‌های سطحی و زیر زمینی موجب آلودگی منابع آب و خاک می‌شود که شیوع انواع بیماری‌های حاد را به همراه دارد (۱۰). عشورنژاد و همکاران (۴) گزارش کردند که شرایط قبل از برداشت میوه‌ها و به خصوص کاربرد بی‌رویه سموم و کودهای شیمیایی موجب کاهش ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و کیفیت میوه کیوی در زمان برداشت می‌شود. در همین راستا، دسترسی به نیتروژن بالا در سیستم‌های کشت مرسوم، سنتز ویتامین و محتوای آنتی‌اکسیدانی را کاهش می‌دهد. آمودی و همکاران (۱) گزارش کردند که میوه‌های ارگانیک به طور معنی داری ویتامین ث، آهن، منیزیم، کلسیم و فسفر بالاتری نسبت به میوه‌های کشت مرسوم دارند. برنیک و همکاران (۷) گزارش کردند که سیب‌های تولید شده در سیستم مدیریت ارگانیک ۱۵ درصد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به سیستم مرسوم دارند. همچنین راستا نونس-داماسو و همکاران (۲۶) گزارش کردند که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در انگورهای ارگانیک نسبت به مرسوم بیش‌تر است. روسوس و گوسپاراتوس (۳۱) گزارش کردند که غلظت نیتروژن در میوه‌های سیب کشت شده در سیستم مدیریت مرسوم بالاتر است، درحالی که غلظت پتاسیم، کلسیم و منیزیم در میوه‌های ارگانیک بیش‌تر است. در مطالعه‌ای که نینفلی و همکاران (۲۵) روی روغن زیتون در دو سیستم کشت مرسوم و ارگانیک انجام داد معلوم گردید که تفاوت معنی داری در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها وجود دارد. در همین راستا، هدف از این پژوهش ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی میوه انار رقم رباب شیراز تولید شده در سه سیستم مدیریتی متفاوت شامل ارگانیک، تلفیقی و مرسوم بوده است.

مواد و روش‌ها

مکان آزمایش و مواد گیاهی

این پژوهش در یک باغ تجاری انار واقع در شهرستان نورآباد

ممنی، استان فارس بر روی درختان انار ۶ ساله رقم رباب شیراز انجام گرفت. درختان انار مورد مطالعه با فاصله ۳×۳ متر کشت شده بودند. هرس سالیانه به طور معمول انجام گرفت. درختان مورد آزمایش از ابتدای کشت به صورت ارگانیک پرورش داده شده بودند و هیچ گونه مواد شیمیایی سنتزی در طول ۶ سال دریافت نکرده بودند. سیستم آبیاری درختان باغ به صورت جوی پشته‌ای بود. قبل از اعمال تیمار نوع خاک از لحاظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مورد ارزیابی قرارگرفت. برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از سه عمق مختلف، ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری انجام گرفت (جدول ۱).

نمونه‌برداری از محدوده سایه‌انداز درختان، قبل از اجرای آزمایش در اواخر زمستان انجام شد. کود دامی مورد استفاده دارای ۹/۴ درصد کربن آلی، ۰/۹۳ درصد نیتروژن کل، ۱۷۴/۵ پی‌پی‌ام فسفر قابل استفاده و ۱۵۳/۳ پی‌پی‌ام پتاسیم قابل استفاده بود.

اعمال تیمار

تیمارها شامل

الف) سیستم مدیریت مرسوم: در این روش تغذیه با کود شیمیایی، مبارزه شیمیایی بر علیه آفات (حشره‌کش کونفیدور) و علف‌های هرز (علفکش رانداپ) اعمال شد.

ب) سیستم مدیریت تلفیقی: در این روش تغذیه با کود شیمیایی، اما مبارزه با آفات بدون استفاده از مواد شیمیایی (مبارزه مکانیکی با کرم گلوگاه و علف‌های هرز) اعمال شد.

ج) سیستم مدیریت ارگانیک: در این روش تغذیه با کود دامی، مبارزه با آفات و علف‌های هرز نیز به صورت مکانیکی و بدون استفاده از هر گونه مواد شیمیایی اعمال شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک باغ انار مورد آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of soil tested the orchard of pomegranate

صفات								
Traits								
عمق نمونه‌برداری	هدایت الکتریکی	pH	آهک	بافت خاک	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر قابل استفاده	پتاسیم قابل استفاده
Depth of sampling (cm)	EC (dS.m ⁻¹)		Lime (%)	Soil texture	Organic carbon	Total N (%)	Avaiable P (ppm)	Avaiable K (ppm)
0-30	2.20	7.25	15.9	Sandy-loam	0.68	0.07	1.9	79
30-60	2.13	7.35	15.8	Sandy-loam	0.37	0.04	1.2	101
60-90	2.80	7.80	15.1	Sandy-loam	0.27	0.02	1.1	99

کل (۲۰ درصد)، فسفات (۲۰ درصد)، پتاسیم (۲۰ درصد)، کلسیم (۰/۵ درصد)، گوگرد (۰/۲ درصد)، کلات منیزیم (۱ درصد)، بور

مقدار کود شیمیایی مصرف شده به ازای هر درخت در تیمار مرسوم و تلفیقی شامل ۱۲۵ گرم کود شیمیایی کامل شامل نیتروژن

میوه بیان شد.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آب میوه از طریق خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH^۲ تعیین گردید (۱۱). میزان جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۵ نانومتر قرائت شد. این آزمایش برای هر نمونه سه بار تکرار شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی طبق فرمول زیر محاسبه و به صورت درصد بازدارندگی (%DPPHsc) بیان شد.

$$\%DPPHsc = (a-b)/b \times 100$$

b, DPPH جذب = a = درصد بازدارندگی، %DPPHsc

= میزان جذب (نمونه + DPPH)

مقدار نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در پوست و آریل میوه انار در زمان برداشت اندازه‌گیری شدند. ازت کل با استفاده از روش کج‌لدال (۱۲)، فسفر به روش اسپکتروفتومتری (۱۳)، پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر و کلسیم و منیزیم از طریق تیتراسیون (۲۱) اندازه‌گیری شدند.

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام شد که هر تکرار شامل ۲ درخت بود. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) برای مقایسه میانگین داده‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی میوه و آریل

نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان دهنده تأثیر معنی‌دار نوع سیستم مدیریت باغ بر برخی از خصوصیات فیزیکی میوه و آریل انار رقم رباب شیراز است (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در سیستم مدیریت ارگانیک، میزان وزن میوه، وزن آریل و وزن پوست میوه به طور معنی‌داری کمتر از سیستم مرسوم است، البته با سیستم مدیریت تلفیقی تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). همچنین درصد آب پوست میوه در سیستم مدیریت مرسوم به طور معنی‌داری بیش‌تر از سیستم ارگانیک و تلفیقی بوده است (جدول ۳). اما اختلاف معنی‌داری در مورد سفتی دانه، طول آریل، نسبت وزن آریل به میوه، نسبت وزن پوست به میوه بین سیستم‌های مدیریت مشاهده نشد (جدول ۳).

عشورنژاد و همکاران (۴) نیز گزارش کردند که میوه‌های کیوی در سیستم مدیریت ارگانیک اندازه کوچک‌تر و درصد آب کمتری نسبت به سیستم مدیریت مرسوم دارند و به همین سبب از خاصیت انبارمانی طولانی‌تری برخوردار می‌باشند. دوامانات و همکاران (۱۴) دلیل کوچک‌تر بودن میوه‌های سیب ارگانیک را سرعت رشد کمتر درختان بیان نمود.

(۰/۰۲ درصد)، کلات مس (۰/۰۵ درصد)، کلات آهن (۰/۰۱ درصد)، روی (۰/۰۵٪)، کلات منگنز (۰/۰۵ درصد)، مولیبدن (۰/۰۰۰۵ درصد) بوده است، همچنین ۲۰-۳۰ کیلوگرم کود دامی به ازای هر درخت استفاده شد. در اواخر زمستان کود دامی پوسیده در ناحیه فعالیت ریشه با خاک مخلوط گردید. کود شیمیایی طی دو مرحله در تاریخ ۵ فروردین و بیست روز بعد همراه با آب آبیاری به درختان داده شد.

ارزیابی صفات

میوه‌های انار رقم رباب شیراز در زمان بلوغ تجاری برداشت و بلافاصله به آزمایشگاه علوم باغبانی منتقل شدند. صفاتی مانند وزن میوه، وزن تر پوست، وزن آریل، طول آریل، نسبت وزن پوست به آریل، وزن پوست به وزن میوه، وزن آریل به وزن میوه، سفتی هسته (سفتی سنج با نوک ۱/۱ سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد. سپس آریل‌های مربوط به هر تکرار با آب میوه‌گیر دستی آبگیری و صفات pH، TSS (رفرکتومتر دیجیتالی مدل Euromex RD 635)، TA (تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال)، و شاخص برداشت (TSS/TA) اندازه‌گیری شدند. سایر صفات مورد مطالعه به صورت زیر ارزیابی شدند.

برای اندازه‌گیری آنتوسیانین کل از روش اختلاف جذب pH در pHهای متفاوت استفاده شد. میزان جذب آنتوسیانین در دو طول موج ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر UV/VIS مدل PG Instruments T80⁺ استفاده شد. میزان آنتوسیانین کل در نهایت طبق فرمول زیر محاسبه شد (۱۷).

$$(A) = (A_{510 \text{ pH1}} - A_{700 \text{ pH1}}) - (A_{510 \text{ pH4.5}} - A_{700 \text{ pH4.5}})$$

$$\text{آنتوسیانین کل (mg/L)} = A \times MW \times DF \times 1000 / \epsilon$$

که در فرمول فوق:

A = جذب، MW = وزن ملکولی آنتوسیانین غالب (سیانیدین ۳ و ۵-دی‌گلوکوزید = ۴۸۴/۸۴)، ۱۰۰۰ = ضریب تبدیل به لیتر، E = ضریب خاموشی سیانیدین ۳ و ۵-دی‌گلوکوزید (۳۰۲۰۰)، DF = درجه رقیق سازی.

اندازه‌گیری میزان فنل کل آب میوه با استفاده از معرف فولین سیوکالچو^۱ مطابق روش سینگلتن و همکاران (۳۳) انجام گرفت. میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. در نهایت میزان فنل کل از روی میزان جذب نمونه و استاندارد بر حسب میلی گرم گالیک اسید در لیتر آب میوه بیان شد.

اندازه‌گیری فلاونوئید کل مطابق روش دو و همکاران (۱۵) صورت گرفت. میزان جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۰۶ نانومتر قرائت گردید. در نهایت میزان فلاونوئید کل از روی میزان جذب نمونه و استاندارد بر حسب میلی گرم کاتچین در لیتر آب

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر نوع سیستم کشت بر خصوصیات فیزیکی پوست و آریل انار رقم رباب شیراز

Table 2- ANOVA for the effect of management systems on the physical properties of peel and aril pomegranate cv 'Rabbab-e- Shiraz'

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Degrees of Freedom	میانگین مربعات Means of Squares						
		وزن میوه Fruit weight	وزن آریل Aril weight	وزن آریل به میوه Aril weight/Fruit weight	وزن پوست Peel weight	وزن پوست به میوه Peel weight/ Fruit weight	طول آریل Aril length	سفتی دانه Seed firmness
تیمار Treatment	2	18669**	5140.3*	1.19 ^{ns}	41.75*	1.01 ^{ns}	0.53 ^{ns}	0.13 ^{ns}
بلوک Block	3	1921.9 ^{ns}	1216.9 ^{ns}	16.18 ^{ns}	258.2 ^{ns}	16.33 ^{ns}	0.24 ^{ns}	0.44 ^{ns}
خطا Error	17	1974.2	1135.1	29.49	689.9	29.64	0.35	0.65
ضریب تغییرات Coefficient of variation (%)		11.9	16	10.1	15.1	11.6	5.76	5.04

***، * و ns به ترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی دار می باشد.
***, * and ^{ns} show significant different at the 1%, 5% and non significant, respectively

آریل بیش تر باشد نشان دهنده ضخامت بیش تر و درصد رطوبت بالاتر پوست می باشد که از لحاظ اقتصادی برای مصرف کنندگان مناسب نیست (۳۹). وجود همبستگی منفی و معنی دار بین میزان وزن پوست میوه و نسبت وزن پوست به آریل حاکی از آن است که هر چه میزان پوست بیش تر باشد از میزان آریل کاسته می شود که این ویژگی می تواند برای افزایش عمر انبارمانی میوه انار مفید باشد ولی از لحاظ کیفی مناسب نیست. سختی یا سفتی دانه انار که یک صفت نامطلوب به حساب می آید به طور معنی داری تحت تأثیر سیستم مدیریت باغ قرار نگرفت.

همچنین پایین تر بودن وزن میوه های سیب ارگانیک را کوچک تر بودن سلول ها و فضای بین سلولی کمتر ذکر کردند که سبب شد میوه ها از بافت محکم تر و عمر انبارداری بالاتری برخوردار باشند. بطور کلی در این آزمایش افزایش وزن و قطر میوه با افزایش میزان آب و کاهش ماده خشک میوه همراه بود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در میوه انار ارتباط مستقیمی با نحوه رشد، نمو و رسیدگی میوه دارد. در پژوهشی که بر روی تعدادی از ارقام انار ایرانی انجام شد، میزان آب پوست میوه انار رقم رباب به طور معنی داری بیش تر و درصد آریل کم تر از سایر ارقام بود. از طرفی هرچه نسبت پوست به

جدول ۳- مقایسه خصوصیات فیزیکی پوست و آریل انار رقم رباب شیراز در سیستم مدیریت ارگانیک، تلفیقی و متداول
Table 3- Comparing of the physical properties of peel and aril pomegranate cv. 'Rabbab-e- Shiraz' in the conventional, integrated and organic management systems

تیمار Treatment	وزن میوه Fruit weight (g)	وزن کل آریل Total aril weight (g)	وزن آریل به میوه Aril Weight/ Fruit weight (%)	وزن پوست Peel weight (g)	وزن پوست به میوه Peel weight/ Fruit weight (%)	طول آریل Aril length (mm)	سفتی دانه Seed firmness (kg.cm ⁻²)
مرسوم Conventional	423.03a	225.1 ^a	52.90 ^a	196.74 ^a	47.043 ^a	11.678 ^a	15.96 ^a
تلفیقی Integrated	372.50b	199.3 ^{ab}	53.57 ^a	173.25 ^{ab}	46.423 ^a	11.198 ^a	16.10 ^a
ارگانیک Organic	325.44b	174.4 ^b	53.57 ^a	151.05 ^b	46.429 ^a	11.064 ^a	16.22 ^a

میانگین های با حرف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار (در سطح اطمینان ۵ درصد) با استفاده از آزمون LSD نمی باشند
Means followed by the same letter in each column are not significantly different (P<0.05) according by LSD test

نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که بین وزن میوه و وزن آریل، همچنین بین وزن میوه با وزن پوست همبستگی مثبت و

که همگام با بزرگ شدن اندازه میوه، وزن دانه‌ها افزایش می‌یابد و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن و اندازه میوه با وزن آریل وجود دارد. در این پژوهش همبستگی معنی‌داری بین طول آریل و سفتی دانه با خصوصیات مثل وزن میوه، وزن پوست و وزن آریل وجود نداشت (جدول ۵).

معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و بین وزن پوست با وزن آریل اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد (جدول ۷). این بدان معنا است که میوه‌های درشت‌تر از وزن آریل و پوست بیش‌تری برخوردارند. نتایج حاصل از این پژوهش با یافته‌های زارعی و عزیزی (۳۹) مطابقت دارد. حسنی و همکاران (۱۹) گزارش کردند

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر نوع سیستم کشت بر خصوصیات کیفی میوه انار رقم رباب شیراز

Table 4- ANOVA for the effect of management systems on the qualitative characteristics of pomegranate fruit cv. 'Rabbab-e-Shiraz'

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Degrees of Freedom	میانگین مربعات Means of Squares							
		pH	TSS	TA	TSS/TA	آنتوسیانین Anthocyanin	فنل کل Total Phenolics	فلاونوئید Flavonoids	آنتی‌اکسیدان Antioxidant
تیمار Treatment	2	0.002 ^{ns}	2.32 ^{**}	0.007 ^{ns}	0.65 ^{ns}	0.009 ^{ns}	162.6 ^{**}	1862.8 ^{ns}	181.1 ^{**}
بلوک Block	3	0.012 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.201 ^{ns}	2.43 ^{ns}	0.015 ^{ns}	69.8 ^{ns}	1136.1 ^{ns}	31.81 ^{ns}
خطا Error	17	0.008	0.16	0.073	0.84	0.041	24.71	655.4	13.73
ضریب تغییرات Coefficient of Variation (%)		2.76	3.24	13.06	12.8	10.28	15.6	15.39	13.5

***، * و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار می‌باشد
***, * and ns show significant different at the 1%, 5% and non significant, respectively

بیش‌تر از سیستم مدیریت ارگانیک است و علت آن را رسیده‌تر بودن و مصرف کودهای نیتروژنی بیان کردند. نتایج مشابهی در مورد افزایش TSS در اثر کاربرد نیتروژن بالا در میوه سیب (۲۸) و توت فرنگی (۳۵) نیز گزارش شده است. روگیس و همکاران (۳۰) اظهار داشتند که برخی خصوصیات کیفی انگور مانند TSS همبستگی مثبتی با عنصر پتاسیم دارد. در این پژوهش میزان TSS در سیستم مدیریت ارگانیک کمتر از سایر سیستم‌ها بود که با نتایج به دست آمده در کیوی (۴، ۶ و ۲۶) و سیب (۷) مطابقت دارد.

میزان TA انار رقم رباب در زمان برداشت ۱/۲ تا ۲/۲ درصد گزارش شده است (۳۹). صبحی رستمی و همکاران (۳۴) گزارش کردند که استفاده از کودهای شیمیایی به خصوص نیتروژن باعث افزایش میزان TA انار می‌شود. اما در این پژوهش تفاوت معنی‌داری بین سیستم‌های مختلف مدیریت باغ وجود نداشت که با نتایج گزارش شده در سیب (۲۸) و کیوی (۴) مطابقت دارد. اما در گوجه فرنگی میزان TA در سیستم ارگانیک بیش‌تر بود (۲۹). عطر و طعم میوه به نسبت قندهای محلول و اسیدهای آلی وابسته است، بالا رفتن نسبت TSS/TA نشان‌دهنده افزایش میزان قند و کاهش مقدار اسید است. نسبت TSS/TA در انار جهت مصرف تازه خوری بایستی بین ۸ تا ۱۲ باشد (۳۹).

سالم و همکاران (۳۲) گزارش کردند که اعمال تیمارهای کود نیتروژن و همچنین نسبت بالای کود نیتروژن و پتاسیم باعث افزایش ابعاد حبه در انگور بی‌دانه سفید شد که با نتایج به دست آمده در این پژوهش مبنی بر این که با مصرف کود شیمیایی در سیستم مدیریت مرسوم طول آریل افزایش یافت، مطابقت دارد.

خصوصیات طعم میوه (TSS، TA، TSS/TA و pH)

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که برخی از صفات کیفی مورد مطالعه در انار رقم رباب شیراز به طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع سیستم مدیریت باغ قرار گرفت (جدول ۴). میانگین میزان TSS میوه‌های تولید شده در سیستم مدیریت مرسوم و تلفیقی به طور معنی‌داری بیش‌تر از سیستم مدیریت ارگانیک بود، در حالی که اختلاف معنی‌داری بین سیستم‌های مدیریت در مورد صفات pH، TA و TSS/TA مشاهده نشد (جدول ۵). میزان TSS از شاخص‌های مهم کیفی است که نشان‌دهنده طعم میوه است (۳۰). در پژوهشی که بر روی انگور رقم پرلت انجام شد، گزارش گردید که خصوصیات کیفی میوه (TSS، TA و TSS/TA) تحت تأثیر سطوح مختلف کودهای شیمیایی قرار می‌گیرد (۳). بنگ و همکاران (۶) گزارش کردند که میزان TSS میوه کیوی در سیستم مدیریت مرسوم به طور معنی‌داری

جدول ۵- مقایسه ویژگی‌های کیفی میوه انار رقم رباب شیراز سیستم مدیریت ارگانیک، تلفیقی و مرسوم

Table 5- Comparing of qualitative characteristics of pomegranate fruit cv. 'Rabbab-e- Shiraz' in the conventional, integrated and organic management systems

تیما Treatment	pH	TSS (%)	TA (%)	TSS/ TA	آنتوسیانین Anthocyanin (mg.L ⁻¹)	فنل کل Total phenolics (mg.L ⁻¹)	فلاونوئید Flavonoids (mg.L ⁻¹)	آنتی اکسیدان Antioxidant (DPPHsc%)
مرسوم Conventional	3.30 ^a	13.5 ^a	1.83 ^a	7.48 ^a	100.46 ^a	69 ^a	283.02 ^b	69 ^b
تلفیقی Integrated	3.27 ^a	12.8 ^a	1.82 ^a	7.06 ^a	117.04 ^a	71 ^a	281.79 ^b	70.5 ^b
ارگانیک Organic	3.26 ^a	12.1 ^b	1.77 ^a	7.92 ^a	97.41 ^a	71.4 ^a	307 ^a	73 ^a

میانگین‌های با حرف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (در سطح اطمینان ۵ درصد) با استفاده از آزمون LSD نمی‌باشند

Means followed by the same letter in each column are not significantly differentns (P<0.05) according by LSD test

منفی بر میزان آنتوسیانین دارد. در این پژوهش اختلاف معنی‌داری در میزان آنتوسیانین آریل انار در بین سیستم‌های مختلف مدیریت باغ مشاهده نشد. نتایج همبستگی صفات مختلف نشان داد که بین آنتوسیانین کل با سایر خصوصیات اندازه‌گیری شده در میوه و آریل اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۷). اگرچه پیک و همکاران (۲۸) گزارش کردند که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین میزان آنتوسیانین کل و فلاونوئید کل وجود دارد.

فنل کل

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که میوه‌های انار تولید شده در سیستم مدیریت مرسوم مقدار فنل کل کمتری در مقایسه با سیستم مدیریت تلفیقی و ارگانیک داشت. بیش‌ترین میزان فنل کل با میانگین ۵۱/۳۵۱ میلی گرم گالیک اسید در لیتر آب انار از میوه‌های سیستم مدیریت تلفیقی به دست آمد، اما تفاوت معنی‌داری با سیستم مدیریت ارگانیک نداشت (جدول ۵). گورینستاین و همکاران (۱۸) بیان کردند که پلی‌فنل‌ها بخش مهمی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی هستند که در جلوگیری از بسیاری از بیماری‌ها از جمله سرطان نقش دارند. استفاده از کود آلی می‌تواند باعث افزایش ترکیبات فنلی میوه‌ها و سبزی‌ها شود (۳۸). لیما و همکاران (۲۲) بیان کردند که عدم استفاده از آفت کش در سیستم مدیریت ارگانیک سبب افزایش ترکیبات فنلی میوه می‌شود. در همین راستا برنایک و همکاران (۷) علت بالا بودن میزان فنل میوه‌ها و سبزی‌ها را محدودیت نیتروژن و جذب بیش‌تر فسفر گزارش کردند. در میوه کیوی میزان فنل کل در سیستم مدیریت ارگانیک به طور معنی‌داری بیش‌تر از سیستم مدیریت مرسوم بود (۴) که با نتایج به دست آمده در این پژوهش مطابقت دارد. نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که بین فنل کل با وزن میوه، میزان TSS، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (جدول ۷). در میوه سیب (۷) و کیوی

بورن و پرسکات (۱۰) بیان کردند که در میوه‌های ارگانیک افزایش TSS و کاهش TA در حین رسیدن با تأخیر اتفاق می‌افتد، در نتیجه این میوه‌ها از TSS/TA کم‌تری برخوردارند. در این پژوهش اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مدیریتی مشاهده نشد که با نتایج گزارش شده بر روی کیوی مطابقت دارد (۴). به‌طور کلی، pH نشان دهنده میزان غلظت یون H⁺ در آب انار بوده و نشان‌دهنده طعم اسیدی آن می‌باشد. در پژوهشی که بر روی ۲۰ رقم انار ایرانی انجام شد میزان pH بین ۳/۲ تا ۴/۱ گزارش گردید (۳۶). در این پژوهش میزان pH در انار رقم رباب شیراز حدود ۳/۸ بود. در گزارشی مشابه در سیب مشخص گردید که اختلاف معنی‌داری بین دو سیستم مدیریت ارگانیک و مرسوم از نظر میزان pH میوه وجود ندارد (۳۱). نتایج همبستگی صفات نشان داد که بین TSS با وزن میوه و وزن پوست همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد، یعنی میوه‌های درشت‌تر، شیرین‌تر هستند (جدول ۷).

ترکیبات آنتی‌اکسیدانی آب انار

آنتوسیانین کل

نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد گرچه آب انار در سیستم مدیریت مرسوم دارای میزان آنتوسیانین کل بیش‌تری است، اما اختلاف معنی‌داری با دو سیستم دیگر نداشت (جدول ۵). میزان آنتوسیانین کل در تعدادی از ارقام انار بین ۷۰-۲۸۰ میلی گرم در لیتر گزارش شد (۳۹). در این پژوهش مقدار آنتوسیانین در سیستم‌های مدیریتی مختلف ۹۷-۱۱۷ میلی گرم در لیتر بود. آنتوسیانین‌ها در واکوئل‌های بافت‌های گیاهان وجود دارند و عامل رنگ قرمز پوست و آریل انار می‌باشند، شدت رنگ و پایداری این ترکیبات به pH، یون‌های فلزی و ترکیبات قندی بستگی دارد. حسنی و همکاران (۱۹) گزارش کردند که کاربرد کود منگنز باعث افزایش معنی‌دار میزان آب میوه و آنتوسیانین انار می‌شود، در حالی که کاربرد سولفات روی تأثیر

مدیریت مرسوم و تلفیقی به دلیل استفاده از کودهای شیمیایی رشد رویشی و سایه‌اندازی بیشتر می‌شود و احتمالاً بدین طریق بر میزان تولید ترکیبات آنتی‌اکسیدانی تأثیر گذاشته است. در این پژوهش همبستگی معنی‌داری بین میزان فنل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی آب انار وجود داشت (جدول ۷) که با نتایج گزارش شده در انگور (۹) و کیوی (۴) مبنی بر وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین مقدار فلاونوئید و فنل کل با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مطابقت دارد.

مقدار و نسبت عناصر غذایی در پوست میوه و آریل

مقدار عناصر پوست و آریل انار به طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع سیستم مدیریت باغ قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که مقدار فسفر، کلسیم و منیزیم پوست میوه‌های ارگانیک بطور معنی‌داری کمتر از سیستم مدیریت مرسوم و تلفیقی بوده است، اما مقدار نیتروژن و نسبت بین این عناصر در پوست میوه اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶). گرچه مقدار نیتروژن میوه‌های تولید شده در سیستم مدیریت مرسوم بیش‌تر بود، اما از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با سایر سیستم‌ها نشان نداد. نحوه مدیریت باغ بطور معنی‌داری میزان عناصر غذایی آریل را تحت تأثیر قرار داد. آریل‌های انار تولید شده به روش ارگانیک مقدار نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم کمتری در مقایسه با تیمار مرسوم داشت، بعلاوه بالاترین نسبت عناصر غذایی از جمله نسبت نیتروژن به کلسیم، پتاسیم به کلسیم، مجموع پتاسیم و منیزیم به کلسیم، مجموع پتاسیم و نیتروژن به کلسیم در آریل میوه‌های تولید شده در سیستم مدیریت مرسوم وجود داشت (جدول ۶).

پایین بودن نسبت بین عناصر فوق به کلسیم نقش مهمی در حفظ کیفیت و ماندگاری میوه‌ها دارد. هر چقدر این نسبت کمتر باشد نشان می‌دهد میوه‌ها به نسبت محتوی کلسیم بیش‌تری دارند. بیلیراکبیک و همکاران (۸) گزارش کردند که افزایش کاربرد نیتروژن در خاک، محتوای نیتروژن برگ و میوه را افزایش می‌دهد که نتایج به دست آمده در این پژوهش را تایید می‌کند. سالم و همکاران (۳۲) نیز گزارش کردند که افزایش میزان نیتروژن خاک منجر به افزایش آشکار نیتروژن در سطح برگ انگور بی‌دانه سفید شد. روسوس و گوسپاراتوس (۳۱) در مقایسه سیستم‌های کشت مرسوم و ارگانیک میوه سیب گزارش کردند که غلظت نیتروژن در تمام قسمت‌های میوه در سیستم مدیریت مرسوم بالاتر است در حالی که غلظت پتاسیم، کلسیم و منیزیم در گوشت میوه‌های ارگانیک بیش‌تر است. در این پژوهش مقدار عناصر غذایی در آریل بیش‌تر از پوست میوه بود که با نتایج گزارش شده در مورد انار ملس یزدی مطابقت دارد (۲۳).

(۱۵، ۱۸) نیز وجود همبستگی مثبت بین فنل و فلاونوئید کل با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گزارش شده است.

فلاونوئید کل

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اگرچه میوه‌های تولید شده در سیستم مدیریت ارگانیک فلاونوئید کل بالاتری داشتند، اما از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با دو تیمار دیگر نشان نداد (جدول ۵). فلاونوئید از ترکیبات مهمی هستند که در رنگ، عطر، طعم و طول عمر میوه نقش دارند (۲۵). این ترکیبات به دلیل داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی نقش مهمی در رژیم غذایی انسان دارند (۵). بررسی‌های قبلی نشان داد که میوه بلوبری (۳۷) سیب (۵، ۷ و ۲۸) و توت فرنگی (۲۷) تولید شده در سیستم مدیریت ارگانیک از فلاونوئید کل بالاتری نسبت به سیستم مدیریت مرسوم برخوردارند، که با نتایج به دست آمده در این پژوهش هم‌خوانی دارد. برنایک و همکاران (۷) بالا بودن میزان فلاونوئید سیب‌های ارگانیک را به جذب بیش‌تر فسفر و محدودیت نیتروژن نسبت دادند. از آن جایی که کاربرد علف‌کش و آفت‌کش‌ها از ساخت آنزیم ضروری ۵- اینو پیرویل شیکمات ۳- فسفات سنتاز که در مسیر سنتز فلاونوئید نقش دارند، جلوگیری می‌کند (۲۸). لذا سنتز کمتر ترکیبات فلاونوئیدی در سیستم مدیریت مرسوم تا حدودی می‌تواند به کاهش فعالیت آنزیم فوق نسبت داده شود. نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که بین فلاونوئید کل با آنتوسیانین کل همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (جدول ۷). این نتایج با یافته‌های گزارش شده در انگور مبنی بر رابطه مثبت بین میزان فنل و فلاونوئید کل با آنتوسیانین مطابقت دارد (۹).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آب انار در سیستم ارگانیک به طور معنی‌داری بیش‌تر از سیستم مدیریت تلفیقی و مرسوم است (جدول ۵). در بلوبری (۳۷)، هلو و انگور (۲۴)، سیب (۷)، کیوی (۴ و ۲۶) و توت فرنگی (۲۷) نیز ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در سیستم مدیریت ارگانیک بیش‌تر از سایر سیستم‌های مدیریتی گزارش شده است. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آب انار به وجود ترکیبات فنلی، تانن‌های پلی‌فنولیک دارای قند و آنتوسیانین‌ها نسبت داده شده است (۱۶). آواد و جاگر (۵) گزارش کردند که افزایش میزان کود نیتروژن در سیستم مدیریت مرسوم با کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه سیب همراه بود. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر میوه‌های ارگانیک به افزایش ماده آلی خاک، تولید کمتر محصول و نفوذ بهتر نور به داخل تاج درخت نسبت داده شد (۲۸). در سیستم

جدول ۶- مقایسه مقدار عناصر معدنی در آریل و پوست میوه انار رقم رباب شیراز در سیستم مدیریت ارگانیک، تلفیقی و مرسوم
Table 6- Compare the amount of mineral elements in aril and peel of the pomegranate cv. 'Rabbab-e- Shiraz' in the conventional, integrated and organic management systems

تیمار Treatment	آریل Aril (mg.100g ⁻¹)								
	N	P	K	Ca	Mg	N/Ca	K/Ca	K+Mg/Ca	N+K/Ca
مرسوم Conventional	1.70 ^a	0.27 ^a	0.77 ^a	0.177 ^a	0.292 ^a	9.17 ^b	4.15 ^b	5.71 ^b	13.32 ^b
تلفیقی Integrated	1.65 ^a	0.255 ^a	0.74 ^a	0.175 ^a	0.267 ^a	10.17 ^{ab}	4.53 ^b	6.12 ^{ab}	17.14 ^{ab}
ارگانیک Organic	1.58 ^b	0.185 ^b	0.71 ^b	0.132 ^b	0.230 ^b	11.95 ^a	5.47 ^a	7.21 ^a	17.43 ^a

تیمار Treatment	پوست Peel (mg.100g ⁻¹)								
	N	P	K	Ca	Mg	N/Ca	K/Ca	K+Mg/Ca	N+K/Ca
مرسوم Conventional	0.65 ^a	0.09 ^a	1.485 ^a	0.335 ^a	0.16 ^a	1.943 ^a	4.436 ^a	4.915 ^a	6.380 ^a
تلفیقی Integrated	0.58 ^a	0.065 ^{ab}	1.445 ^a	0.330 ^a	0.14 ^a	1.783 ^a	4.453 ^a	4.899 ^a	6.237 ^a
ارگانیک Organic	0.58 ^a	0.052 ^a	1.440 ^a	0.285 ^b	0.095 ^b	1.983 ^a	4.920 ^a	5.249 ^a	6.903 ^a

میانگین‌های با حرف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (در سطح اطمینان ۵ درصد) با استفاده از آزمون LSD نمی‌باشند.
Means followed by the same letter in each column are not significantly different (P<0.05) according by LSD test.

جدول ۷- همبستگی بین خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه و آریل انار رقم رباب شیراز در سیستم مدیریت ارگانیک، تلفیقی و مرسوم
Table 7- The correlation between physicochemical properties of fruit and aril pomegranate cv. 'Rabbab-e- Shiraz' in the conventional, integrated and organic management systems

صفات Traits	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1										
2	0.45*	1									
3	0.41*	0.24	1								
4	0.09	0.54*	0.06	1							
5	0.05	-0.10	0.06	-0.05	1						
6	0.22	0.12	-0.29	-0.07	-0.31	1					
7	-0.54	-0.16	-0.52*	-0.27	-0.05	-0.07	1				
8	0.38	-0.08	-0.37	-0.12	0.21	0.07	0.36	1			
9	-0.29	-0.31	-0.56*	-0.42*	-0.12	0.15	0.33	0.25	1		
10	0.49*	0.21	-0.19	-0.02	-0.01	-0.07	0.44*	0.24	0.43*	1	
11	0.45	0.31	0.47*	-0.01	-0.09	0.06	0.45*	0.10	0.89**	0.80**	1

** و * به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می‌باشد

ns, * and ** show significant different at the 1%, 5% and non significant, respectively

فنل کل (۱) فلاونوئید کل (۲) ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (۳) آنتوسیانین کل (۴) اسیدیته کل (۵) سفتی دانه (۶) مواد جامد محلول (۷) درصد رطوبت (۸) وزن آریل (۹) وزن پوست (۱۰) وزن میوه (۱۱)

Total phenolics (1) Total flavonoids (2) Antioxidant capacity (3) Total anthocyanins (4) Total acidity (5) Seed firmness (6) Total soluble solids (7) Moisture percentage (8) Aril weight (9) Peel weight (10) Fruit weight (11)

میوه در طی دوره انبارمانی با نسبت بالای پتاسیم به کلسیم و نیتروژن به کلسیم میوه‌ها در زمان برداشت ارتباط مستقیم دارد. در این پژوهش سیستم مدیریت ارگانیک باعث کاهش نسبت عناصر معدنی مورد مطالعه به کلسیم شد.

دلیل این امر می‌تواند سینک قوی میوه و همچنین سینک قوی تر آریل نسبت به پوست میوه باشد. نسبت عناصر غذایی معیاری کلیدی و مهم جهت پیش‌بینی کیفیت میوه‌ها در زمان برداشت و در طی انبارمانی است. به نحوی که درصد ضایعات و سرعت نرم شدن بافت

بالاتری در مقایسه با سیستم مرسوم برخوردار بودند که این نشان دهنده ارزش غذایی بالاتر این میوه‌ها نسبت به سیستم مدیریت مرسوم است. همچنین میوه‌های ارگانیک از نسبت کلسیم به نیتروژن، پتاسیم و منیزیم بالاتری برخوردارند، که این عامل می‌تواند روی ماندگاری و کیفیت پس از برداشت میوه‌ها موثر باشد.

در مجموع بررسی نتایج این پژوهش نشان داد که کیفیت و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه انار رباب شیراز تحت تأثیر سیستم مدیریت باغ قرار گرفت. میوه‌های تولید شده در سیستم مدیریت ارگانیک اندازه کوچکتری در مقایسه با زمانی که از کود شیمیایی استفاده شد، نشان دادند اما از میزان فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

منابع

1. Amodio M.L., Colelli G., Hasey J.k., and Kader A.A. 2007. A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87:1228-1236.
2. Anonymous. 2012. Statistical book of agricultural of Iran, Iranian Statistical Centre, Iran. (in Persian)
3. Arora N.K., Gill M.I.S., and Navjot P. 2012. Influence of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on yield and quality of grapes cv. Perlette, *HortFlora Research Spectrum*, 1: 17-23.
4. Ashour Nezhad M., Ghasemnezhad M., Aghajanzadeh S., Fattahi Moghadam J., and Bakhshi D. 2012. Evaluation of storage life and postharvest quality of kiwifruit cv. 'Hayward' fruits produced in conventional and organic Agricultural systems, *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 22: 1-12. (in Persian with English Abstract)
5. Awad M.A., and Jager A.D. 2002. Relationships between fruit nutrients and concentration of flavonoids and chlorogenic acid in Elstar apple skin, *Scientia Horticulturae*, 92: 265-276.
6. Bengé J.R., Banks N.H., Tillmann R., and Nihal S.H. 2000. Pairwise comparison of the storage potential of kiwifruit from organic and conventional production system, *HortScience*, 28: 147-152.
7. Berenike A., Corinna E., Franco P., Achim P., and Bernharp W. 2009. Three-year comparison of the polyphenol contents and antioxidant capacities in organically and conventionally produced apple (*Malus domestica* Bork. cultivar Golden Delicious), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 4598-4605.
8. Bilir-Ekbic H., Sabir A., and Tangolar S. 2010. The effects of different nitrogen doses on yield, quality and leaf nitrogen content of some early grape cultivars (*V. vinifera* L.) grown in greenhouse, *African Journal of Biotechnology*, 9: 5108-5112.
9. Bin D., Bao-Jiang H., Peng-Bao S., Feng-Ying L., Jun L., and Feng-Mei Z. 2012. Phenolic content and antioxidant activity of wine grapes and table grapes, *Journal of Medicinal Plants Research*, 6: 3381-3387.
10. Bourn D., and Prescott J. 2002. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42: 1-34.
11. Brand-Williams W., Cuvelier M.E., and Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, *LWT-Food Science and Technology*, 28: 25-30.
12. Buresh R.J., Sustin E.R., and Craswell E.T., 1982. Analytical methods in N-15 research, *Fertilizer Research*, 3: 37-62.
13. Chapman H.D., and Pratt P.F. 1961. *Methods of Analysis for Soils, Plants and Water*, University California, Berkeley, CA, USA.
14. Do Amarante C.V.T., Steffens C.A., Mafra A.L., and Albuquerque J.A. 2008. Yield and fruit quality of apple from conventional and organic production systems, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43: 333-340.
15. Du G., Li M., Ma F., and Liang D. 2009. Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and vitamin C in actinidia fruits, *Food Chemistry*, 113: 557-562.
16. Gil M., and Tomas B. 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48: 4581-4589.
17. Giusti M.M., and Wrolstad R.E., 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. p. 1-13. In Wrolstad R.E., and Schwartz S.J. (Ed) *Current protocols in food analytical chemistry*, John Wiley and Sons, New York.
18. Gorinstein S., Haruenkit R., Poovarodom S., Park Y., Vearasilp S., Suhaj M., Ham K., Heo B., Cho J., and Jang H. 2009. The comparative characteristics of snake and kiwifruits, *Food and Chemical Toxicology*, 47: 1884-1891.
19. Hasani M., Zamani Z., savaghebi G., and fatahi R. 2010. Effects of zinc and manganese as foliar spray on pomegranate yield, fruit quality and leaf minerals, *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12: 471-480.
20. Hmid I., Elothmani D., Hanine H., Ooukabili A., and mehinagic E. 2013. Comparative study of phenolic compounds and their antioxidant attributes eighteen pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Morocco, *Arabian Journal of Chemistry*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.10.011>.
21. Jones J. 2001. *Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis*, CRC Press, Boca Raton. USA.

22. Lima G.P., Cardoso-Lopes T., Rossetto M.M., and Vianello F. 2009. Nutritional composition, phenolic compounds, nitrate content in eatable vegetables obtained by conventional and certified organic grown culture subject to thermal treatment, *International Journal of Food Science and Technology*, 44: 1118-1124.
23. Mirdehghan S.H., and Rahemi M. 2007. Seasonal changes of mineral nutrients and phenolics in pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit, *Scientia Horticulturae*, 111: 120-127.
24. Mulero J., Pardo F., and Zafrilla P. 2010. Antioxidant activity and phenolic composition of organic and conventional grapes and wines, *Journal of Food Composition and Analysis*, 23: 569-574.
25. Ninfali P., Bacchiocca M., Biagiotti E., Esposto S., Servili M., and Rosati A. 2008. A 3-year study on quality, nutritional and organoleptic evaluation of organic and conventional extra-virgin olive oils, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 85:151-158.
26. Nunes-Damaceno M., Muñoz-Ferreiro N., Romero-Rodríguez M.A., and Vázquez-Odériz M.L. 2013. A comparison of kiwi fruit from conventional, integrated and organic production systems, *Food Science and Technology*, 54: 291-297.
27. Ornelas-paz J., Yahia E., Ramirez N., Martinez J.D., Minakata M.D., Junquera V., Muniz C.A., Guerrero V., and Reyes E.O. 2013. Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch, Cv. Albion) at six stages of ripening, *Food Chemistry*, 138: 372-381.
28. Peck G.M., Andrews P., Reganold J., and Fellman J. 2006. Apple orchard productivity and fruit quality under organic, conventional, and integrated management, *Scientia Horticulturae*, 41: 99-107.
29. Riahi A., Hdider C., Sanaa M., Tarchoun N., Khedere M., and Guezalf I. 2009. Effect of conventional and organic production systems on the yield and quality of field tomato cultivars grown in Tunisia, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89: 2275-2282.
30. Rogiers S.Y., Greer D.H., Hatfield J.M., Orchard B.A., and Keller M. 2006. Mineral sinks within ripening grape berries (*Vitis vinifera* L.), *Vitis*, 45: 115- 23.
31. Roussos P.A., and Gasparatos D. 2009. Apple tree growth and overall fruit quality under organic and conventional orchard management, *Scientia Horticulturae*, 123: 247-252.
32. Salem A.T., Kilany A.E., and Shaker G. 2004. The influence of NPK, P sources and potassium foliar application on growth and fruit quality of Thompson Seedless grapevines, *Acta Horticulturae*, 640: 163-173.
33. Singleton V.L., Orthofer R., and Lamuela-Raventós R.S. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin- Ciocalteu Reagent, *Methods in Enzymology*, 299: 152-178.
34. Sobhi Rostami F., and Gholchin A. 2011. The effects of different rates of N, Mn and Zn on yield and quality of pomegranate fruit in Mazandaran province, *Journal of Horticultural Science*, 25: 234-242. (in Persian)
35. Tabatabaei S.J., Yusefi M., and Hajiloo J. 2008. Effects of shading and NO₃:NH₄ ratio on the yield, quality and N metabolism in strawberry, *Scientia Horticulturae*, 116: 264-272.
36. Tehranifar A., Zarei M., Nemati Z., Esfandiyari B., and Vazifeshenas M.R. 2010. Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars, *Scientia Horticulturae*, 126: 180-185.
37. Wang S.Y., Chen C.T., Sciarappa W., and Camp M.J. 2008. Fruit quality, antioxidant capacity and flavonoid content of organically and conventionally grown blueberries, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 5788-5794.
38. Xu W.T., Huang K., Guo F., Qu W., Yang J.J., Liang Z.H., and Luo Y.B. 2007. Postharvest grapefruit seed extract and chitosan treatments of table grapes to control Botrytis cinerea, *Postharvest Biology and Technology*, 46: 86-94.
39. Zarei M., and Azizi M. 2010. Evaluation of some physicochemical characteristics of six Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars fruit at ripening stage, *Journal of Horticultural Science*, 24: 175-183. (in Persian)



تأثیر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک ژنوتیپ‌های کاهو (*Lactuca Sativa* L.)

مریم زارع^{۱*} - براتعلی فاخری^۲ - سارا فرخزاده^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۰۳

چکیده

با توجه به گسترش اراضی شور در دنیا و ایران، شناسایی ارقام متحمل به شوری اهمیت زیادی دارد. انتخاب ارقام مقاوم به شوری از طریق کشت در محیط هیدروپونیک روشی کم هزینه و مطمئن جهت صرفه‌جویی در زمان محسوب می‌شود. به منظور ارزیابی خصوصیات مورفولوژیک گیاهچه کاهو به تنش شوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در پژوهشکده زیست فناوری دانشگاه زابل به صورت کشت هیدروپونیک انجام شد. در این آزمایش تأثیر سه سطح شوری (۰، ۲ و ۴ دسی زیمنس بر متر) بر خصوصیات مورفولوژیک ۱۵ ژنوتیپ کاهو بررسی شد. نتایج نشان دادند که شوری بر روی رشد گیاهچه ژنوتیپ‌های کاهو تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.01$) داشتند. براساس نتایج آزمایش ژنوتیپ کاهوی برگی ورزنه اصفهان بیشترین مقدار طول بوته و ژنوتیپ Romaine lettuce long green Teresa بیشترین طول ریشه را به خود اختصاص دادند. افزایش تنش شوری منجر به کاهش معنی‌دار ($P \leq 0.01$) طول بوته در همه ژنوتیپ‌های کاهو شد. با استفاده از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ Romaine lettuce Curly endive hair angel، Lettuce May Queen، long green Teresa در گروه ژنوتیپ متحمل به شوری و ژنوتیپ‌های کاهوییچ اورست، Romaine lettuce long blonde Galaica و ژنوتیپ‌های حساس به شوری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که غلظت بحرانی حساسیت به تنش شوری در اندام‌های گیاه از قبیل طول ریشه، طول بوته، وزن تر بوته و وزن خشک بوته، سطح شوری ۴ دسی زیمنس بر متر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تنش، طول بوته، طول ریشه، وزن تر بوته، هیدروپونیک

مقدمه

نیمه خشک است. در این مناطق کمبود بارندگی، تبخیر زیاد و زهکشی نامناسب باعث تجمع نمک در ناحیه ریشه گیاهان و ایجاد تنش شوری در آن‌ها می‌شود (۲۰). تنش شوری بر رشد و نمو گیاهان به‌وسیله سمیت یونی، برهم زدن تعادل یونی و پتانسیل اسمزی و همچنین بوسیله تنش‌های ثانویه‌ای چون اختلال تغذیه‌ای، تخریب غشای سلولی، سمیت متابولیک و جلوگیری از فعالیت فتوسنتزی تأثیر می‌گذارد (۵). کاهش رشد در گیاهان تحت شرایط تنش شوری می‌تواند به دلیل کاهش ذخایر انرژی گیاه باشد که این امر متأثر از کاهش و اختلال فعالیت‌های زیستی و متابولیکی گیاه می‌باشد (۲۱). همچنین از دیگر دلایل کاهش تولید محصول بر هم خوردن تعادل در جذب عناصر ضروری آب و تنش اکسیداتیو می‌باشد (۲۳ و ۲۶). محققین مطالعات متعددی را در گیاهان زراعی تحت شرایط تنش شوری انجام داده‌اند و در بررسی جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه‌های چهار گیاه چغندرقد (*Beta vulgaris*)، کلم پیچ (*Brassica oleracea capitata* L.)، تاج خروس (*Amaranthus paniculatus*) و کلم صحرایی (*Brassica campestris*) تحت تأثیر شوری، کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن تر

رشد و عملکرد گیاهان در بسیاری از مناطق دنیا توسط تنش‌های محیطی زنده و غیرزنده متعدد محدود می‌گردد. در بین تنش‌های غیرزنده، تنش شوری در سطح جهان خسارات گسترده‌ای به گیاهان وارد نموده است (۱۶). طبق گزارش فائو بیش از ۸۰۰ میلیون هکتار از سطح زمین‌های دنیا با مشکل شوری مواجه هستند که سه برابر مساحتی است که توسط کشاورزان کشت می‌گردد (۱۳). وسعت اراضی شور در ایران حدود ۲۵ میلیون هکتار است که معادل ۱۵ درصد از اراضی کشور می‌باشد (۱۶). شوری خاک زراعی و آب آبیاری از عمده‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان در مناطق خشک و

۱ - دانش آموخته کارشناسی ارشد اصلاح گیاهان باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

(*) نویسنده مسئول: (Email: Maryam.zare2210@gmail.com)

۲ - دانشیار اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

۳ - دانشجوی دکتری اصلاح نباتات، دانشگاه زابل و مدرس دانشگاه پیام نور فارس، مرکز داراب

ریشه‌چه و ساقه‌چه را گزارش کردند (۱۷). بنگال و همکاران (۶)، کاهش وزن تر و خشک بخش هوایی در گیاه گوجه‌فرنگی را با افزایش شوری گزارش کرده‌اند. همچنین نتایج حاصل از اثرات سطوح مختلف شوری حاصل از نمک کلرید سدیم بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه‌های پنج رقم کاهو، نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهو با افزایش شوری به شدت کاهش یافته و سایر پارامترهای اندازه‌گیری شامل طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و همچنین وزن تر و خشک کاهو با زیاد شدن غلظت نمک در محلول کاهش یافتند (۸).

کشت بدون خاک یا هیدروپونیک روشی است که گیاهان در یک بستر کشت ویژه بدون استفاده از خاک پرورش می‌یابند. کشت هیدروپونیک به عنوان بهترین تکنولوژی تولید گیاهی نه تنها برای جوامع بشری به منظور تهیه سبزی‌های سالم، بلکه برای جوامع با محدودیت زمین، نیروی کار و منابع استفاده می‌شود، به طوری که تعداد زیادی شرکت‌های هیدروپونیک تجاری در سطح جهان وجود دارند. بذر گیاهان کوچک‌تر نظیر کاهوها، سبزی‌های برگ‌ی و سایر سبزی‌ها را می‌توان به طور مستقیم در محیط هیدروپونیک کشت کرد (۲). سبزی‌ها به سبب ارزش غذایی فراوان در بسیاری ممالک دنیا جزء غذاهای اصلی به شمار می‌آیند. تولید سبزی به لحاظ اهمیت تازه‌خوری و فرآوری زیاد آن در بین گیاهان زراعی از اهمیت بسیاری برخوردار است و از نظر تولید جهانی در مقام چهارم پس از گندم، برنج و ذرت قرار دارد. کاهو (*Lactuca sativa* L.) گیاهی یکساله از خانواده مرکب‌یان و روز بلند است که در تابستان به گل می‌نشیند (۲۸). کاهو حاوی مقدار زیادی مواد معدنی ضروری همچون کلسیم، فسفر، آهن، پتاسیم، سدیم و همچنین مقدار کمی منیزیم و گوگرد برای سلامتی انسان است و منبع غنی ویتامین‌های A، B، K و C محسوب می‌شود (۱۰). طی دو دهه اخیر تولید جهانی کاهو افزایش چشمگیری داشته است. توسعه منابع ژنی، تولید ارقام متحمل به انواع تنش‌های زیستی و غیر زیستی، ارزش تغذیه‌ای و اهمیت فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاهو از عمده‌ترین دلایل افزایش سطح زیر کشت این محصول در دنیا به شمار می‌رود (۲۴). با توجه به اهمیت سبزی‌ها و نیز با توجه به وسعت اراضی شور، این تحقیق به منظور بررسی اثر شوری بر رشد اولیه گیاهچه کاهو (*Lactuca sativa*) انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی واکنش ویژگی‌های رشد گیاهچه کاهو از نظر تحمل به شوری آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در پژوهشکده زیست فناوری دانشگاه زابل انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل ۱۵ ژنوتیپ کاهو (جدول ۱) و سطوح شوری (۰، ۲ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر) بودند که

برای تهیه این غلظت‌ها از کلرید سدیم استفاده شد. به منظور ضدعفونی، بذره‌های مورد مطالعه به مدت ده ثانیه در الکل ۹۶ درصد و سپس به مدت ۵۰ ثانیه در محلول هیپوکلریت سدیم ۱/۵ درصد، قرار گرفتند و پس از آن چندین بار با آب مقطر استریل شستشو داده شدند، سپس بذور ضدعفونی شده در گلدان‌های پلاستیکی حاوی کوکوپیت و پرلیت، کشت داده شدند. پس از رشد این بذور تا مرحله دو تا سه برگ، گیاهچه‌های حاصل به سیستم هیدروپونیک حاوی محلول غذایی هوگلند انتقال داده شدند. پس از مستقر شدن گیاهان در محیط هیدروپونیک، اعمال تنش انجام گرفت. به منظور جلوگیری از مواجه شدن گیاهان با تنش شدید، اعمال تنش شوری به تدریج در روز با اضافه کردن نمک کلرید سدیم به محلول هوگلند صورت گرفت. EC آب با دستگاه EC متر اندازه‌گیری می‌شد تا به EC مورد نظر برسد. ده روز پس از اعمال تنش شوری جهت مطالعه صفات مورفولوژیک، نمونه‌برداری انجام شد. خصوصیات مورفولوژیک شامل طول ریشه، طول بوته، نسبت طول ریشه به طول بوته، وزن تر ریشه، وزن تر بوته، وزن خشک ریشه، وزن خشک بوته، نسبت وزن تر ریشه به وزن تر بوته، نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک بوته، طول برگ و عرض برگ اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری طول ریشه، طول بوته، طول برگ و عرض برگ از خط‌کش میلی‌متری استفاده گردید. وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه گیاهان با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری وزن خشک بوته و ریشه پس از قرار گرفتن نمونه‌های تر به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد آون صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از دستور PROC GLM و آزمون LSD (در سطح احتمال ۵ درصد) و همچنین تجزیه کلاستر به روش وارد در محیط نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ انجام شد.

نتایج و بحث

طول ریشه: براساس نتایج آزمایش، اثر ژنوتیپ و اثر شوری بر روی طول ریشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار ($P \leq 0/01$) بود (جدول ۲). در مقایسه میانگین اثر اصلی تنش بر صفت طول ریشه (جدول ۳) مشاهده شد که با افزایش میزان شوری طول ریشه کاهش یافت به طوری که در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر، طول ریشه برابر با ۵/۰۸۸ میلی‌متر بود. در بررسی ژنوتیپ‌های مختلف کاهو اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد (جدول ۲). به طوری که صفت طول ریشه در ژنوتیپ Romaine lettuce long green Teresa برابر با ۸/۰۴۰ میلی‌متر و در ژنوتیپ Cabbage Milan Aubervilliers برابر با ۴/۹۹۹ میلی‌متر بود، که به ترتیب بیشترین و کمترین طول ریشه را به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

جدول ۱- اسامی ۱۵ ژنوتیپ کاهو مورد مطالعه

Table 1- Names of the 15 studied lettuce genotypes

شماره ژنوتیپ Genotype Number	ژنوتیپ Genotype
1	Lechuga Romana larga verde- Teresa (Romaine lettuce long green Teresa)
2	کاهوی سالادی فردوس Lettuce Ferdows
3	Lettuce Salad
4	کاهو پیچ اورست Lettuce Everest
5	Lechuga Reina de Mayo (Lettuce May Queen)
6	Escarola rizada Cabello de ángel (Curly endive hair angel)
7	Lechuga Romana larga rubia- Galaica (Romaine lettuce long blonde Galaica)
8	Col de Milan Aubervilliers (Cabbage Milan Aubervilliers)
9	کاهو پیچ بلند (کونکویستادور)
10	کاهو پیچ تهران
11	کاهو برگ یزد
12	کاهو پیچ پاسارگاد
13	کاهو برگ یزد و رزنه اصفهان
14	کاهو پیچ طالخونچه اصفهان
15	کاهو برگ نائین اصفهان

براساس نتایج آزمایش بیشترین مقدار طول بوته در ژنوتیپ کاهو برگ یزد و رزنه اصفهان برابر با ۱۷/۲۶۸ میلی‌متر و کمترین مقدار آن در ژنوتیپ Curly endive hair angel برابر با ۷/۰۹۶ میلی‌متر بود، به‌دست آمد (جدول ۴). با افزایش میزان شوری نسبت طول ریشه به طول بوته افزایش پیدا کرد که این نسبت در سطح شوری ۴ دسی زیمنس بر متر برابر با ۲۷/۶۱۳ درصد و در سطح شاهد برابر با ۱۰/۶۴۶ درصد بود. بیشترین نسبت طول ریشه به طول بوته مربوط به ژنوتیپ Curly endive hair angel بود، در صورتی‌که ژنوتیپ‌های Romaine lettuce long green Teresa و Lettuce May Queen نسبت به این صفت جزء پایین‌ترین گروه بودند. با توجه به نتایج آزمایش بیشترین اختلاف بین شوری در ژنوتیپ‌های کاهو در سطح شوری ۴ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد و با افزایش میزان شوری، نسبت طول ریشه به طول بوته شروع به افزایش می‌کند. به‌طوری‌که در سطح شوری ۴ دسی زیمنس بر متر ژنوتیپ Curly endive hair angel در گروه بالاتر قرار گرفت (جدول ۵). نیو و همکاران (۲۵) معتقدند که بعد از جذب آب و هم زمان با آن یکسری از هورمون‌ها و تعدادی از آنزیم‌های مهم درون بذر از جمله لیپاز، پروتئاز، آمیلاز و غیره ترشح می‌شوند، که باعث می‌شود تا مواد غذایی اندوخته در بذر از جمله نشاسته تجزیه شده و در آب حل شوند و از این طریق انرژی لازم برای خروج ریشه‌چه و ساقه‌چه و رشد آن‌ها فراهم گردد که در شوری‌های بالا، مکانیسم فعالیت درون بذر دستخوش تغییر شده و این مراحل مختل

جمله و همکاران (۱۷) بیان داشتند که طول ریشه و ساقه مهم‌ترین صفات ارزیابی تنش شوری می‌باشند، زیرا ریشه در تماس مستقیم با خاک است و آب را از خاک جذب می‌کند و ساقه آن را به قسمت‌های گیاه می‌رساند. کاهش رشد ریشه و ساقه می‌تواند ناشی از اثرهای سمی سدیم و کلر و یا عدم تعادل در جذب عناصر غذایی به وسیله گیاه باشد. همچنین سوختگی میانه برگ‌ها و سرشاخه‌ها در اثر تجمع بیش از حد کلر، که معمولاً با کلروزه شدن حاشیه برگ‌ها توأم است، رخ می‌دهد. تنش شوری ایجاد شده توسط غلظت‌های بالای NaCl موجب از بین رفتن تعادل اسمزی و در نتیجه آب کشیدگی بافت‌ها و از بین رفتن آماس سلولی می‌گردد (۱۴ و ۲۷) و در غلظت‌های بالا نیز منجر به پژمردگی اندام‌های هوایی می‌شود (۲۱ و ۲۳). بهار دواج و همکاران (۷) گزارش کردند که با افزایش غلظت شوری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش می‌یابد. جوادی و همکاران (۱۸) نیز با مطالعه تأثیر شوری بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه‌های چهار گونه گیاه دارویی گزارش کردند که تنش شوری طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه را در گونه‌های مورد مطالعه تحت تأثیر قرار داد و باعث کاهش این صفات گردید.

طول بوته: نتایج نشان دادند که ژنوتیپ‌های کاهو در سطوح مختلف شوری از نظر طول بوته متفاوت بودند (جدول ۲) و افزایش تنش شوری منجر به کاهش معنی‌دار ($P \leq 0/01$) این صفت در همه ژنوتیپ‌ها شد. طول بوته در سطح شاهد برابر با ۱۵/۳۱۵ میلی‌متر و در سطح ۴ دسی زیمنس بر متر برابر با ۹/۸۱۴ میلی‌متر بود (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده ارقام کاهو تحت تیمارهای مختلف شوری
Table 2- Analysis of variance of evaluated traits of lettuce cultivars under salinity different treatments

منابع تغییرات Sources of Variation	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Means of Squares									
		طول ریشه Root Length (mm)	طول بوته Plant Length (mm)	طول ریشه / طول بوته Root / Plant Length	وزن تر ریشه Root Fresh Weight (g)	وزن خشک ریشه Root Dry Weight (g)	وزن تر بوته Plant Fresh Weight (g)	وزن خشک بوته Plant Dry Weight (g)	PFW/RFW تر بوته / وزن تر ریشه / وزن تر بوته	RDW/PDW ریشه / وزن خشک بوته	وزن خشک Leaf Width (mm)
ژنوتیپ Genotype	14	4.392 ^{**}	83.767 ^{**}	561.909 ^{**}	0.00103 ^{**}	0.000042 ^{**}	0.32005 ^{**}	0.001131 ^{**}	0.07277 ^{**}	0.044195 ^{**}	20.893 ^{**}
شوری Salinity	2	41.654 ^{**}	340.767 ^{**}	3451.53 ^{**}	0.00789 ^{**}	0.000054 ^{**}	2.979 ^{**}	0.00665 ^{**}	0.02121 ^{**}	0.065218 ^{**}	78.043 ^{**}
ژنوتیپ × شوری Genotype × Salinity	28	0.59022 ^{n.s}	4.757 ^{n.s}	126.844 ^{**}	0.0003 ^{**}	0.000005 ^{**}	0.07938 ^{**}	0.000165 ^{**}	0.01976 ^{**}	0.009267 ^{**}	0.8937 ^{n.s}
خطا Error	90	0.5028	5.464	12.667	0.00005	0.0000023	0.00935	0.0000255	0.001366	0.000199	1.2104
ضریب تغییرات CV (%)		11.37	18.67	19.91	15.44	14.59	20.14	19.17	25.77	8.73	15.35
											19.95

^{*}، ^{**} و ^{n.s}: Significant ($\alpha=5\%$), highly significant ($\alpha=1\%$) and non-significant, respectively

^{*} و ^{**} به ترتیب معنی دار ($\alpha=5\%$)، بسیار معنی دار ($\alpha=1\%$) و غیر معنی دار (ns)

جدول ۳- مقایسه میانگین های صفات مختلف ژنوتیپ های کاهو در سطوح مختلف شوری
Table 3- Mean comparison of different traits of lettuce genotypes at different levels of salinity

عرض برگ Leaf Width (mm)	طول برگ Leaf Length (mm)	وزن وزن ریشه / وزن خشک بوته	وزن تر ریشه / وزن تر بوته PFW/RFW	وزن خشک بوته Plant Dry Weight (g)	وزن تر بوته Plant Fresh Weight (g)	ریشه Root Dry Weight (g)	وزن تر ریشه Root Fresh Weight (g)	طول ریشه / طول بوته Root / plant length	طول بوته Plant Length (mm)	طول ریشه Root Length (mm)	سطوح شوری Salinity Levels
2.089 ^a	8.467 ^a	0.1401 ^b	0.1287 ^b	0.0393 ^a	0.748 ^a	0.00452 ^a	0.05974 ^a	10.646 ^c	15.315 ^a	7.012 ^a	a=۱
1.681 ^b	7.198 ^b	0.1394 ^b	0.1330 ^b	0.0244 ^b	0.457 ^b	0.00299 ^b	0.04608 ^b	15.363 ^b	12.441 ^b	6.044 ^b	a=2
1.458 ^c	5.834 ^c	0.2057 ^a	0.1683 ^a	0.0152 ^c	0.234 ^c	0.00239 ^c	0.03326 ^c	27.613 ^a	9.814 ^c	5.088 ^c	a=4

میانگین ها با آزمون LSD مقایسه شده اند ($\alpha=5\%$) و تفاوت میانگین های حداقل با یک حرف مشترک معنی دار نیست

Means in each column by similar letter(s) are not significantly different ($\alpha=5\%$), using LSD test

Queen و کاهو پیچ بلند بود و کمترین وزن تر ریشه به ژنوتیپ‌های کاهوپیچ پاسارگاد و کاهوبرگی نائین اختصاص داشت (جدول ۴). همچنین بیشترین وزن تر بوته مربوط به ژنوتیپ green Teresa و Romaine lettuce long که برابر با ۰/۹۱۷۱۱ گرم بود و ژنوتیپ‌های Curly endive hair angel و Aubervilliers به‌ترتیب با میزان ۰/۲۰۱۸۹ و ۰/۱۶۶۸۰ گرم کمترین وزن تر بوته را به خود اختصاص دادند که این ژنوتیپ‌ها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). نسبت وزن تر ریشه به وزن تر بوته در ژنوتیپ‌های مختلف نشان داد (جدول ۴) که ژنوتیپ Curly endive hair angel بیشترین نسبت و ژنوتیپ کاهو پیچ تهران کمترین نسبت را به خود اختصاص دادند. براساس نتایج به‌دست آمده، در سطح شوری ۴ دسی زیمنس بر متر، ژنوتیپ‌های کاهو پیچ اورست بیشترین وزن تر ریشه (۰/۵۵۸ گرم) و ژنوتیپ کاهو پیچ بلند بیشترین وزن تر بوته (۰/۵۳۶۷ گرم) را به خود اختصاص دادند. همچنین بیشترین نسبت وزن تر ریشه به وزن تر بوته در سطح شوری ۴ دسی زیمنس بر متر مربوط به ژنوتیپ کاهوپیچ اورست بود (جدول ۵). وزن تر ریشه در کلیه ژنوتیپ‌های کاهو با افزایش مقدار NaCl رابطه معکوس داشت به‌طوری که در کلیه مطالعات، نتایج حاصل، حاکی از کاهش شدید وزن تر ریشه بود. از جمله دلایلی که می‌توان برای این کاهش وزنی در گیاهان مورد مطالعه بیان نمود، از بین رفتن تعادل اسمزی می‌باشد، که از آثار مخرب شوری به حساب می‌آید (۲۷). گیاهان برای تحمل شوری به تنظیم اسمزی نیاز دارند و یکی از راه‌های تنظیم اسمزی ساخت مواد آلی مانند سوربیتول، پرولین و گلیسین در بافتها است. ساخت این مواد برای گیاهان با صرف انرژی مصرفی برای تنظیم اسمزی باعث کاهش رشد اندام هوایی در گیاه می‌گردد (۱۲). مصرف بیش از حد انرژی جهت تولید برخی از مواد آلی که نقش پایدارسازی تعادل اسمزی را دارند، با جذب یون‌ها انجام می‌شود، که از دیگر عوامل کاهش وزن اندام‌های هوایی محسوب می‌شود (۲۱) و (۳۵). افزایش میزان NaCl از تیمار شاهد تا غلظت ۴ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش وزن تر و خشک ریشه و بوته در ژنوتیپ‌های مختلف کاهو گردید. ووتسلا و همکاران (۳۷) گزارش کردند که با افزایش شوری از ۲/۵ به ۱۰ ds/m، جوانه‌زنی، سبز شدن و وزن تر و خشک ریشه گوجه‌فرنگی کاهش یافت. آل مسکری و همکاران (۱)، نیز گزارش کردند که در گیاه کاهو رقم Paris Islands cos سیستم لایه نازک محلول غذایی NFT^۱، وزن تر و وزن خشک بوته، وزن تر و خشک ریشه، درصد وزن خشک ریشه به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر تنش شوری قرار گرفت، در حالی که نسبت وزن تر ساقه به

و با کاهش و یا توقف رشد به دلیل عدم انتقال مواد غذایی از لپه به ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهچه وزن خشک آن‌ها کاهش می‌یابد. بازدارندگی شوری بر رشد گیاهچه توسط سایر محققان نیز گزارش شده است به عنوان مثال در پژوهشی بر روی اسفرزه با افزایش تنش شوری، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت (۱۵). سلطانی و همکاران (۳۶) اظهار داشتند که شوری، رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه نخود را کاهش داد و با افزایش شوری بر میزان این کاهش افزوده شد. رحیمیان و همکاران (۳۱) بیان نمودند که کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در محلول کلرید سدیم احتمالاً به دلیل سمیت یون‌ها و اثر منفی آن بر غشا سلول است. فلاحی و همکاران (۱۲) نیز در بررسی بر روی گیاه دارویی مریم گلی گزارش کردند که با افزایش سطح شوری طول گیاهچه کاهش یافت. یارنیا و همکاران (۳۸) نیز با مطالعه روی تأثیر کربنات کلسیم بر مقاومت به شوری ارقام یونجه گزارش کردند که ارتفاع گیاه در فاکتور رقم، فاکتور تنش و نیز اثر متقابل رقم در تنش، در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری را نشان دادند، و همچنین وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه با اثر متقابل رقم و تنش شوری اختلاف معنی‌دار داشت. با افزایش شوری طول ریشه و طول بوته در ژنوتیپ‌های کاهو کاهش پیدا کرد. در سطوح ۲، ۴ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر اختلاف معنی‌دار از نظر طول ریشه و طول بوته در ژنوتیپ‌های کاهو مشاهده شد. اما با افزایش میزان شوری نسبت طول ریشه به طول بوته افزایش پیدا کرد که بیشترین مقدار این نسبت در شوری ۴ دسی زیمنس بر متر بدست آمد. دلیل این پدیده این می‌باشد که در محیط تنش، گیاه انرژی بیشتری برای استقرار و رشد ریشه مصرف می‌کند و به همین دلیل در اثر تنش، رشد ریشه بیشتر از اندام‌های هوایی است. کاهش رشدی گیاهان تحت شرایط تنش شوری می‌تواند به دلیل کاهش ذخایر انرژی گیاه باشد که این امر از طریق کاهش و اختلال فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی در گیاهان مختلف نظیر گندم، لوبیا و پنبه گزارش شده است (۳۰ و ۳۱).

وزن تر ریشه و بوته: وزن تر ریشه و بوته در ژنوتیپ‌های کاهو به طور معنی‌داری ($P \leq 0.01$) تحت تأثیر سطوح مختلف شوری قرار گرفت (جدول ۲) و افزایش تنش شوری در ژنوتیپ‌های کاهو کاهش معنی‌دار این صفت را به همراه داشت، به طوری که بیشترین مقدار وزن تر ریشه و بوته در ژنوتیپ‌های کاهو در سطح شاهد و کمترین مقدار آن در سطح ۴ دسی زیمنس بر متر به‌دست آمد (جدول ۳). با افزایش میزان شوری نسبت وزن تر ریشه به وزن تر بوته افزایش پیدا کرد. در سطح شاهد و شوری ۲ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری برای این صفات مشاهده نشد و کمترین میزان نسبت وزن تر ریشه به وزن تر بوته مربوط به سطح شوری ۴ دسی زیمنس بر متر بود (جدول ۳). بیشترین وزن تر ریشه مربوط به ژنوتیپ‌های Lettuce May

ریشه و نسبت وزن خشک ساقه به ریشه اثر کمی در پاسخ به شوری نشان دادند که با نتایج به دست آمده مشابهت دارد.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده کاهو تحت تأثیر اثر متقابل شوری و ژنوتیپ
Table 5- Mean comparison of traits at different lettuce under salinity levels and genotypes

ژنوتیپ Genotype	طول ریشه Root Length (mm)			طول بوته Plant Length (mm)			طول ریشه / طول بوته Root / Plant Length		
	شاهد	2	4	شاهد	2	4	شاهد	2	4
2	7.411 ^{b-d}	6.278 ^{fj}	5.756 ^{h-o}	Control	9.767 ^{en}	7.889 ^{en}	Control	16.808 ^{nt}	35.937 ^{cd}
3	6.389 ^{fk}	5.620 ^{ip}	5.111 ^{m-r}	12.500 ^{ij}	9.778 ^{en}	8.000 ⁱⁿ	9.935 ^{o-t}	17.754 ^{im}	22.626 ^{g-i}
4	7.778 ^{ad}	5.667 ^{ip}	4.917 ^{m-r}	11.250 ^{gi}	10.222 ^{im}	7.850 ⁱⁿ	14.512 ^{k-q}	15.401 ^{k-o}	37.254 ^c
5	6.582 ^{ej}	6.059 ^{em}	4.591 ^{p-r}	12.778 ^{ij}	10.151 ^{im}	8.508 ^{kn}	14.156 ^{k-r}	8.636 st	15.255 ^{k-o}
6	7.900 ^c	5.256 ^{iq}	4.306 ^f	12.447 ^{ij}	6.989 ^{mm}	5.817 ⁿ	8.305 st	30.308 ^{de}	65.267 ^a
7	6.544 ^{ej}	5.972 ^{en}	5.070 ^{m-r}	8.483 ^{k-n}	14.628 ^{d-g}	11.611 ^{g-k}	17.975 ^{h-l}	14.685 ^{k-p}	18.811 ^{h-k}
8	5.894 ^{go}	4.925 ^{m-r}	4.178 ^f	15.732 ^{c-f}	7.422 ^{mm}	5.167 ⁿ	8.894 ^{p-t}	24.880 ^g	50.029 ^b
9	7.256 ^{c-f}	7.007 ^g	6.354 ^{fk}	13.222 ^{ej}	11.201 ^{g-l}	10.056 ^{im}	22.178 ^{gj}	12.099 ^{m-t}	12.065 ^{m-t}
10	6.669 ^{di}	5.075 ^{h-o}	4.850 ^{qr}	13.000 ^{fi}	13.344 ^{ej}	12.375 ^{ij}	7.036 ^t	11.621 ^{h-t}	18.603 ^{h-l}
11	6.056 ^{em}	5.806 ^{h-o}	4.757 ^{qr}	17.069 ^{bd}	15.772 ^{c-f}	10.356 ^{im}	6.495 ^t	14.160 ^{h-r}	27.011 ^{e-g}
12	7.006 ^g	5.917 ^{gn}	4.400 ^{qr}	19.456 ^{ab}	13.994 ^{d-h}	11.600 ^{g-k}	7.690 st	17.348 ⁱⁿ	13.476 ^{k-s}
13	7.000 ^g	6.587 ^{ej}	4.964 ^{m-r}	17.200 ^{bd}	18.290 ^{a-c}	11.744 ^{g-k}	8.484 ^t	12.920 ^g	29.834 ^c
14	7.549 ^{b-e}	5.878 ^{go}	5.035 ^{m-r}	21.769 ^a	12.778 ^{ij}	12.078 ^{gj}	6.516 ^t	10.159 ^{h-t}	23.382 ^h
15	6.311 ^{fl}	5.460 ^{qi}	5.185 ^{qr}	17.039 ^{bd}	15.590 ^{d-f}	11.100 ^{h-l}	8.785 ^{q-t}	15.587 ^{k-o}	28.523 ^{ef}

میانگین ها با آزمون LSD مقایسه شده اند ($\alpha=5\%$) و تفاوت میانگین های حداقل با یک حرف مشترک معنی دار نیست

Means in each column by similar letter(s) are not significantly different ($\alpha=5\%$), using LSD test

ادامه جدول ۵ - مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده کاهو تحت تأثیر اثر متقابل شوری و ژنوتیپ
Continued Table 5- Mean comparison of traits at different lettuce under salinity and genotypes

ژنوتیپ Genotype	وزن تر ریشه Root Fresh Weight (g)				وزن خشک ریشه Root Dry Weight (g)				وزن تر بوته Plant Fresh Weight (g)				وزن خشک بوته Plant Dry Weight (g)			
	شاهد Control	2	4	شاهد Control	2	4	شاهد Control	2	4	شاهد Control	2	4	شاهد Control	2	4	شاهد Control
1	0.084 ^{ab}	0.0587 ^{d,f}	0.0352 ^{n,s}	0.0025 ^{lm}	0.0016 ^{pq}	0.0014 ^q	1.341 ^a	1.049 ^b	0.356 ^{ln}	0.0471 ^{e-e}	0.0433 ^{l-r}	0.0265 ^{fj}	0.0471 ^{e-e}	0.0433 ^{l-r}	0.0210 ^{m-k}	0.0471 ^{e-e}
2	0.059 ^{d-f}	0.0493 ^{e-l}	0.0389 ^{i-q}	0.0037 ^{c-g}	0.0028 ^{hi-n}	0.0022 ^{n-p}	0.7582 ^{cd}	0.4063 ^{h-k}	0.161 ^{p-r}	0.1413 ^{m-o}	0.1413 ^{m-o}	0.0159 ^m	0.1413 ^{m-o}	0.1413 ^{m-o}	0.0126 ^{m-q}	0.1413 ^{m-o}
3	0.059 ^{d-f}	0.0351 ^{n-s}	0.0325 ^{o-t}	0.0034 ^{e-i}	0.0021 ^{n-p}	0.0018 ^q	0.3727 ^{lm}	0.2911 ^{j-q}	0.2183 ^{m-r}	0.0206 ^{k-m}	0.0206 ^{k-m}	0.0131 ^{m-q}	0.0206 ^{k-m}	0.0206 ^{k-m}	0.0069 ^{q-o}	0.0206 ^{k-m}
4	0.059 ^{d-f}	0.0502 ^{e-i}	0.0558 ^{d-g}	0.0054 ^{ab}	0.0035 ^{e-h}	0.0027 ⁿ	0.4979 ^{e-i}	0.4128 ^{h-k}	0.2028 ^{n-r}	0.5931 ^{ef}	0.5931 ^{ef}	0.3233 ^{j-o}	0.5931 ^{ef}	0.5931 ^{ef}	0.0057 ^{pq}	0.5931 ^{ef}
5	0.083 ^{ab}	0.0735 ^{bc}	0.0368 ^{m-r}	0.003 ^{g-m}	0.0025 ^{m-o}	0.0022 ^{n-p}	0.7949 ^c	0.5931 ^{ef}	0.3233 ^{j-o}	0.0185 ^{lm}	0.0185 ^{lm}	0.0138 ^{m-p}	0.0185 ^{lm}	0.0185 ^{lm}	0.0051 ^q	0.0185 ^{lm}
6	0.0822 ^{ab}	0.0466 ^{g-m}	0.0194 ^{uv}	0.0040 ^{de}	0.0027 ⁿ	0.0023 ^{m-p}	0.3896 ^{h-l}	0.1478 ^{qr}	0.0683 ^r	0.0166 ^m	0.0166 ^m	0.0144 ^{o-m}	0.0166 ^m	0.0166 ^m	0.0127 ^{m-q}	0.0166 ^m
7	0.038 ^q	0.0361 ^{m-r}	0.0307 ^{o-t}	0.0051 ^{ac}	0.0033 ^{e-k}	0.0028 ^{h-n}	0.7840 ^c	0.4122 ^{h-k}	0.2695 ^{k-q}	0.0327 ^{gj}	0.0327 ^{gj}	0.0272 ^{ik}	0.0327 ^{gj}	0.0327 ^{gj}	0.0202 ^{m-k}	0.0327 ^{gj}
8	0.058 ^{d-f}	0.0381 ^{l-r}	0.0282 ^{q-v}	0.0036 ^{c-g}	0.0025 ^{ln}	0.0021 ^{n-q}	0.2393 ^{iq}	0.1788 ^{o-r}	0.0822 ^r	0.0272 ^{ik}	0.0272 ^{ik}	0.0131 ^{m-q}	0.0272 ^{ik}	0.0272 ^{ik}	0.007 ^{m-q}	0.0272 ^{ik}
9	0.0869 ^a	0.052 ^{c-h}	0.0494 ^{e-j}	0.0050 ^{bc}	0.0037 ^{c-g}	0.0027 ⁿ	0.6125 ^{de}	0.5700 ^{c-g}	0.3367 ^{ch}	0.0354 ^h	0.0354 ^h	0.0148 ^{o-m}	0.0354 ^h	0.0354 ^h	0.0152 ^{mn}	0.0354 ^h
10	0.0483 ^{e-l}	0.0427 ^{h-o}	0.0215 ^{u-v}	0.0047 ^{cd}	0.0033 ^{e-l}	0.0026 ^{k-n}	0.7797 ^c	0.4397 ^{j-q}	0.3176 ^{rp}	0.0526 ^{bc}	0.0526 ^{bc}	0.0353 ^l	0.0526 ^{bc}	0.0526 ^{bc}	0.0184 ^{lm}	0.0526 ^{bc}
11	0.060 ^{de}	0.0436 ^{h-o}	0.027 ^{u-v}	0.0058 ^a	0.0028 ^{h-n}	0.0022 ^{n-p}	0.8209 ^c	0.436 ^{j-q}	0.1850 ^{o-r}	0.0586 ^b	0.0586 ^b	0.0400 ^{de}	0.0586 ^b	0.0586 ^b	0.0278 ^{h-k}	0.0586 ^b
12	0.038 ^q	0.0333 ^s	0.0244 ^{sv}	0.0047 ^{cd}	0.0033 ^{e-l}	0.0027 ⁿ	0.7956 ^c	0.3787 ^{l-l}	0.300 ^{i-q}	0.0504 ^{cd}	0.0504 ^{cd}	0.0296 ^h	0.0504 ^{cd}	0.0504 ^{cd}	0.0156 ^m	0.0504 ^{cd}
13	0.051 ^{c-h}	0.0638 ^{cd}	0.0461 ^{g-n}	0.0057 ^{ab}	0.0038 ^{ef}	0.0028 ^{h-n}	0.8900 ^c	0.5792 ^{c-g}	0.1727 ^{o-r}	0.0499 ^{cd}	0.0499 ^{cd}	0.0429 ^{cd}	0.0499 ^{cd}	0.0429 ^{cd}	0.0293 ^h	0.0499 ^{cd}
14	0.049 ^{e-j}	0.0389 ^q	0.0189 ^y	0.0057 ^{ab}	0.0038 ^{ef}	0.0032 ^{l-l}	1.374 ^a	0.6090 ^{de}	0.1790 ^{o-r}	0.0477 ^{c-e}	0.0477 ^{c-e}	0.0261 ^{lj}	0.0477 ^{c-e}	0.0261 ^{lj}	0.0156 ^m	0.0477 ^{c-e}
15	0.04 ^{o-p}	0.0297 ^{pu}	0.0340 ^{o-s}	0.0055 ^{ab}	0.0033 ^{e-j}	0.0024 ^{m-o}	0.766 ^{cd}	0.3562 ^{h-n}	0.1505 ^{qr}	0.0752 ^u	0.0752 ^u	0.0396 ^{de}	0.0752 ^u	0.0396 ^{de}	0.0163 ^m	0.0752 ^u

میانگین‌ها با آزمون مقایسه شده‌اند LSD و تفاوت میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک معنی‌دار نیست

Means in each column by similar letter(s) are not significantly different ($\alpha=5\%$), using LSD test

ادامه جدول ۵- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده کاهو تحت تأثیر اثر متقابل شوری و ژنوتیپ
Continued Table 5- Mean comparison of traits at different lettuce under salinity and genotypes

ژنوتیپ Genotype	وزن تر ریشه/ وزن تر بوته PFW/RFW			وزن خشک ریشه/ وزن خشک بوته RDW/PDW			طول برگ Leaf Length (mm)			عرض برگ Leaf Width (mm)		
	شاهد	2	4	شاهد	2	4	شاهد	2	4	شاهد	2	4
1	Control	0.0816 ^{k-o}	0.1174 ^{l-m}	0.0692 ^o	0.0440 ^p	0.0682 ^o	11.893 ^a	10.444 ^{c-e}	8.789 ^{e-g}	2.229 ^{b-e}	1.973 ^{ch}	1.583 ^{gl}
2	Control	0.0938 ^{k-o}	0.1757 ^{fg}	0.2535 ^d	0.0711 ^o	0.1685 ^{h-k}	7.578 ^{fg}	7.167 ^{fi}	5.678 ^{k-m}	1.711 ^{e-i}	1.478 ^{h-i}	1.300 ^{l-i}
3	Control	0.1518 ^{fi}	0.1329 ^{fk}	0.1424 ^g	0.2431 ^{ef}	0.1885 ^{hi}	6.383 ^{h-m}	5.856 ^{f-m}	5.172 ^{mm}	1.578 ^{g-l}	1.400 ^{l-i}	1.230 ^{kl}
4	Control	0.1156 ^{g-m}	0.1826 ^{ef}	0.5580 ^a	0.2632 ^c	0.2194 ^g	7.789 ^{fi}	5.567 ⁿ	5.056 ^{m-o}	1.778 ^{cd-k}	1.378 ^{h-i}	1.290 ^{l-i}
5	Control	0.2382 ^{de}	0.2665 ^d	0.3349 ^e	0.2166 ^g	0.1621 ^{jk}	8.835 ^{ef}	8.538 ^{d-g}	6.561 ^{h-l}	2.782 ^a	2.282 ^d	1.647 ^{gl}
6	Control	0.4455 ^b	0.3481 ^c	0.1589 ^{gh}	0.2871 ^d	0.1872 ^{hi}	8.383 ^{fg}	5.300 ^{mm}	3.906 ^{n-p}	2.039 ^{e-g}	1.328 ^{h-i}	1.217 ^l
7	Control	0.1696 ^{fh}	0.0779 ^{h-o}	0.0758 ^o	0.1215 ^m	0.1233 ^m	9.650 ^{b-d}	8.528 ^{d-g}	6.523 ^{h-m}	2.264 ^{ad}	1.667 ^{gl}	1.548 ^{gl}
8	Control	0.1779 ^f	0.1503 ^{fi}	0.2465 ^d	0.1269 ^m	0.1722 ^{h-k}	5.094 ^{m-o}	3.389 ^{pp}	2.778 ^p	1.811 ^{d-j}	1.517 ^{gl}	1.345 ^{h-i}
9	Control	0.1261 ^{fi}	0.152 ^{fi}	0.1695 ^{fh}	0.1212 ^m	0.2164 ^g	8.044 ^{dh}	7.489 ^{fj}	5.744 ^{k-m}	2.411 ^{h-e}	1.956 ^{c-h}	1.589 ^{gl}
10	Control	0.0422 ^o	0.0386 ^o	0.0534 ^{no}	0.0892 ^{no}	0.0814 ^o	10.578 ^{ab}	8.400 ^{d-g}	6.289 ^m	2.258 ^{e-e}	1.656 ^{gl}	1.465 ^{h-i}
11	Control	0.0728 ^{k-o}	0.0514 ^o	0.0542 ^{no}	0.1067 ^{mm}	0.0773 ^o	7.986 ^{cd-i}	7.399 ^{fk}	5.917 ^{j-m}	1.969 ^{g-h}	1.629 ^{gl}	1.518 ^{gl}
12	Control	0.0346 ^o	0.0553 ^{no}	0.0743 ^o	0.0872 ^{no}	0.1289 ^{lm}	9.669 ^{b-d}	8.078 ^{d-h}	7.103 ^{gl}	1.856 ^{cd-i}	1.678 ^{fi}	1.561 ^{gl}
13	Control	0.0634 ^{m-o}	0.1119 ^{bn}	0.1310 ^{fk}	0.1139 ^m	0.0817 ^o	7.867 ^{ci}	7.675 ^{fi}	6.450 ^{h-m}	1.830 ^{h-j}	1.742 ^{di}	1.527 ^{gl}
14	Control	0.0747 ^{k-o}	0.0871 ^o	0.0491 ^o	0.1294 ^{lm}	0.1282 ^{lm}	9.520 ^{b-e}	7.800 ^{ci}	6.430 ^{h-m}	2.222 ^{b-f}	2.039 ^{e-g}	1.670 ^{gl}
15	Control	0.0434 ^o	0.0484 ^o	0.1514 ^{fi}	0.0802 ^o	0.0891 ^{no}	7.738 ^{fi}	6.356 ^{h-m}	5.108 ^{m-o}	2.605 ^{ab}	1.492 ^{gl}	1.386 ^{l-i}

میانگین ها از زون مقایسه شده اند (LSD) و تفاوت میانگین های حداقل با یک حرف مشترک معنی دار نیست

Means in each column by similar letter(s) are not significantly different ($\alpha=5\%$), using LSD test

ژنوتیپ Lettuce May Queen بیشترین نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک بوته را به خود اختصاص داد (جدول ۵). تنش شوری از طریق کاهش تکثیر سلولی و کاهش مدت تجمع ماده خشک باعث کوتاه شدن میانگره‌ها شده و ارتفاع بوته و در نتیجه وزن خشک برگ و اندام هوایی را کاهش می‌دهد (۱۹). کاهش وزن تر و خشک گیاهچه در گیاهان دیگر نیز مشاهده شده است (۳۲ و ۳۳). اعتصامی نیا (۱۱) گزارش کرد که با افزایش سطوح تنش شوری، وزن خشک گیاهچه در ۱۰ گیاه دارویی به صورت خطی کاهش یافت. سلامی و همکاران (۳۴) نیز گزارش کردند در اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژی سنبل الطیب و زیره سبز، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک ریشه، وزن خشک ساقه، بیوماس و نسبت اندام هوایی به ریشه گیاهان با افزایش غلظت‌های شوری کاهش یافت.

طول و عرض برگ

ژنوتیپ‌های کاهو در سطوح مختلف شوری از نظر طول و عرض برگ اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0.01$) با هم داشتند (جدول ۲) و افزایش تنش شوری در همه ژنوتیپ‌ها با کاهش معنی‌دار این صفات مواجه بود. به طوری که بیشترین طول برگ و عرض برگ مربوط به سطح شاهد و کمترین طول برگ و عرض برگ مربوط به سطح ۴ دسی‌زیمنس بر متر بود (جدول ۳). با بررسی طول و عرض برگ در ژنوتیپ‌های مختلف کاهو مشاهده شد که ژنوتیپ‌های green Teresa و Romaine lettuce long و Cabbage Milan Aubervilliers به ترتیب بیشترین (۱۰/۳۷۶ میلی‌متر) و کمترین (۳/۷۵۴ میلی‌متر) طول برگ را داشتند. همچنین بیشترین و کمترین عرض برگ به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های Lettuce May Queen (۲/۲۳۷ میلی‌متر) و Lettuce Salad (۱/۴۸۲ میلی‌متر) بود (جدول ۴). اثر تنش شوری بر طول و عرض برگ در ژنوتیپ‌های کاهو نشان داد که با افزایش غلظت شوری، طول و عرض برگ در تمام گیاهان مورد مطالعه کاهش یافت. اختلال رشدی و از بین رفتن گیاهان در شرایط تنش شوری می‌تواند به دلیل کاهش و یا از بین رفتن سطح فتوسنتز کننده در اثر قرار گرفتن در معرض تنش شوری ایجاد شود (۲۹). سطوح بالای شوری باعث کاهش قابل توجه در پارامترهای رشد مانند سطح برگ، طول برگ و وزن خشک ریشه و ساقه می‌گردد (۳). اورسجی و همکاران (۴) گزارش کردند که با افزایش شدت تنش شوری وزن خشک و طول برگ زعفران به صورت معنی‌داری کاهش یافت.

تجزیه خوشه‌ای (کلاستر)

تجزیه خوشه‌ای بر اساس ۱۱ صفت مورد مطالعه (شکل ۱) در

در ژنوتیپ‌های مختلف کاهو با افزایش شوری نسبت وزن تر و خشک ریشه به وزن تر و خشک بوته افزایش یافت. کاهش نسبت اندام هوایی به ریشه تحت شرایط تنش شوری نشان می‌دهد که اندام‌های هوایی نسبت به ریشه در برابر افزایش غلظت NaCl حساس‌تر می‌باشند که این امر می‌تواند به این دلیل باشد که ریشه می‌تواند با برخی از سازوکارها نظیر چوب پنبه‌ای شدن لایه‌های زیر اپیدرم و یا ذخیره سازی نمک در پوست ریشه در برابر تنش شوری مقاومت کند (۹).

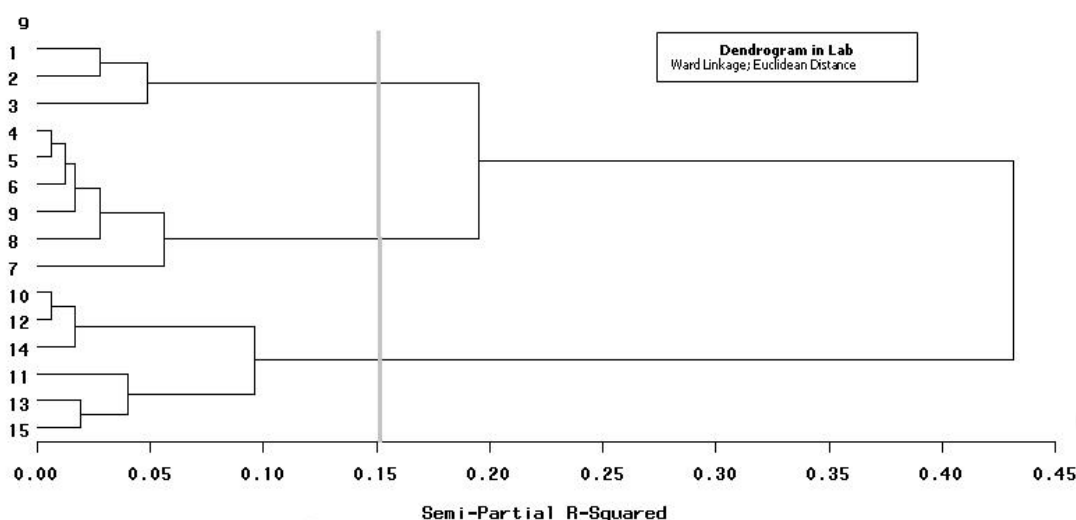
وزن خشک ریشه و بوته

وزن خشک ریشه و بوته در ژنوتیپ‌های کاهو به طور معنی‌داری ($P \leq 0.01$) تحت تأثیر سطوح مختلف شوری قرار گرفت (جدول ۲). در صفت وزن خشک ریشه و بوته نیز این حالت مشاهده گردید که با افزایش شوری وزن خشک ریشه و بوته کاهش پیدا کرد. به طوری که بیشترین مقدار وزن خشک ریشه و بوته در ژنوتیپ‌های کاهو در سطح شاهد و کمترین مقدار آن در سطح ۴ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد (جدول ۳). با افزایش میزان شوری نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک بوته افزایش پیدا کرد. با این حال، در سطح شاهد و شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری برای این صفت مشاهده نشد و کمترین میزان نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک بوته مربوط به سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر بود (جدول ۳).

براساس نتایج آزمایش، بیشترین و کمترین وزن خشک ریشه به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های کاهوپیچ طالخونچه اصفهان و green Romaine lettuce long Teresa به ترتیب با مقادیر ۰/۰۰۴۲۲ گرم و ۰/۰۰۱۸۳ گرم به دست آمد. بیشترین وزن خشک بوته به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های کاهوبرگی نائین اصفهان، کاهو برگ‌ی یزد و کاهو برگ‌ی ورزنه اصفهان با مقادیر ۰/۰۴۳۶۸، ۰/۰۴۲۱۲ و ۰/۰۴۰۷۰ گرم بود که این ژنوتیپ‌ها نیز در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). در صورتی که ژنوتیپ‌های Cabbage Milan Aubervilliers، Curly endive hair angel، کاهو پیچ اورست، Lettuce May و Queen به ترتیب کمترین وزن خشک بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). همچنین ژنوتیپ‌های کاهو پیچ اورست و Lettuce May Queen بیشترین نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک بوته را به خود اختصاص دادند و کمترین نسبت این صفت مربوط به ژنوتیپ green Teresa و Romaine lettuce long بود (جدول ۴). نتایج نشان داد که در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر، ژنوتیپ کاهوپیچ طالخونچه اصفهان بیشترین وزن خشک ریشه (۰/۰۰۳۲ گرم) و ژنوتیپ کاهو برگ‌ی ورزنه اصفهان بیشترین وزن خشک بوته (۰/۰۲۹۳ گرم) را به خود اختصاص دادند. همچنین

ژنوتیپ‌های کاهو پیچ تهران، کاهوپیچ پاسارگاد، کاهوپیچ طالخونچه اصفهان، کاهو برگ یزد، کاهو برگ اصفهان و کاهو برگ نائین اصفهان بودند. در این گروه ژنوتیپ کاهوپیچ طالخونچه اصفهان کمترین وزن تر ریشه و نسبت وزن تر ریشه به وزن تر بوته و ژنوتیپ کاهو برگ یزد کمترین نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک بوته را به خود اختصاص دادند. با توجه به نتایج آزمایش ژنوتیپ Romaine lettuce long green Teresa به عنوان ژنوتیپ متحمل به شوری و ژنوتیپ کاهوپیچ طالخونچه اصفهان به عنوان ژنوتیپ حساس به شوری در بین ۱۵ ژنوتیپ مورد بررسی شناسایی شد و دیگر ژنوتیپ‌ها در گروه نیمه حساس به شوری قرار گرفتند. استفاده از تجزیه خوشه‌ای براساس صفات جوانه‌زنی در گروه‌بندی ارقام توسط یارنیا و همکاران (۳۸) و محمدی و همکاران (۲۲) گزارش شده است.

سطح شوری ۴ دسی زیمنس بر متر انجام شد و باعث تشکیل ۳ کلاستر گردید. کلاستر اول شامل ژنوتیپ‌های Romaine lettuce long green Teresa، کاهوی سالادی فردوس و Lettuce Salad بود. ژنوتیپ Romaine lettuce long green Teresa بیشترین وزن تر بوته را در شوری ۴ دسی زیمنس بر متر به خود اختصاص داد. ژنوتیپ‌های کاهوپیچ اورست، Lettuce May Queen، Curly، endive hair angel، کاهوپیچ بلند، Cabbage Milan و Aubervilliers در Romaine lettuce long blonde Galaica گروه بعدی قرار گرفتند. این ژنوتیپ‌ها بعد از دسته اول تحمل بیشتری نسبت به شوری از خود نشان دادند و خصوصیات رویشی بالاتری داشتند. ژنوتیپ کاهوپیچ بلند بیشترین وزن تر ریشه و بوته را در سطح شوری ۴ دسی زیمنس بر متر داشت. کلاستر سوم شامل



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۱۵ ژنوتیپ کاهو در سطح شوری ۴ dS/m بر اساس ۱۱ صفت مورد مطالعه
Figure 1- Dendrogram of 15 lettuce genotypes cluster analysis at 4 dS/m salinity levels based on 11 studied traits

نتیجه‌گیری کلی

شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به شوری محدود است به همین جهت برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از روش آماری چند متغیره تجزیه خوشه‌ای نیز استفاده گردید. براساس تجزیه خوشه‌ای سه کلاستر به دست آمد. کلاستر اول در گروه ژنوتیپ‌های متحمل به شوری قرار گرفتند. در حالی که ژنوتیپ‌های کلاستر دوم بعد از دسته اول، تحمل بیشتر نسبت به شوری از خود نشان دادند و در گروه نیمه متحمل قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های کلاستر سوم کمترین مقادیر برای شاخص‌های تحمل را داشتند و در گروه حساس‌ترین به تنش شوری قرار گرفتند. با وجود این نتایج تحقیقات آزمایشگاهی به تنهایی برای معرفی کاهو مقاوم به شوری کافی نمی‌باشد و لازم است ادامه این تحقیق در شرایط خاک شور در مناطق مختلف مورد بررسی قرار گیرند و در برنامه‌های اصلاحی آینده برای تحمل به شوری استفاده از ژنوتیپ

آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی روی ۱۵ ژنوتیپ کاهو با سه سطح شوری کلرید سدیم (۰، ۲ و ۴ دسی زیمنس بر متر) به صورت هیدروپونیک در پژوهشکده زیست فناوری دانشگاه زابل انجام شد. نتایج حاکی از کاهش طول ریشه، طول بوته، وزن تر و خشک ریشه و وزن تر و خشک بوته و طول و عرض برگ با افزایش شوری بود. بنابراین با اندازه‌گیری پارامترهایی از کاهو که در برابر شوری حساسیت بیشتری نشان می‌دهند و نیز بررسی ارتباط میان این پارامترها می‌توان مدیریت بهتری در رابطه با رشد کاهو در مزارع شور و اصلاح گیاه برای تحمل به شوری جهت افزایش عملکرد انجام داد. با توجه به این که گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس یک متغیر انجام می‌گیرد نتیجه‌گیری قطعی از آن برای

منابع

1. AL-Maskri A., AL-Kharusi L., AL-Miqbali H. and Mumtaz Khan M. 2010. Effects of salinity stress on growth of lettuce (*Lactuca sativa*) under closed-recycle nutrient film technique. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12(3): 377-380.
2. Arzani, A. 2008. Soilless culture (hydroponic) home and trade. Publishing Center, Isfahan University of Technology. 196 pp. (in Persian)
3. Ashrafuzzaman M., Halim Khan M. A. and Shahidullah. S. M. 2002. Vegetative growth of maize (*Zea mays*) as affected by a range of salinity. *Crops Research Hisar*, 24: 286-291.
4. Avarseji Z., Kafi M., Sabet Teimouri M. and Orooji K. 2013. Investigation of salinity stress and potassium levels on morphophysiological characteristics of saffron. *Journal of Plant Nutrition*. 36: 299-310.
5. Baisakh N., Subudhi P. K. and Bhardwaj P. 2008. Primary responses to salt stress in a halophyte, smooth cordgrass (*Spartina alterniflora* Loisel). *Funct Integr Genomics*. 8:287-300.
6. Ben-Gal A and Shani U. 2002. Yield, transpiration and growth of tomatoes under combined excess boron and salinity stress. *Plant Soil*, 247:211-221
7. Bhardwaj SH., Sharma N.K., Srivastava P.K., and Shukla G. 2010. Salt tolerance assessment in alfalfa (*Medicago sativa* L.) ecotypes. *Botany Research Journal*, 3: 1-6.
8. Bijeh keshavarzi M.H., Mousavi Nick M. and Zain al-Abedin M. 2011. Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of *Lactuca sativa* L. 1st National Conference on New Concepts in Agriculture., Islamic Azad University of Saveh. 1-5. (in Persian with English abstract)
9. Chipa B.R., and Lal P. 1995. Na/K ratio as basis of salt tolerance in wheat. *Aust. J. Agric. Res*, 46: 533-539.
10. Decoteau, D.R. 2000. Vegetable Crops. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey. pp: 464.
11. Ehteshamnia, A. 2006. Effects of salinity on seedling growth indices of 10 medicinal plants. 3th Medicinal Plant Symposium, Shahid Beheshti University. (In Persian).
12. Fallahi J., Ebadi M.T., Ghorbani R. 2009. The effects of salinity and drought stresses on germination and seedling growth of clary (*salvia sclarea*). *Environmental Stresses in Agricultural Sciences*. 1(1): 57-67. (In Persian).
13. FAO, 2008. Land and Plant Nutrition Management Service. <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush>.
14. Gorham, J. 1996. Mechanisms of salt tolerance of halophytes. In: Halophytes ecologic agriculture. (eds: R. C. Allah, C. V. Nalcolm and A. Aamdy). Marcel Dekker. Inc., 30-53.
15. Hosseini H., Rezvani Moghadam P. 2006. Effect of water and salinity stress in seed germination on Isabgol (*Plantago ovata*). *Iranian Journal. Field Crop Research*. 4(1), 15-22. (In Persian).
16. Jafari, M. 1995. Portrait of salt and succulent halophyte. Research Institute of Forests and Rangelands. Tehran. 55 p. (in Persian)
17. Jamil M., Lee D.B., Jung K.Y., Ashraf M. Lee, S.C., and Rha E.S. 2006. Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetables species. *Journal of Central European Agriculture*. 7(2): 273-282.
18. Javadi H., Saghat Al-Eslami M.J. and Mousavi G.H. 2014. Effect of salinity on the germination and seedling growth of four species of medicinal plants. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 12 (1): 53-64. (in Persian)
19. Kafi M and Stewart D.A. 2002. Effects of salinity on growth and yield of 9 wheat cultivars. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12(1). (in Persian)
20. Kakhaki S.F., Nezami A., Parsa M. and Kafi M. 2014. Evaluation of yield and yield components of 43 Sesame (*Sesamum indicum* L.) Lines and Ecotypes under Irrigated with Saline Water. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 12(3): 378-386. (in Persian)
21. Kerepesi H., and Galiba G. 2000. Osmotic and salt stress induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedling. *Crop Science*, 40: 482-487.
22. Mohammadi R., Maly Amiri R. Taghavi M.R., and Caboly M.M. 2010. Genetic Diversity of Crop Yvnhhay (West and North West) Iran, using microsatellite markers. *Genetic modification of plants for forestry and Iran*. 11-1.
23. Molassiotis A.N., Sotiropoulos T., Tanou G., Kofidis G., Diamantidis G., and Therios I. 2006. Antioxidant and anatomical responses in shoot culture of the apple rootstock MM 106 treated with NaCl, KCl, mannitol or sorbitol. *Biologia Plantarum*, 50(1): 61-68.
24. Mou, B. 2008. Lettuce. pp. 75-116. In: Prohens, J., and Nuez, F. (eds.) *Handbook of Plant Breeding. Vegetables I. Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae and Cucurbitaceae*. Springer Science, New York, USA.
25. Niu X., Bressan R. A. Hasegawa P. M. and Pardo J. M. 1995. Ion homeostasis in NaCl stress environment. *Plant Physiology*. 109: 735- 742.
26. Parida A.K., and Das A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60(3): 324-349.
27. Penuelas J., Isla R., Filella I., and Araus J.L. 1997. Visible and near-infrared reflectance assessment of salinity

- effects on barely. Crop Science., 37: 198-202.
28. Peyvast, GH. 2006. Olericulture. Daneshpazir Publications of . 487 pp. (in Persian)
29. Poustini, K. 1995. Physiological responses of two wheat cultivars to salinity stress. Iranian Journal of Agriculture Science. 26 (2): 57-64. (in Persian with English abstract)
30. Poustini k and Zehtab Salmasi S. 1997. Effect of salinity on dry matter production and remobilization in two wheat cultivars. Iranian Journal of Agriculture Science. 29(4): 11-17. (in Persian with English abstract)
31. Rahimian Mashhadi H., Bagheri Kazem Aabad A. and Paryab A. 1992. Potential effects of the polyethylene glycol and sodium chloride combined with temperature on germination of the masses of dryland wheat. Journal of Agricultural Science and Technology. 5(1): 37-46. (in Persian)
32. Safarnejad A., Salami M.R and Hamidi H. 2008. Morphological characterization of medicinal plants (*Plantago ovata*, *Plantago psyllium*) in response to salt stress. Journal of Pajouhesh and Sazandegi. 75: 152-160. (in Persian)
33. Safarnejad A. and Hamidi H. 2008. Study of morphological characters of *Foeniculum vulgare* under salt stress. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research. 16(1): 125-140. (in Persian with English abstract)
34. Salami M.R., Safarnejad A. and Hamidi H. 2007. Effect of salinity stress on morphological characters of *Cuminum cyminum* and *Valeriana officinalis*. Journal of Pajouhesh and Sazandegi. 72: 77-83. (in Persian with English abstract)
35. Singh L., and Pal B. 2001. Effect for saline water and fertility levels on yield, potassium, zinc content and uptake by blonde psyllium (*Plantago ovata* Forsk.). Crops Research. (Hisar)., 22: 424-431.
36. Soltani A., Galeshi S., Zenali E., and Latifi N., 2001. Germination seed reserve utilization and growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Science and Technology, 30: 51-60.
37. Voutsela S, Yarsi G, Petropoulos S.A, Khan E.M .2012. The effect of grafting of five different rootstocks on plant growth and yield of tomato plants cultivated outdoors and indoors under salinity stress. African Journal of Agricultural Research. 7(41): 5553-5557.
38. Yarnia M., Heydari Sharif Abad H., and Rahim Zadeh Khui F. 2005. Effect of carbonat calcium on tolerance to salinity in alfalfa figures. Journal in Agriculture Knowledge. 2: 9-21.



بررسی تنوع مورفولوژیکی ژنوتیپ‌های گردوی شهرستان آزادشهر

فاطمه شاملو^۱ - مهدی رضایی^{۲*} - عباس بیابانی^۳ - علیرضا خان احمدی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۳

چکیده

در این پژوهش با هدف بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گردو در شهرستان آزادشهر، ۱۰۲ ژنوتیپ گردو از چهار منطقه (وامنان، کاشیدار، رودبار و سیدآباد) با ۳۰ خصوصیت مورفولوژیکی مربوط به میوه، برگ و ... ارزیابی مقدماتی شدند. نتایج آنالیز تشریحی صفات نشان داد که ژنوتیپ‌های این منطقه تنوع بالایی از لحاظ صفات میوه چون درصد مغز میوه، وزن مغز، رنگ مغز و آسان جدا شدن مغز از میوه دارند. ژنوتیپ Va31 و Ka17 دارای بیشترین میانگین وزن میوه (۱۹/۷۹ گرم)، ژنوتیپ Va31 دارای بیشترین وزن مغز (۹/۴ گرم) و ژنوتیپ ROOD4 و Va34 برای صفت آسان جدا شدن مغز از میوه (خیلی آسان) و مطلوب بودن طعم میوه (مطلوب) شاخص بودند. آنالیز کلاستر ژنوتیپ‌ها با تولید چهار خوشه اصلی به خوبی توانست ژنوتیپ‌های منطقه سیدآباد را از سایر ژنوتیپ‌ها جدا کند. بیشتر ژنوتیپ‌های منطقه وامنان و کاشیدار در خوشه یک و دو قرار گرفتند و ژنوتیپ‌های منطقه رودبار در گروه چهارم قرار گرفتند. در خوشه‌بندی صفات شکل و اندازه میوه و برگ، رنگ، وزن و درصد مغز میوه تأثیر بیش‌تری داشتند. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، تنوع ژنتیکی خوبی در ژنوتیپ‌های گردوی این منطقه وجود دارد که می‌تواند به عنوان مواد اصلاحی در اختیار به نژادگران قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، خوشه‌بندی، درصد مغز، ژنوتیپ‌های برتر

مقدمه

سرزمین شده است (۱۸). همچنین باغات سنتی گردو در ایران به عنوان یک منبع ژنتیکی غنی مطرح می‌باشند، از آنجایی که اکثر در باغ‌های گردو سنتی کشور از طریق بذر تکثیر شده‌اند، لذا تنوع ژنتیکی فراوانی در این توده عظیم درختان به چشم می‌خورد (۲). تکثیر جنسی گردو در سالیان متمادی، سبب به وجود آمدن تنوع ژنتیکی زیادی در صفات عمومی درخت و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه شده است با وجود این تنوع ژنتیکی، در حال حاضر یکی از بزرگ‌ترین مشکلات احداث باغات گردو در کشور، عدم وجود پیوندک خوب می‌باشد (۱۸). آمریکا سالانه حدود ۴۱۸ هزار تن گردو تولید می‌کند که حدود ۵۰ درصد آن را صادر می‌کند (۲۲). این در حالی است که سهم صادرات جهانی گردو ایران، بسیار ناچیز و در حدود ۰/۰۷ درصد است (۹). یکی از دلایل مهم عدم توفیق ایران در امر صادرات گردو، عدم یکنواختی محصول به دلیل نداشتن رقم و همچنین نامطلوب بودن کیفیت میوه و مغز آن می‌باشد که قدرت رقابت با کشورهای بزرگ صادر کننده این محصول را کاهش می‌دهد (۲ و ۷). امروزه با گزینش ارقام برتر گردو و اجرای برنامه‌های اصلاحی مانند دورگ‌گیری و گزینش، می‌توان خصوصیات میوه و مغز ژنوتیپ‌ها را بهبود بخشید و بازده اقتصادی این درخت را افزایش داد.

گردو با نام علمی *Juglans L. regia* از خانواده Juglandaceae است. منشأ طبیعی گردو، مناطق کوهستانی آسیای مرکزی و از جمله جنگل‌های شمال ایران است (۱۷). درخت گردو یکی از گونه‌های مهم درختان میوه، هم از نظر تولید میوه خوراکی (مغز میوه) و هم از نظر چوب دارای اهمیت می‌باشد (۵). گردو یکی از محصولات آجیلی و خشکباری مهم در ایران به شمار می‌رود. ایران با تولیدی بالغ بر ۴۸۵ هزار تن گردو در سال، پس از کشور چین، دومین تولیدکننده بزرگ گردو در دنیا محسوب می‌شود (۹). همان‌گونه که از نام انگلیسی گردو ایرانی^۵ بر می‌آید ایران به‌عنوان خاستگاه اولیه گردو در دنیا شناخته می‌شود (۶) که خود سبب ایجاد تنوع ژنتیکی در این

۱ و ۲- دانش اموزته کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه صنعتی شاهرود

(*) نویسنده مسئول: (Email: mhrezaei@shahroodut.ac.ir)

۳- دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس

۴- مربی گروه علوم دام، دانشگاه گنبد کاووس

با توجه به ژرمپلاسم غنی و متنوع گردو در کشور، اولین قدم در برنامه‌های اصلاحی آن شناسایی و گزینش ژنوتیپ‌های امیدبخش و برتر گردو است (۲). در مسیر شناسایی و گزینش این ژنوتیپ‌ها، درختان بومی بیشتر مد نظر پژوهشگران اصلاحی می‌باشد چرا که علاوه بر سازگاری، تنوع زیادی در بین آن‌ها یافت می‌شود (۳). این امر در مورد گردو که یک محصول بسیار ارزشمند در کشور محسوب می‌شود نیز صادق است.

تحقیقات مختلفی در ایران و دنیا، به منظور بررسی تنوع مرفولوژیک ژنوتیپ‌های گردو انجام گرفته است. در یک کار پژوهشی در کشور اسلوونی ۲۱۵ ژنوتیپ گردو بر اساس صفات رویشی، فنولوژیکی، میوه‌کاری و حساسیت به باکتری بلایت و آتراكنوز بررسی شدند و ۲۴ ژنوتیپ برتر آن انتخاب و در مناطق آب و هوایی مختلف کشت و مورد بررسی قرار گرفتند و ژنوتیپ‌های برتر معرفی شدند (۲۰). همچنین در یک کار پژوهشی در منطقه هیمال پرادش در کشور هندوستان ۵۸ ژنوتیپ گردو را بر اساس صفات مرفولوژیک بررسی کردند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که وزن میوه و مغز به ترتیب بین ۲۰/۵۵-۶/۴ و ۱/۵-۷/۱ گرم و درصد مغز ۶۲/۵-۱۲ درصد متغیر است و همچنین همبستگی بین برخی از صفات دانه را تعیین کردند (۱۹). در ایران نیز در چندین بررسی از این تکنیک برای ارزیابی تنوع استفاده گردیده است. ابراهیمی و همکاران (۶) ۶۰۸ ژنوتیپ گردو را در شهرستان نیریز در استان فارس بر اساس صفات فنولوژیکی و صفات پومولوژیکی مورد پژوهش قرار دادند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن دانه، وزن مغز و همچنین بین زمان باز شدن برگ و زمان برداشت محصول وجود دارد. محسن پور و همکاران (۱۴) و وحدتی و همکاران (۲۳) در طی دو پژوهش مجزا با بررسی تنوع ژنتیکی گردوهای استان کرمان نشان دادند که تنوع بالایی در گردوهای این منطقه وجود دارد. احتشام‌نیا و همکاران (۷) در منطقه استان گلستان ۹۶ ژنوتیپ گردو را مورد مطالعه قرار دادند. در این پژوهش ۳۲ صفت شامل صفات برگ، صفات فنولوژیکی و صفات پومولوژیکی مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج حاصل از آن نشان داد که توده‌های مورد بررسی دارای تنوع بالایی بوده و گزینش باید از نظر صفات مورد نظر صورت گیرد. همچنین حق‌جویان و همکاران (۱۲) در بررسی تنوع ژنتیکی گردوهای مناطق مختلف کشور با استفاده از نشانگرهای مرفولوژیک ۱۳۸ ژنوتیپ گردوی توپسرکان و ۴ کلکسیون کرج، شاهرود، ارومیه و مشهد را از نظر ۱۶ صفت مرفولوژیک مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج مطالعات این بررسی نشان داد که بیش‌ترین تشابه بین ژنوتیپ توپسرکان و ژنوتیپ ۷۸ و ۸۴ مشهد و به ترتیب با نام‌های $K_{21/1}$ و $K_{21/2}$ وجود دارد. ایشان درصد مغز و متوسط وزن مغز تک میوه را در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی به ترتیب ۶۴-۲۴ درصد و ۱/۴۲-۱/۴۱ گرم گزارش کردند. ارزانی و همکاران (۲) به منظور

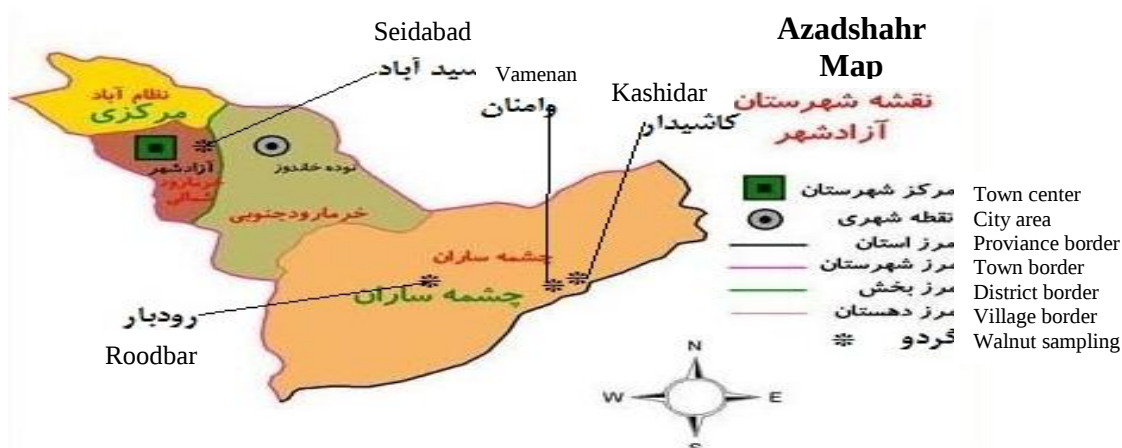
ارزیابی ژنوتیپ‌های برتر گردو در منطقه تفت استان یزد، تعداد ۵۸ درخت را بر مبنای خصوصیات ظاهری انتخاب و صفاتی همچون تاریخ برگ‌دهی، تاریخ حداکثر پذیرش کلالة، تاریخ برداشت، وزن میوه و وزن مغز که دارای توارث‌پذیری بالا بودند مورد ارزیابی قرار دادند. بر اساس گزارش ایشان، دامنه تغییرات وزن میوه، وزن مغز، درصد مغز و ضخامت پوست در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به ترتیب ۱۵/۲-۶ گرم، ۹/۱-۲/۶ گرم، ۷۹/۶-۳۸/۴ درصد و ۱/۴-۰/۴ میلی‌متر بود. همچنین ژنوتیپ‌های AA33، AA35، AA115، BA150 و AA110 به عنوان ژنوتیپ‌های برتر گردو در منطقه تفت معرفی شدند که وزن مغز و درصد مغز در آن‌ها به ترتیب بین ۹/۱ گرم و ۷۹/۶-۴۶/۳ درصد بود. امیری و همکاران (۱) با بررسی روابط بین ۲۱ صفت باغبانی در ۷۱ ژنوتیپ از استان کرمان نشان دادند که بین عادت باردهی جانبی و عملکرد رابطه معنی‌دار بالایی وجود دارد. این محققین همچنین با آنالیز تحلیل مسیر^۱ دو صفت درصد مغز و حساسیت به بلایت نشان دادند که وزن مغز، وزن میوه خشک، ضخامت پوسته و سختی جدا شدن مغز از میوه مهم‌ترین صفات در تغییرات درصد مغز هستند. وزن مغز و سختی جدا شدن مغز اثر مثبت و وزن خشک میوه اثر منفی در درصد مغز میوه دارند.

وجود تنوع ژنتیکی در کارهای اصلاحی به عنوان یک‌برتری تلقی می‌شود (۱۸). طبق بررسی ما گزارشی تحقیقات در مورد میزان تنوع ژنتیکی گردو شهرستان آزادشهر وجود ندارد. با توجه به بالا بودن کیفیت میوه‌های گردوهای شهرستان آزادشهر و مشاهده میوه‌هایی سفید مغز و با مقاومت نسبی در مقابل آفت‌هایی مانند کرم سیب تصمیم به بررسی تنوع ژنتیکی آن گرفته شد تا امکان شناسایی بهتر گردوهای این منطقه برای اهداف اصلاحی گردو فراهم گردد. تا در صورت اثبات وجود تنوع مرفولوژیکی کافی در صفات درخت و مغز، از نتایج آن می‌توان در برنامه‌های اصلاحی آینده گردو استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

محل و روش نمونه‌برداری

این پژوهش در سال ۱۳۹۲ در شهرستان آزادشهر (با طول ۳۳°۰۸' عرض شرقی و ۵۵°۰۸' شمالی) واقع در استان گلستان انجام شد. از آنجا که در شهرستان آزادشهر پراکنش متفاوتی از نظر توده‌های گردو وجود دارد، بسته به تراکم گردو در روستاهای این شهرستان و میزان دسترسی به آن‌ها، مناطق مورد نظر مشخص گردید و در مجموع چهار توده گردوی بومی از ارتفاعات مختلف شهرستان انتخاب گردید.



شکل ۱- نقشه مکان‌های جمع‌آوری ژنوتیپ‌های گردو شهرستان آزادشهر
Figure 1- Local map of collected walnut genotypes of Azadshahr

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی و اقلیمی و کد هر یک از مناطق جمع‌آوری نمونه شهرستان آزادشهر
Table 1- Geographical and climate characters and coding of each collected accession area in Azadshahr

مشخصات توده Population	کد محل Coding	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude	دامنه ارتفاع Altitude (m)
رودبار Roodbar	ROOD	36°54' N	55°19' E	1358
سیدآباد Seidabad	SID	37°06' N	55°15' E	194
کاشیدار Kashidar	KA	36°59' N	55°33' E	1328
وامنان Vamenan	VA	36° N	55°33' E	1372

تصادفی جمع‌آوری و در پاکت‌های جداگانه قرار داده شد و برای اندازه‌گیری صفات به آزمایشگاه انتقال داده شد. اندازه‌گیری صفات مغز یک ماه بعد از برداشت پس از نگهداری دانه‌ها در دمای اتاق انجام شد.

آنالیز داده‌ها

داده‌های صفات رویشی، برگ و میوه در نرم افزار Excel ثبت و سپس برای محاسبه شاخص‌های آماری (انحراف معیار، متوسط، ضریب تغییرات صفات)، ضرایب همبستگی و رسم خوشه‌بندی از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. ضرایب همبستگی صفات کمی و صفات کیفی به ترتیب از روش پیرسون^۲ و اسپیرمن^۳ استفاده شد و تجزیه کلاستر با روش وارد^۴ انجام گرفت.

طبق نتایج تحقیقات مال ولتی و همکاران در سال ۱۹۹۳ در این پژوهش نیز برای تعیین توده‌ها، درختانی که حداقل ۱۵ کیلومتر با هم فاصله داشتند به عنوان یک توده در نظر گرفته شده و درختان به طور تصادفی برای نمونه‌برداری انتخاب شدند (۱۳). بسته به تراکم درختان در هر منطقه، از هر توده ۱۵ تا ۴۰ درخت انتخاب و پلاک‌کوبی شدند و در مجموع ۱۰۲ ژنوتیپ انتخابی از چهار توده مورد بررسی قرار گرفت. مناطق انتخابی شامل روستاهای وامنان، کاشیدار، رودبار و سیدآباد بودند (شکل ۱ و جدول ۱). ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از ۱ تا ۱۰۲ شماره‌گذاری شدند. شیوه نام‌گذاری ژنوتیپ‌ها بر اساس کد محل نمونه‌گیری و شماره درخت که به عنوان نمونه انتخاب شده بودند انجام پذیرفت (جدول ۱). در مورد هر ژنوتیپ ۳۰ صفت مورفولوژیکی با استفاده از توصیف نامه بین‌المللی IPGRI^۱ با اندکی تغییرات اندازه‌گیری شد (جدول ۲). برای اندازه‌گیری صفات مربوط به میوه و برگ از هر درخت ۸-۱۰ عدد میوه گردو و ۵ تا ۸ عدد برگ به صورت

2- Pearson

3- Spearman

4- Ward Method

1- International Plant Genetic Resources Institute

جدول ۲- صفات کمی و کیفی مورد بررسی در ۱۰۲ ژنوتیپ گردو

Table 2- Quantitative and qualitative traits which measured in 102 walnut genotypes

No. شماره	Trait صفت	Abbreviation علامت اختصاری	Measuring Unit اندازه گیری
1	میانگین طول برگ Leaf length	Al	cm
2	طول بزرگترین برگ length of biggest Leaf	ALel	cm
3	عرض بزرگترین برگچه width of biggest Leaflet	ELW	cm
4	تعداد برگچه Leaflet number	NuL	تعداد Number
5	شکل برگ leaf shape	LSh	۱- بیضوی باریک ۲- بیضوی ۳- بیضوی پهن 1- narrow elliptic, 2- elliptic, 3- broad elliptic
6	اطراف برگ leaf margin	Lma	۱- صاف ۲- دندانه ای ۳- ارّه ای 1-Entire, 2-Serrate, 3-Dentate
7	رنگ برگ leaf color	Lco	۳- سبز روشن ۵- سبز ۷- سبزه 3-light green, 5-green, 7- dark green
8	رنگ شاخه Shoot color	Sco	(۳- سبز ۵- قهوه ای ۷- سیاه) 3-green, 5-brown, 7-black
9	سال آوری Alternate bearing	AB	۳- کم ۵- متوسط ۷- زیاد 3-slight, 5-moderate, 7-significant
10	شکل میوه Nut shape	NSh	۱ تا ۹ (۱- گرد، ۹- قلبی شکل) 1-9 (1- round, 9-cordate)
11	قطر میوه Nut diameter	Ndi	میلی متر mm
12	طول میوه Nut length	NL	میلی متر mm
13	بافت پوسته Shell texture	Sht	۱ تا ۹ (۱- خیلی صاف، ۹- خیلی خشن) 1-9 (1- very smooth, 9-very rough)
14	روزنه انتهای میوه shell seal	shs	میلی متر mm
15	ضخامت پوسته Shell thickness	shthi	میلی متر mm
16	وزن پوسته shell weight	Insh w	گرم g
17	متوسط وزن مغز kernel weight	KW	گرم g
18	طعم مغز kernel flavor	Kfl	۱- مطلوب، ۲- نامطلوب ۳- رضایت بخش 1-satisfactory 2-unsatisfactory 3-satisfying
19	پر بودن مغز Kernel fill	KF	۱- ضعیف، ۵- متوسط، ۷- کاملاً پر کامل 1-poor, 2-moderate, 3-well
20	گوشتی بودن مغز kernel plumpness	KPu	۱- چروکیده، ۵- متوسط، ۷- گوشتی کامل 1- Shriveled, 5-moderate, 7-plump
21	آسان جدا شدن مغز از میوه Easy of removal kernel halves	Eco	۱ تا ۹ (۱- خیلی آسان، ۹- خیلی مشکل) 1-9 (1- very easy, 9-very difficult)
22	چروکیدگی مغز Kernel shrivel	ksh	۱- نوک چروکیده، ۲- کمتر از ۵۰٪ چروکیدگی، ۳- بیشتر از ۵۰٪ چروکیدگی ۴- پوکی مغز 1-tip shrivel 2-less of 50% 3-more of 50% 4-kernels blank
23	عملکرد yield	y	۳- کم بار، ۵- متوسط، ۷- پر بار 3-low cropping , 5- medium, 7-high cropping

24	عادت رشد growing habit	GH	1-erect, 2- simierect, 3-spreading	۱- عمودی ۲- نیمه عمودی ۳- شلجی
25	حساسیت به کرم سیب Susceptibility to Codling moth	BSS	0-none host response, 9-very high	۰ تا ۹ - بدون نشانه از میزبانی، ۹- خیلی حساس
26	طول میوه با پوست سبز Fruit length	LG		میلی‌متر mm
27	وزن میوه Nut weight	w		گرم g
28	ضخامت مغز kernel thickness	Th		میلی‌متر mm
29	رنگ مغز kernel color	kco		۱- کاملاً روشن، ۲- روشن، ۳- کهربایی روشن، ۴- کهربایی
30	نمونه جمع‌آوری شده Collected site	COS	1-extra light 2-light 3-light 4-amber	۱ تا ۴ (۱- وحشی ۲- باغ ۳- کنار جاده ۴- حیاط ۸- دیگر مکان‌ها)
31	درصد مغز Kernel percentage	kp	1 to 8 ; 1-wild, 2- orchard, 3-road side, 4-home garden, 8- other's site	درصد (وزن مغز به کل میوه) $\times 100$ Ratio of kernel weight to nut weight

نتایج و بحث

تشریح صفات کمی

میانگین وزن میوه و وزن مغز به ترتیب ۱۰/۸۲ و ۴/۸۷ گرم بود. به طوری که بیش‌ترین میزان وزن میوه (۱۹/۷۹ گرم) در ژنوتیپ‌های Va31 و Ka17 و کم‌ترین میزان وزن میوه (۶/۱۰ گرم) در ژنوتیپ Va19 مشاهده شد. بیش‌ترین میزان وزن مغز (۹/۴۰ گرم) در ژنوتیپ Va31 و کم‌ترین میزان وزن مغز (۲/۲۹ گرم) در ژنوتیپ Ka12 مشاهده شد. میانگین درصد مغز گردوهای مورد پژوهش ۳۷/۱۳ درصد بود. بیش‌ترین میزان درصد مغز (۶۰/۳۴ درصد) در ژنوتیپ SID1 و کم‌ترین میزان درصد مغز (۲۰/۳۶ درصد) در ژنوتیپ ROOD7 مشاهده شد (جدول ۳). براساس اندازه‌گیری‌های انجام شده میانگین طول میوه، قطر میوه و ضخامت مغز به ترتیب ۳۵/۲۱، ۳۰/۲۵ و ۹/۰۹ میلی‌متر بدست آمد. بیش‌ترین طول میوه در بین ژنوتیپ‌ها مربوط به ژنوتیپ ROOD13 با طول ۴۵/۷۲ میلی‌متر و کم‌ترین طول میوه مربوط به ژنوتیپ Va12 با طول ۲۰/۱۹ میلی‌متر بود. بیش‌ترین عرض میوه مربوط به ژنوتیپ ROOD2 با عرض ۳۶/۸۰ میلی‌متر و کم‌ترین عرض میوه مربوط به ژنوتیپ Va19 با عرض ۲۳/۹۰ میلی‌متر بود. بیش‌ترین ضخامت مغز مربوط به ژنوتیپ SID1 با ضخامت ۱۲/۸۱ میلی‌متر و کم‌ترین ضخامت مغز مربوط به ژنوتیپ Ka18 با ضخامت ۴/۸۳ میلی‌متر بود. روزنه میوه یکی از صفات مهم در نگهداری و انبارداری محصول گردو می‌باشد. کم‌ترین اندازه روزنه مربوط به ژنوتیپ Ka18 (۱/۹۴ میلی‌متر) و بیش‌ترین روزنه مربوط به ژنوتیپ Va23 (۴/۹۸ میلی‌متر) بود. گردوهای دارای روزنه باز ضمن آلودگی قارچ‌ها در زمان انبارداری مورد حمله حشرات قرار گرفته و در زمان کاشت دانه نیز در خزانه به علت ورود آب زیاد به درون دانه مورد خسارت قارچ‌ها و کپک‌زدگی قرار می‌گیرند. روزنه موجود در هنگام شکستن پوست سخت به آسانی دانه را به دو نیم

تقسیم کرده یا مغزشان به سختی خارج می‌شود (۴). هرچه میزان ضخامت پوست در گردوها بیشتر باشد روزنه انتهایی میوه بسته‌تر است به طوری که روزنه موجود در گردوهای پوست کاغذی بزرگ‌تر از گردوهای پوست ضخیم می‌باشد (۱۴). ضخامت پوسته با میانگین ۲/۰۶ با حداقل ۱/۱۷ میلی‌متر و حداکثر ضخامت ۳/۸۳ میلی‌متر بدست آمد. ضخامت پوسته در ژنوتیپ‌های برتر بهتر است بین ۰/۷ تا ۱/۵ میلی‌متر باشد (۲) کمتر از ۱۰ درصد ژنوتیپ‌ها ضخامت کمتر از ۱/۵ داشتند.

در بین ۱۰۲ ژنوتیپ مورد بررسی، بالاترین وزن میوه ۱۹/۷۹ مربوط به ژنوتیپ‌های Va31 و Ka17 که بیشتر از مقدار گزارش شده (۱۵/۲۵ گرم) توسط ارزانی و همکاران در سال ۲۰۰۸ بود (۲). همچنین ترموریس و همکاران (۲۱) بیش‌ترین مقدار را برای این صفت ۱۱/۰۹ گرم گزارش کردند اما میانگین وزن میوه کمتر از مقدار گزارش شده (۱۶/۲ گرم) توسط رضایی و همکاران (۱۸) بود. بیش‌ترین میانگین وزن مغز ۹/۴۰ گرم بود که بیشتر از مقدار گزارش شده توسط یارلیگاک و همکاران (۲۴) و ترموریس و همکاران (۲۱) (به ترتیب ۷/۸۸ گرم ۶/۳۲ گرم) بود. اما بیش‌ترین درصد مغز (۶۰/۳۴ درصد) بالاتر از مقدار گزارش شده (۵۹/۲۷ درصد) توسط یارلیگاک و همکاران (۲۴) بود. بیش‌ترین میزان واریانس و انحراف معیار در درصد مغز میوه و طول برگ مشاهده شد (جدول ۳). میزان واریانس نشان دهنده تنوع موجود در ژنوتیپ‌های مورد بررسی دارد. هر چه میزان واریانس بیشتر باشد، تنوع بیشتری از لحاظ آن صفت در میان ژنوتیپ‌ها وجود دارد.

تشریح صفات کیفی

در بررسی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه مشخص شده که عادت رشد نیمه‌عمودی و گسترده بیشتر از عادت رشد عمودی است (جدول ۴). به طوری که ۴۶/۰۸ درصد عادت رشد نیمه عمودی و ۴۵/۱۰ درصد

عادت رشد گسترده داشتند و ۸/۸۲ درصد از ژنوتیپ‌ها عادت رشد عمودی داشتند.

جدول ۳- تنوع در صفات کمی مورد اندازه‌گیری در ژنوتیپ‌های گردوی آزاد شهر

Table 3- Diversity in quantitative traits that measured in walnut genotypes of Azadshahr

شماره No.	صفات اندازه‌گیری شده Traits	متوسط Average	کم‌ترین Minimum	بیش‌ترین Maximum	واریانس Variance	انحراف معیار STD
1	میانگین طول برگ Leaf length	38.53	13.70	56.00	41.34	6.43
2	میانگین طول بزرگ‌ترین برگ length of biggest Leaf	18.03	11.00	29.00	12.47	3.53
3	وزن پوسته shell weight	5.93	3.00	12.00	2.54	1.59
4	طول میوه با پوست سبز Fruit length	13.07	9.00	16.00	1.36	1.16
5	عرض بزرگ‌ترین برگچه width of biggest Leaflet	10.13	5.50	18.00	4.78	2.19
6	ضخامت پوسته Shell thickness	2.06	1.17	3.83	0.24	0.49
7	تعداد برگچه Leaflet number	6.70	3.00	9.00	1.98	1.41
8	طول میوه Nut length	35.21	20.19	45.72	12.35	3.51
9	قطر میوه Nut diameter	30.25	23.90	36.80	8.39	2.89
10	پر بودن مغز Kernel fill	6.70	5.00	7.00	0.5	0.71
11	متوسط وزن مغز kernel weight	4.87	2.29	9.40	1.4	1.18
12	عملکرد Yield	5.69	3.00	7.00	1.39	1.18
13	وزن میوه Nut weight	10.82	6.10	19.79	5.14	2.27
14	روزنه انتهای میوه shell seal	3.11	1.94	4.98	0.38	0.62
15	درصد مغز Kernel percent	37.13	20.36	60.34	60.19	7.75
16	ضخامت مغز kernel thickness	9.09	4.83	12.81	2.49	1.58

همچنین نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که ۶۸/۶۳ درصد ژنوتیپ‌ها دارای سال‌آوری زیاد بودند. میزان واریانس و انحراف معیار صفات شکل میوه و جدا شدن پوست از میوه از مابقی صفات بالاتر بود که می‌تواند نشان‌دهنده تنوع بیشتر این صفات در ژنوتیپ‌های مورد بررسی باشد. رنگ مغز یکی از صفات مهم در بازارپسندی است که مقدار میانگین بدست آمده در این صفت ۳ و انحراف معیار آن ۰/۹۴ که نشان می‌دهد اکثر ژنوتیپ‌ها دارای رنگ کهربایی روشن بوده‌اند. رنگ مغز مورد نظر ایرانی‌ها رنگ مغز روشن می‌باشد ولی

مردم آمریکا رنگ مغز کهربایی را بیشتر دوست دارند (۱۵). از لحاظ شکل میوه، ۲۴/۴۵ درصد از ژنوتیپ‌ها دارای شکل میوه کروی و ۲۲/۵۵ درصد از ژنوتیپ‌ها شکل میوه دوزنقه کشیده داشتند. همچنین نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که ۴۲/۰۲ درصد از ژنوتیپ‌ها دارای بافت پوست متوسط هستند. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه هیچ کدام دارای بافت پوست خیلی صاف نبودند. سهولت جدا شدن مغز از دانه در ژنوتیپ‌ها ۳۷/۲۵ درصد متوسط و ۲۶/۴۷ درصد خیلی آسان بود.

جدول ۳- تنوع در صفات کیفی مورد اندازه‌گیری در ژنوتیپ‌های گردوی آزاد شهر
Table 4- Diversity in qualitative traits that measured in walnut genotypes of Azadshahr

شماره No.	صفات اندازه‌گیری شده Traits	متوسط Average	کم‌ترین Minimum	بیش‌ترین Maximum	واریانس Variance	انحراف معیار STD
1	شکل میوه Nut shape	4.94	1	9	5.92	2.43
2	گوشتی بودن مغز kernel plumpness	6.7	5	7	0.51	0.71
3	طعم مغز kernel flavor	1.47	1	2	0.25	0.50
4	شکل برگ leaf shape	2.5	1	3	0.33	0.57
5	رنگ برگ leaf color	4.94	3	9	2.49	1.57
6	سال آوری Alternate bearing	6.01	3	7	2.43	1.56
7	حساسیت به کرم سیب Susceptibility to Codling moth	77.2	0	9	72.7	78.2
8	بافت پوسته Shell texture	5.05	3	9	2.89	1.70
9	پر بودن مغز Kernel fill	6.7	5	7	0.50	0.71
10	آسان جدا شدن مغز از میوه Easy of removal kernel halves	3.91	1	9	7.52	2.7
11	چروکیدگی مغز Kernel shrivel	1.30	1	7	1	1
12	عادت رشد growing habit	2.36	1	3	0.41	0.64
13	نمونه جمع‌آوری شده Collected site	2.82	2	4	0.64	0.80
14	رنگ مغز kernel color	2.16	1	4	0.89	0.95

روابط بین صفات

نتایج همبستگی صفات کمی و کیفی مورد بررسی که بعضی از آن‌ها معنی‌دار هستند در جدول ۵ و ۶ ارائه شده است. در بین این صفات می‌توان به صفات طول برگ، طول بزرگ‌ترین برگچه، عرض بزرگ‌ترین برگچه، قطر میوه، وزن میوه و طول میوه اشاره کرد. بعضی از صفات کمی (وزن میوه با وزن مغز و وزن میوه با طول میوه با پوست سبز) همبستگی بالایی داشتند. میزان همبستگی این صفات به حدی است که به ما اجازه می‌دهد تا از طریق اندازه‌گیری هر کدام به تغییرات صفت همبسته پی ببریم، بنابراین از این طریق می‌توان با صرف زمان و هزینه کمتر به طور غیر مستقیم اندازه‌گیری یک صفت انجام گیرد (۱۰). بین وزن میوه با قطر میوه، وزن مغز و وزن پوسته همبستگی بالا و مثبت وجود دارد (جدول ۵). این نتایج با نتایج شارما و شارما (۱۹) مطابقت داشت. طول بزرگ‌ترین برگچه و عرض

بزرگ‌ترین برگچه همبستگی متوسط و مثبتی با هم داشتند. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین وزن مغز با قطر میوه، طول میوه، روزنه و وزن پوسته وجود دارد. به علاوه همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین ضخامت مغز با قطر میوه، وزن مغز و وزن میوه وجود دارد. بین قطر میوه و طول میوه همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود داشت که با نتایج ارزانی و همکاران در سال ۲۰۰۸ مطابق دارد (۲). بین سال‌آوری و رنگ مغز همبستگی متوسط و منفی وجود دارد. بین شکل میوه با آسان جدا شدن مغز از میوه و بافت پوست همبستگی وجود نداشت که با نتایج اسکندری و همکاران (۷) مطابقت دارد. همچنین بین وزن میوه با وزن مغز همبستگی بالا و معنی‌دار وجود داشت که با نتایج اسکندری و همکاران (۸) مطابقت دارد. میزان همبستگی بین بعضی از پارامترها مثبت ولی پایین بود که با توجه به جدول ۵ و ۶ معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ۵ - ضرایب همبستگی صفات کمی در ۱۰۲ ژنوتیپ گردو شهرستان آزادشهر

Table 5- Coefficients correlation of quantitative traits in 102 walnut genotypes of Azadshahr

علامت اختصاری†	Al	ALeL	ELW	NuL	Ndi	NL	Shs	Sthhi	Inshw	KW	Y	LG	W	TH	BSS
Al	1														
ALeL	0.57**	1													
ELW	0.41**	0.75**	1												
NuL	0.112	-0.35**	-0.44**	1											
Ndi	0.34**	0.38**	0.43**	-0.14	1										
NL	0.039	0.076	0.127	-0.14	0.36**	1									
Shs	-0.042	0.25**	0.27**	-0.21*	0.33**	0.168	1								
Sthhi	-0.25*	-0.186	-0.074	0.018	-0.82	0.91	-0.071	1							
Inshw	0.022	0.248*	0.27**	-0.20*	0.49**	0.34**	0.24*	0.29**	1						
KW	0.177	0.232*	0.35**	-0.062	0.58**	0.29**	0.25**	-0.099	0.369**	1					
Y	-0.27**	-0.168	-0.114	0.003	-0.08	0.319**	-0.08	0.192	0.152	-0.10	1				
LG	0.090	0.33**	0.34**	-0.15	0.46**	0.32**	0.38**	-0.043	0.419**	0.46**	0.31**	1			
W	0.104	0.27	0.33**	-0.17	0.60**	0.38**	0.29**	0.184	0.85**	0.75**	0.58	0.54**	1		
TH	0.10	-0.60	0.062	0.086	0.27**	0.069	0.092	-0.30**	-0.054	0.55**	-0.20	0.110	0.24*	1	
BSS	0.468**	0.425**	0.40**	0.043	0.28**	-0.19*	0.092	-0.24*	-0.101	0.139	-0.2*	0.149	0.006	0.6	1

* و **: معنی‌دار به ترتیب در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد. ضرایب بدون علامت غیرمعنی‌دار هستند. †: به جدول ۲ مراجعه شود

*,** significant in 5% and 1% respectively; without sign numbers are no significant Coefficient. †: refer to table 2

جدول ۶ - ضرایب همبستگی صفات کیفی در ۱۰۲ ژنوتیپ گردو شهرستان آزادشهر

Table 5- Coefficients correlation of qualitative traits in 102 walnut genotypes of Azadshahr

علامت اختصاری†	LSh	LCO	Ab	NSh	Sht	kf	kpu	ECO	KSh	kco	Kfl	COS	GH
LSh	1												
LCO	0.126	1											
Ab	-0.25*	0.108	1										
NSh	-0.106	-0.021	0.258**	1									
Sht	-0.136	0.041	0.170	0.27**	1								
kf	0.128	0.126	0.106	0.068	-0.026	1							
kpu	0.128	0.126	0.106	0.068	-0.026	1**	1						
ECO	0.072	0.021	0.119	0.094	0.163	-0.126	-0.126	1					
KSh	-0.082	-0.077	-0.133	-0.055	-0.007	-0.452**	-0.452**	-0.044	1				
kco	0.206*	0.028	-0.484**	-0.182	-0.45	-0.188	-0.188	0.013	0.072	1			
Kfl	-0.072	-0.20*	0.193	0.129	-0.086	0.003	0.003	-0.016	-0.091	-0.051	1		
COS	-0.039	-0.191	-0.29**	-0.145	-0.068	-0.120	-0.120	0.053	0.112	0.151	0.121	1	
GH	-0.089	0.65	0.088	0.133	0.061	-0.06	-0.06	0.010	0.139	-0.037	0.059	-0.029	1

* و **: معنی‌دار به ترتیب در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد. ضرایب بدون علامت غیرمعنی‌دار هستند. †: به جدول ۲ مراجعه شود

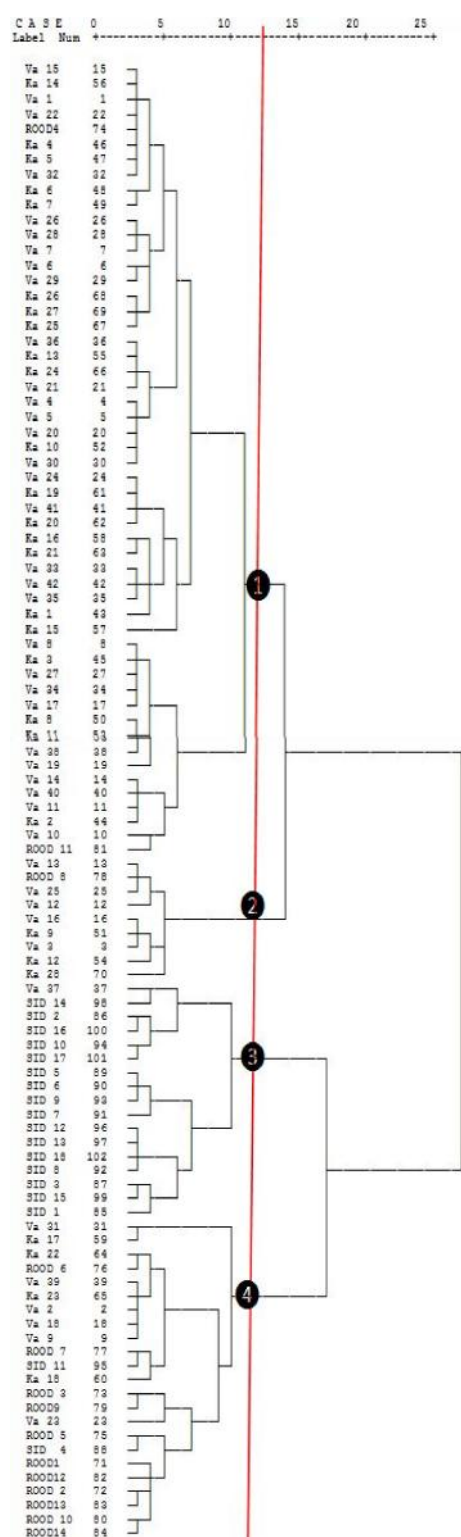
*,** significant in 5% and 1% respectively; without sign numbers are no significant Coefficient. †: refer to table 2

ندارد که با نتایج اسکندری و همکاران (۸) مطابقت دارد.

تجزیه کلاستر

گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مختلف می‌تواند روشی موثر در مشخص شدن رابطه ژنوتیپ‌ها و تعیین فاصله خویشاوندی آن‌ها باشد.

بین طول بزرگ‌ترین برگچه و عرض بزرگ‌ترین برگچه با حساسیت به عوامل زنده (کرم سیب) همبستگی متوسط و مثبت وجود دارد. بین وزن میوه و وزن مغز همبستگی بالا و مثبت وجود دارد. بین وزن پوسته و وزن میوه همبستگی بسیار بالا و مثبتی وجود دارد. بین سال‌آوری و رنگ مغز همبستگی متوسط و منفی وجود دارد. میوه‌های پوست تیره میزان سال‌آوری کمتری داشتند. بین شکل میوه خشک، آسانی جدا شدن مغز از نات و بافت پوست همبستگی وجود



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر ۲+۱ ژنوتیپ گردو بر اساس ۳۰ صفت مورفولوژیکی، جمع آوری شده از مناطق وامنان (Va)، کاشیدار (Ka)، رودبار (Rood) و سیدآباد (SID) شهرستان آزادشهر

Fig 2- Dendrogram of clustering analysis of 102 walnut genotypes on the base of 30 morphological trait collected from Vamenan (Va), Kashidar (Ka), Roodbar (Rood) and Seedabad (SID) area of Azadshahr

و وزن پسته میانگین بیش‌تر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها را داشتند. ژنوتیپ‌های Ka17 و Va31 دارای بیش‌ترین وزن میوه بودند به تنهایی در این زیر بخش قرار گرفتند (شکل ۲). ژنوتیپ‌های موجود در زیر بخش دوم این خوشه در صفت عرض بزرگ‌ترین برگچه و طول بزرگ‌ترین برگچه بیش‌ترین میانگین از میانگین کل ژنوتیپ‌ها و در صفت درصد مغز، ضخامت مغز، آسان جدا شدن مغز از میوه و عادت رشد کم‌ترین میانگین از میانگین کل ژنوتیپ‌ها را به خود اختصاص دادند.

نتیجه‌گیری کلی

منطقه آزاد شهر یکی از مناطق مهم گردو کاری ایران محسوب می‌شود و به لحاظ تنوع آب و هوایی منطقه، داشتن آب و هوایی نیمه گرمسیری در برخی مناطق و قرار گرفتن در کنار جنگل‌های هیرکانی می‌تواند یکی از منابع مهم برای بررسی تنوع گردو به ویژه یافتن ارقامی با نیاز سرمایی کم باشد. نتایج نشان داد که تنوع نسبتاً بالایی به خصوص در خصوصیات کمی و کیفی میوه گردو از قبیل درصد مغز، وزن میوه، وزن مغز و اندازه میوه، رنگ مغز، آسانی جدا شدن مغز از پوسته و حساسیت به کرم سیب وجود دارد. بین وزن میوه با قطر میوه، وزن مغز و وزن پوسته همبستگی بالا و مثبت وجود دارد. در آنالیز کلاستر ژنوتیپ‌های منطقه سیدآباد را از سایر ژنوتیپ‌ها در یک خوشه جداگانه قرار گرفتند که منطبق بر اختلافات جغرافیایی و فاصله این منطقه نسبت به سایر مناطق بود. بیش‌تر ژنوتیپ‌های منطقه وامنان و کاشیدار که به لحاظ فاصله جغرافیایی فاصله کمی باهم داشتند و تقریباً در یک ارتفاع از سطح دریا بودند در خوشه یک و دو قرار گرفتند و ژنوتیپ‌های منطقه رودبار در گروه چهارم قرار گرفتند. در خوشه‌بندی صفات شکل و اندازه میوه و برگ، رنگ، وزن و درصد مغز میوه تأثیر بیش‌تری داشتند. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، تنوع ژنتیکی خوبی در ژنوتیپ‌های گردوی این منطقه وجود دارد که می‌تواند به عنوان مواد اصلاحی در اختیار به نژادگران قرار گیرند.

همان‌طور که در تجزیه کلاستر توده‌های ژنوتیپ‌های گردو مشاهده می‌شود، در فاصله ۱۲/۵ از ۲۵، توده‌های مورد مطالعه در چهار خوشه گروه‌بندی شدند. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود بیش‌تر ژنوتیپ‌ها در خوشه یک قرار گرفتند که به جز ژنوتیپ ROOD4 و ROOD 11 تمام آن‌ها از مناطق کاشیدار و وامنان بودند. همان‌طور که در شکل ۱ مشخص است این دو منطقه از نظر مسافت جغرافیایی نزدیک‌ترین توده‌ها به هم بوده‌اند و از لحاظ ارتفاع از سطح دریا نیز تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند (جدول ۱). ژنوتیپ‌های گردو این مناطق بیش‌تر از باغ و کنار جاده نمونه‌گیری شده بودند. ژنوتیپ‌های این گروه به دو زیر بخش تقسیم شدند. با بررسی نتایج حاصل از صفات مشخص گردید که ژنوتیپ‌های گردو در زیر بخش اول خوشه ۱ با توجه به پرسش‌هایی که از کشاورزان محلی انجام شده بود و اپیدمی بودن این آفت در این منطقه بیش‌ترین مقاومت به کرم سیب را داشتند و ژنوتیپ‌های موجود در زیر بخش ۲ خوشه ۱ در صفات شکل میوه و طعم میانگین بیش‌تر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها و در صفت طول میوه، قطر میوه، عرض بزرگ‌ترین برگچه، طول بزرگ‌ترین برگچه، طول برگ و رنگ مغز میانگین کم‌تر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها داشتند. ژنوتیپ‌های خوشه ۲ نیز همانند خوشه یک مربوط به مناطق وامنان و کاشیدار بودند (شکل ۲). درصد مغز این ژنوتیپ‌ها از حد متوسط کل ژنوتیپ‌ها کمتر بود. در خوشه سوم همه ژنوتیپ‌ها به جز Va 27 مربوط به توده روستای سیدآباد بودند (شکل ۲). این ژنوتیپ‌ها در صفت طول برگ دارای بیش‌ترین میانگین (۹۳/۴۴ سانتی‌متر) بودند. روستای سیدآباد نسبت به لحاظ جغرافیایی فاصله زیادی نسبت به سایر مناطق قرار دارد (شکل ۱) و از لحاظ ارتفاع از سطح دریا تفاوت قابل توجهی با سایر مناطق دارد (جدول ۱). در خوشه ۴ بیش‌تر ژنوتیپ‌های منطقه رودبار به همراه تعداد از ژنوتیپ‌های وامنان و کاشیدار و یک ژنوتیپ SID4 از منطقه سیدآباد قرار گرفتند (شکل ۲). منطقه رودبار به لحاظ جغرافیایی مابین مناطق سیدآباد و وامنان و کاشیدار قرار دارد (شکل ۱) و از لحاظ ارتفاع از سطح دریا مشابه مناطق وامنان و کاشیدار است (جدول ۲). این خوشه سه زیر بخش دارد که ژنوتیپ‌های زیر بخش یک برای صفت وزن میوه، وزن مغز، طول میوه، قطر میوه، درصد مغز

منابع

1. Amiri R., Vahdati K., Mohsenipoor S., Mozaffari M. R., and Leslie C. A. 2010. Correlations between some horticultural traits in walnut. HortScience, 45(11):1690–1694.
2. Arzani K., Mansouri Ardakan H., and Vezvaei A. 2008. Morphological variation among Persian walnut (*Juglans regia* L.) genotype from central Iran. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 36: 159-168.
3. Aslantas R. 2006. Identification of superior walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in north-eastern Anatolia, Turkey. New Zealand journal of Crop and Horticultural Science, 34: 231-237.
4. Balci I., Balta F., Kazankaya A., and Sen S. M. 2001. Promising Native walnut genotypes (*Juglans regia* L.) of the East Black Sea region of Turkey. Journal of the American Society for Horticultural Science, 55(4): 204-208.

5. Caglarirmak N. 2003. Biochemical and physical properties of some walnut genotypes (*Juglans regia* L.). *Nahrung*, 1: 28-32.
6. Ebrahimi A., Fattahi Moghadam M., Zamani Z., and Vahdati K. 2009. An investigation on genetic diversity of 608 Persian walnut accessions for screening of some genotypes of superior traits. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 40 (4): 83-94. (In Persian with English abstract)
7. Ehteshamnia A., Sharifani M., Vahdati K., and Erfani, V. 2001. Investigation of morphological diversity among native populations of walnut (*Juglans regia* L) in Golestan province. *Journal of Plant Production*, 16(3):29-47. . (In Persian with English abstract)
8. Eskandar S. ,Hassani D. ,and Abdi A. 2005. Investigation on genetic diversity of Persian walnut and evaluation of promising genotypes. *Acta Horticulturae*, 705: 159-163.
9. FAO. 2011. FAO statistical yearbook. Agricultural production , Food and Agriculture Organization of the United Nations ([http://faostat.fao.org.site/291.default.aspx](http://faostat.fao.org.site/291/default.aspx)).
10. Forde H. I. and McGranaham G. H. 1993. A new walnut cultivar Malizia. John Wiley and Sons, Inc, USA ,311: 46-49
11. Ghanadha M. R., Zahravi M., and Vahdati K. 2003. Breeding HorticulturalCrops. Dibagaran Tehran Press, 344p. (Translated in Persian)
12. Haghjooyan R., Ghareyazi B., Sanei Shariat-Panahi M., and Khalighi A. 2005. Investigation of genetic variation walnut of some region of Iran by using quantitative morphological characters. *Pajouhesh and Sazandegi*, 69: 22-30. (In Persian with English abstract).
13. Malvolti M. E., Paciucci M., Cannata F., and Fineschi S. 1993. Genetic variation in Italian populations of *Juglans regia* L. *Acta Horticulturae*, 311:86-94.
14. Mohsenipoor S., Vahdati K., Amiri R., and Mozaffari M. 2010. Study of the genetic structure and gene flow in Persian walnut (*Juglans regia* L.) using SSR markers. *Acta Horticulturae*, 861:133-142.
15. McGranahan G. H., Charles A., Leslie C. A., Philips H. A., and Dandaker A. 1998. Walnut Propagation. In: D. Ramos (Ed.). *Walnut Production Manual*. University of California, DANRPubl. Davis. 71-83.
16. McGranahanp G. P., and Leslie C. 1990. Walnuts (*Juglans*). *Acta Horticulturae*, 290: 907-951.
17. Radnia H. 1996. Rootstock for Fruit Crops. Agriculture Education Press, Karaj 637p. (In Persian with English abstract).
18. Rezaee R., Hassani Gh., Hassani D., and Vahdati K. 2008. Morphobiological characteristics of some newly selected walnut genotypes from seedling collection of Kahriz- Orumia. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 9(3); 205-214. (In Persian with English abstract)
19. Sharma O. C., and Sharma S. D. 2001. Genetic Divergence in seedling trees of Persian walnut (*Juglans regia* L.) for various metric nut and kernel characters in Himachal Pradesh. *Scientia Horticulturae*, 88(2): 163-171.
20. Solar A., and Stampar F. 2004. Evaluation of Some Perspective Walnut Genotype in Slovenia. *Acta Horticulturae*, 705p.
21. Tsmouris G., Hatziantoniou S., and Demetzos C. 2002. Lipid analysis of Greek walnut oil (*Juglans regia* L.). *Natur frosch*, 57: 51- 56.
22. Vanhanen L. P., and Savage G. P. 2006. The use of peroxide value as measure of quality for walnut stored at five different temperatures using three different types of packaging. *Food chemistry*, 99: 64-69.
23. Vahdati K., Mohseni Pourtaklu S., Karimi R., Barzehkar R., Amiri R., Mozaffari M., and Keith W. 2014. Genetic diversity and gene flow of some Persian walnut populations in southeast of Iran revealed by SSR markers. *Plant Systematics and Evolution*, 301(2): 691-699.
24. Yarılgac T., Koyuncu F., Koyuncu M. A., Kazankaya A., and Sen S. M. 2001. Some promising walnut selections (*Juglans regia* L.) *Acta Horticulturae*, 544: 93-96.



آنالیز توالی‌های کد شونده ژن‌های *GAI* و *PIP2* گردو و مقایسه آن با سایر گیاهان در شرایط *in silico*

مهدی محسنی آذر^۱ - مسعود توحیدفر^۲ - کورش وحدتی^{۳*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۰۸

چکیده

صفت پاکوتاهی از جمله صفات مهم در اصلاح گیاهان زراعی و باغی محسوب می‌شود. استفاده از پایه‌های پاکوتاه در درختان میوه، افزایش عملکرد در واحد سطح و تسهیل در عملیات زراعی و داشت را به دنبال دارد. ژن‌های متعددی در بروز این صفت دخیل هستند. جهش در دو ژن *GAI* و *PIP2* با دو مکانیسم مختلف در بروز صفت پاکوتاهی در برخی گونه‌های گیاهی نقش دارند. در این مطالعه، آنالیز *in silico* و فیلوژنتیکی ژن‌های *GAI* و *PIP2* از نظر تعداد اسید آمینه، ساختار دوم و سوم و محل تغییرات پس از ترجمه، تعداد اگزون و اینترون، هدف‌گیری^۴ و عملکرد آن‌ها بررسی شد. در بررسی فیلوژنتیکی بین ۱۷ گونه مختلف، گونه گردو بر اساس توالی ژنومی و پروتئینی هر دو ژن *GAI* و *PIP2* از نظر تکاملی همان‌طور که انتظار می‌رفت، در گروه گیاهان دو لپه و چوبی قرار گرفت. با انجام هم‌ردیفی‌های چندگانه^۵ و بررسی نواحی حفاظت شده این ژن‌ها در گیاهان، مشخص گردید که بین این ژن‌ها به رغم تفاوت در طول cDNA شباهت زیادی خصوصاً در نواحی حفاظت شده، ساختار دو بعدی و سه بعدی وجود دارد. با استفاده از نرم افزار PSIPRED، در ساختار دو بعدی پروتئین، هلیکس‌ها و صفحات بتا برای هر دو ژن مشخص شد. در مقایسه ساختار سه بعدی پروتئین *PIP2* گردو، مشابه‌ترین پروتئین، زنجیره A پروتئین *PIP2* اسفناج (*Spinacia oleracea*) به‌دست آمد. همچنین با مقایسه ساختار سه بعدی پروتئین *GAI* گردو در بانک PDB مشابه‌ترین ساختار مربوط به زیر واحد بتای پروتئین *GAI* آرابی‌دوپسیس^۶ به‌دست آمد، که ۴۸ درصد در ناحیه دومین DELLA شباهت داشت. با آنالیز هدف‌گیری و تعیین تعداد اگزون و اینترون مشخص شد که ژن *GAI* دارای یک اگزون و بدون اینترون و دارای هدف‌گیری هسته‌ای و ژن *PIP2* دارای ۴ اگزون و ۳ اینترون بود که هدف‌گیری آن در غشا سیتوپلاسمی سلول قرار دارد. همچنین نتایج، تجزیه Tcoffee نشان داد که ژن *PIP2* نسبت به *GAI* در طول تکامل در بین گونه‌های گیاهی بسیار حفاظت شده‌تر است.

واژه‌های کلیدی: پاکوتاهی، تجزیه فیلوژنتیکی، ژن *GAI*، ژن *PIP2*، هم‌ردیفی

مقدمه

میوه مانند گردو *Juglans regia* هنوز پایه پاکوتاه کننده‌ای اصلاح نشده است. بررسی اولیه در خصوص ژن‌های دخیل در پاکوتاهی در برخی گیاهان و مقایسه توالی‌های آن با گردو می‌تواند اطلاعات خوبی برای اصلاح و انتخاب پایه‌های کوتاه کننده، دستکاری ژنتیکی و انتقال ژن برای ایجاد پاکوتاهی در گردو ارائه نماید. ژن‌های متعددی در بروز صفت پاکوتاهی در گیاهان دخیل هستند. از جمله این ژن‌ها ژن *GAI* و *PIP2* را می‌توان نام برد. ژن *GAI* از ژن‌های مسیر انتقال پیام^۷ جیبرلین است. جیبرلین‌ها جزو هورمون‌های گیاهی و مولکول‌های دی ترینوئید حلقوی هستند که در فرآیندهای مختلف و ضروری رشد و نمو گیاهان، از جمله جوانه زنی، بذر، طویل شدن محور زیر لپه، رشد ساقه، گسترش برگ، گل‌آغازی و توسعه اندام گل نقش

استفاده از گیاهان پاکوتاه برای کنترل رشد گیاه یکی از برنامه‌های غالب در اصلاح گیاهان است. به‌طور کلی گیاهان پاکوتاه بازده انرژی و تولید بیشتری نسبت به گیاهان بزرگ دارند. پایه‌های پاکوتاه کننده در سیب و برخی درختان میوه از سال‌ها پیش بوجود آمده که باعث افزایش عملکرد در واحد سطح شده است ولی در برخی از درختان

۱ و ۳- دانشجوی دکتری بیوتکنولوژی و ژنتیک مولکولی گیاهان باغی و استاد گروه باغبانی، دانشگاه تهران- پردیس ابوریحان
(Email: kvahdati@ut.ac.ir)
(*) نویسنده مسئول:

۲- دانشیار پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی کرج

4 - Targeting
5 - Multiple alignment
6 - Arabidopsis thaliana

7 - Signal Transduction

بانک ژن در دسترس بودند از بانک اطلاعات NCBI به آدرس (www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank) دریافت شد. ویژگی توالی‌های گونه‌های مورد بررسی به همراه طول cDNA، طول mRNA و پروتئین، همچنین شماره دسترسی توالی‌ها در بانک NCBI در جدول یک و سه آورده شده است. سپس برنامه TCOFFEE به آدرس (<http://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/tcoffee/>) برای همردیفی چندگانه توالی‌ها به کار رفت و برای محاسبه ماتریس تشابه و رسم درخت فیلوژنتیکی از نرم افزار MEGA 4 استفاده شد. برای مشخص کردن تعداد اگزون و اینترون توالی‌ها با توجه به این که ژنوم گردو تا تاریخ انجام این تحقیق به طور کامل توالی یابی نشده است از گونه‌های مشابهی که توالی ژنوم آن‌ها مشخص شده استفاده گردید. نرم افزار Genescan به آدرس (<http://genes.mit.edu/GENSCAN.html>) برای این منظور بکار رفت. همچنین با استفاده از بانک SWISSPROT مشخصات و عملکرد پروتئین‌ها پیش‌بینی شد. برای پیش‌بینی ساختار ثانویه پروتئین‌ها از نرم افزار PSIPRED به آدرس (<http://bioinf.cs.ucl.ac.uk/psipred/>) استفاده شد. برای پیش‌بینی ساختار سه بعدی پروتئین، عملکرد و هدف‌گیری پروتئین برترتیب از بانک Structure، و بانک TargetP (<http://www.cbs.dtu.dk/services/TargetP/>) استفاده شد. و از بانک SMART دامین‌های موجود در پروتئین‌ها و کارکرد آن‌ها بدست آمد. از برنامه VAST پروتئین برای همردیفی ساختار سوم پروتئین‌ها استفاده شد. برای این منظور بانک PDB به عنوان نوع بانک اطلاعات در BLAST پروتئین انتخاب گردید. و پروتئین مشابه از نظر ساختار سوم شناسایی شد.

نتایج و بحث

بررسی فیلوژنتیکی یک ژن بر اساس توالی های کد شونده در بین گونه های گیاهی روشی است که برای پی بردن به جهش های احتمالی در طول تکامل و در بین گونه ها استفاده شده است (۶ و ۹). نتایج همردیفی توالی های mRNA با استفاده از نرم افزار MEGA4 و همچنین Tcoffee نقاط حفاظت شده^۷، دامین ها و توالی نوکلئوتیدها و اسید آمینه هایی را که در طول تکامل هیچ تغییری نکرده بودند را بخوبی مشخص کرد. همچنین نواحی که در بین گونه های مختلف حذف یا اضافه شده بودند معلوم شد. نتایج نشان داد که ژن *PIP2* نسبت به ژن *GAI* در طول تکامل در بین گونه های گیاهی بسیار حفاظت شده تر است (شکل ۱ و ۵)، همچنین آنالیز

دارند (۱۲، و ۱۵). علاوه بر آن در بلوغ باروری و در بقاء در محیط نامطلوب نقش دارند (۱). ژن *GAI* پروتئینی را کد می‌کند که دارای یک دامین^۱ حفاظت شده به نام DELLA است. پروتئین‌های DELLA، نام خود را از دنباله حفاظت شده اسیدآمینه‌های D-E-L-A، که بعد از N-ترمینال قرار دارند گرفته‌اند و در اصل به عنوان تنظیم کننده منفی رشد ناشی از GA^2 و زیر مجموعه‌ای از خانواده فاکتور رونویسی GRAS هستند (۳). جهش در این ژن‌ها و خصوصاً دامین DELLA باعث کاهش شدید رشد در گیاهان می‌شود. (۲، ۵). ژن $PIP2^3$ یکی از ژن‌های کدکننده پروتئین‌های آکوپورین^۴ است. آکوپورین‌ها پروتئین‌های غشایی از یک خانواده بزرگ از پروتئین‌های درونی MIP^5 هستند که منافذ غشاء سلول‌های بیولوژیکی را تشکیل می‌دهند. آکوپورین‌ها به‌طور انتخابی مولکول‌های آب را به داخل و خارج از سلول هدایت می‌کنند، درحالی‌که از عبور یون‌ها و املاح دیگر جلوگیری می‌کنند. همچنین به عنوان پروتئین تلفیق شونده منافذ غشاء است. در زیتون و هلو ثابت شده است که جهش و تغییر در بیان این ژن‌ها یکی از عوامل پاکوتاهی است (۱۱ و ۱۴). با وجودی که ژن‌های *GAI* و *PIP2* نقش مهمی در فرایند رشد و نمو بازی می‌کنند ولی ویژگی‌هایی مانند روابط تکاملی، ساختمان ژن، و نقش پروتئین، برای این ژن‌ها به‌طور کافی بررسی نشده است، با این حال، این روابط برای درک ویژگی ژن‌های *GAI* و *PIP2* حیاتی هستند.

امروزه بررسی‌ها و تجزیه تحلیل‌های بیوانفورماتیکی قبل از اقدام و اجرای آزمایش‌های زمان بر و پرهزینه اصلاحی و مهندسی ژنتیک در گیاهان و خصوصاً درختان میوه که احتیاج به طرح‌های بلند مدت ۲۰ تا ۲۵ ساله دارد بسیار مفید بوده و توصیه می‌شود. بررسی‌ها و آنالیزهای مشابهی بر روی برخی ژن‌هایی که در بعضی مسیرهای بیوشیمیایی نقش دارند مانند ژن *SOS1* (۹) و ژن *HMGR* (۶) انجام گرفته است.

هدف از این تحقیق بررسی *in silico* دو ژن *PIP2* و *GAI* از ژن‌های دخیل در پاکوتاهی، در برخی از گیاهان مهم زراعی و باغی از جمله گردو است. علاوه بر آن تجزیه و تحلیل فیلوژنتیک آن‌ها و مشخص کردن عملکرد، ساختمان دوم و سوم پروتئین، تغییرات پس از ترجمه، هدف‌گیری و بررسی آنالیزهای بیوانفورماتیکی در راستای تعیین مشخصات این ژن‌ها از اهداف دیگر این تحقیق بود.

مواد روش‌ها

توالی‌های mRNA ژن *GAI* و *PIP2* از موجودات مختلف که در

- 1- Domain
- 2- Gibberellin
- 3- Plasmamembran Intrinsic protein 2
- 4-Aquaporin
- 5- Major Intrinsic Protein

6- National Center for Biotechnology Information
7- Conserve

فیلوژنتیک نشان داد که ژن *GAI* را می‌توان به چهار گروه مختلف، از جمله بریوفیت‌ها، گونه *Medicago truncatula*، تک لپه و دولپه‌ها گروه‌بندی کرد (شکل ۳). دو لپه‌ها خود به دو زیر گروه گیاهان چوبی و علفی تقسیم می‌شوند.

جدول ۱ - تشریح توالی‌های ژن *GAI* در گونه‌های مختلف گیاهی

Table1- Description of *GAI* gene sequences in different plant species

شماره دسترسی .Accession No	طول mRNA Length (bp)	طول cDNA Length (bp)	طول پروتئین Protein length (aa)	خانواده Family	گونه Species	
1	NM_101361	2129	1601	533	Brassicaceae	<i>Arabidopsis thaliana</i>
2	HQ834311	2295	1772	590	Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i>
3	XM_002312414	2257	1802	602	Salicaceae	<i>Populus trichocarpa</i>
4	AJ242530	1890	1890	630	Poaceae	<i>Zea mays</i>
5	NM_001254019	1859	1571	523	Fabaceae	<i>Glycine max</i>
6	XM_002533984	2115	1703	567	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>
7	XM_003636612	1611	1611	536	Fabaceae	<i>Medicago truncatula</i>
8	AY208992	2041	1613	537	Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i>
9	NM_001247436	2145	1766	588	Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i>
10	XM_002458187	1684	1479	492	Poaceae	<i>Sorghum bicolor</i>
11	JN941594	1644	1644	547	Rosaceae	<i>Malus x domestica</i> spur-type
12	JF766606	2361	1841	613	Juglandaceae	<i>Juglans regia</i>
13	AY464568	1482	1482	493	Poaceae	<i>Oryza sativa</i>
14	FJ535244	1911	1911	636	Rosaceae	<i>Malus baccata</i> var. <i>xiaojinensis</i>
15	XM_001757014	1011	1011	336	Funariaceae	<i>Physcomitrella patens</i>
16	HQ834196	2491	1907	635	Rosaceae	<i>Malus x domestica</i>
17	FJ594773	2147	1688	562	Gesneriaceae	<i>Sinningia speciosa</i>

جدول ۲- تشریح توالی‌های ژن *PIP2* در گونه‌های مختلف

Table 2- Description of *PIP2* gene in different species

Table 2. Description of F112 gene in different species						
شماره دسترسی .Accession No	طول mRNA Length (bp)	طول cDNA Length (bp)	طول پروتئین Protein length (aa)	خانواده Family	گونه Species	
1	AY044327	956	864	281	Brassicaceae	<i>Arabidopsis thaliana</i>
2	AY823263	1216	854	284	Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i>
3	AF118383	1026	851	283	Brassicaceae	<i>Brassica napus</i>
4	AF326491	1171	872	290	Poaceae	<i>Zea mays</i>
5	AY907701	956	863	287	Fabaceae	<i>Glycine max</i>
6	AB377269	950	854	284	Poaceae	<i>Hordeum vulgare</i>
7	AY059380	973	863	287	Fabaceae	<i>Medicago truncatula</i>
8	AF139815	1235	773	257	Poaceae	<i>Triticum aestivum</i>
9	DQ294252	1046	851	283	Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i>
10	JF706350	2635	858	285	Caryophyllaceae	<i>Dianthus caryophyllus</i>
11	JF834203	990	845	281	Rosaceae	<i>Malus prunifolia</i>
12	AY189973	1278	863	287	Juglandaceae	<i>Juglans regia</i>
13	AY189974	1278	863	287	Juglandaceae	<i>Juglans regia</i>
14	KF033671	1269	863	287	Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>
15	GQ479824	955	836	278	Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i>
16	EF126757	843	843	280	Rhizophoraceae	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>
17	DQ202709	1246	863	287	Oleaceae	<i>Olea europaea</i>

جدول ۳- بررسی هدف گیری پروتئین GAI و PIP گردو با استفاده از نرم افزار TargetP 1.1
Table 3- study of GAI and PIP2 protein targeting in walnut by TargetP 1.1 software

Name	Len	cTP	mTP	SP	other	Loc	RC
Sequence GAI	613	0.271	0.120	0.097	0.710	-	3
Sequence PIP	287	0.022	0.059	0.349	0.963	-	2

و استفاده از روش انتقال ژن برای دست یابی به ژنوتیپ‌های پاکوتاه در گردو آخرین راهکاری خواهد بود که می‌توان استفاده کرد. همچنین در این همدیفری مشخص شد که گیاه *Medicago truncatula* از نظر ژن *GAI* از بقیه گیاهان هم خانواده دو لپه خود و تک لپه ها متفاوت است. از دیگر نتایج جالب این بررسی شباهت ژن *GAI* سیب اسپور تایپ^۳ با گیاهان تک لپه بود. ارقام اسپور تایپ سیب به دلیل رشد متراکم و کوتاهی بین گره‌ها و تعداد زیاد اسپور و کاهش تعداد شاخه‌های کم بار در مقایسه با ارقام دیگر از رشد کمتری برخوردارند و به این دلیل می‌توان آن‌ها را در تراکم بیشتر کشت نمود و سبب افزایش عملکرد در واحد سطح شد (۸). با بررسی توالی DNA و پروتئین ژن *GAI* در سه نوع سیب و همدیفری پروتئین‌های آن‌ها مشخص شد که در قسمت N ترمینال پروتئین *GAI* سیب‌های اسپورتایپ یک جهش اتفاق افتاده و همچنین بخشی از پروتئین حذف شده است، بنابر این یکی از دلایل رفتار رشدی متفاوت سیب‌های اسپور تایپ با دو گونه سیب دیگر را به تغییر در این ژن می‌توان نسبت داد (شکل ۴ و ۳). همان‌طور که در شکل نشان داده شده در سیب‌های اسپور تایپ در اثر جهش در دو اسید آمینه ۵۹L و ۵۸E، دومین DELLA به DGCLA تغییر یافته است همچنین دو حذف در ناحیه قبل از دومین DELLA یکی به اندازه ۱۲ اسید آمینه و دیگری ۸ اسید آمینه از ابتدای پروتئین *GAI* اتفاق افتاده است. علاوه بر آن دو حذف بزرگ بطول ۵۷ اسید آمینه در فاصله اسیدآمینه‌های ۱۳۶ تا ۱۹۳ و ۲۶ اسید آمینه در فاصله اسید آمینه ۲۳۴ تا ۲۷۳ در فاصله بین دومین DELLA و GRAS اتفاق افتاده که فاصله دو دومین را بیش از حد به هم نزدیک کرده است. احتمال می‌رود این جهش‌ها باعث تغییر میزان فعالیت پروتئین *GAI* و اختلال در مسیر پیام رسانی جیبرلین در سیب‌های اسپورتایپ شده است (شکل ۴).

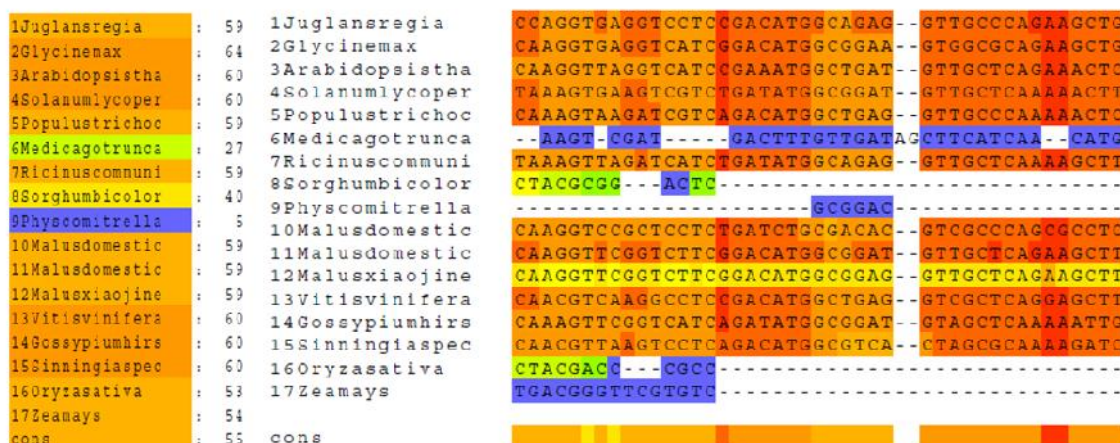
حذف الگو یا موتیف^۴ DELLA در N- ترمینال پروتئین‌های DELLA آرابیدوپسیس آن را به یک مهارکننده غیرحساس به GA و مهارکننده فعال مسیریگنال GA تبدیل می‌کند (۵). در دسترس بودن توالی ژنوم گیاه اجازه می‌دهد تا تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای و تکاملی در طول ژنوم به صورت منظم از خانواده ژن به عمل آید.

در خوشه (۱) گیاهان دو لپه چوبی شامل (*Malus x domestica*، *Vitis vinifera*) و گیاهان دو لپه علفی شامل (*Populus trichocarpa*، *Juglans regia*، *Ricinus communis*، *Glycine max*، *Solanum lycopersicum*، *Gossypium hirsutum*، *Arabidopsis thaliana*، *Sinningia speciosa*، *Zea mays*، *Sorghum bicolor*)، خوشه دوم گیاهان تک لپه شامل *Oryza sativa* و گیاه *Malus baccata* var. *xiaojinensis* از دو لپه‌ها قرار گرفتند. در گروه سه، گونه *Medicago truncatula* و در گروه چهار گونه *Physcomitrella patens* که یک گونه خزّه از بروفیت‌ها است و به عنوان یک گیاه مدل در تحقیقات تکاملی استفاد می‌شود قرار گرفتند. در جدول ماتریس عدم تشابه مربوط به ژن *GAI* کمترین ضریب عدم تشابه مربوط به *Malus baccata* var. *xiaojinensis* و *Malus x domestica* با ۰/۰۶۵ شبیه‌ترین گونه‌ها بودند و بیشترین ضریب عدم تشابه مربوط به دو گونه *Physcomitrella patens* و *Medicago truncatula* با ضریب ۲/۲۳۶ دورترین گونه‌ها از هم بودند. همان‌طور که انتظار می‌رفت گیاه گردو (۱) در گروه گیاهان دو لپه چوبی قرار گرفت و با گیاهانی مثل سیب، انگور و صنوبر هم گروه بود.

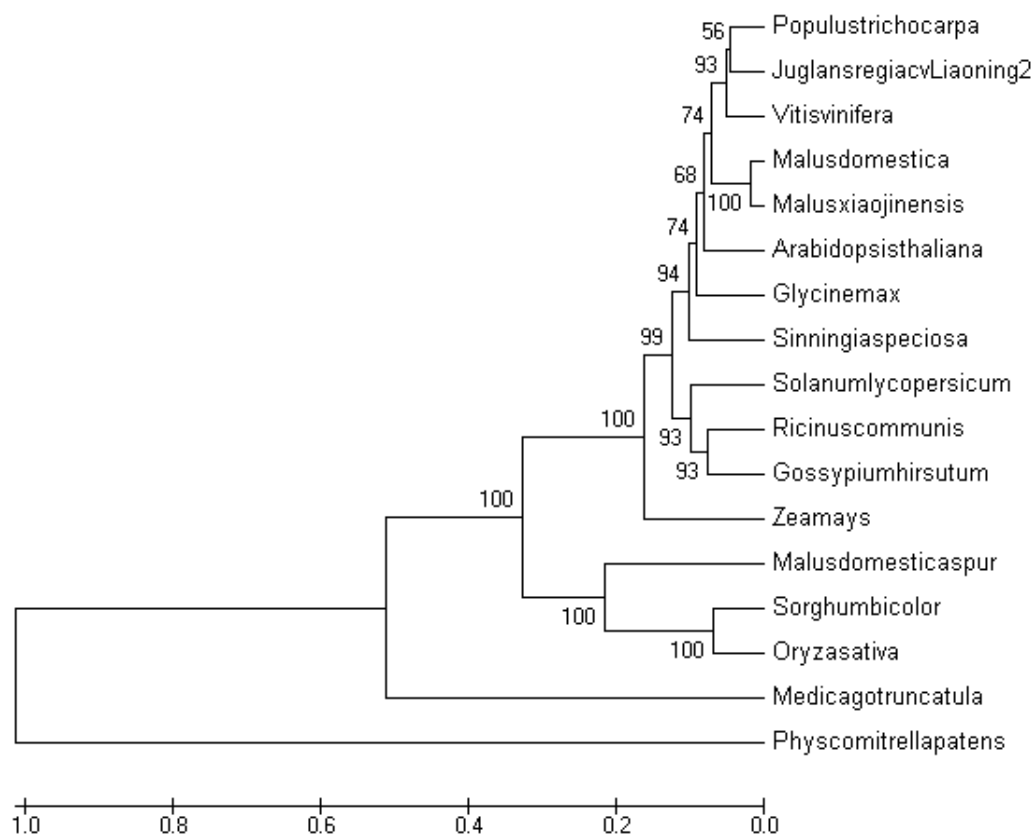
توالی ژن *GAI* گیاه گردو مربوط به رقم 2 Liaoning بود که یک رقم با باردهی جانبی با منشأ شمال شرق چین است و با توجه به توالی مورد بررسی و مقایسه آن با سایر گونه‌ها، جهش مشخصی در دامین‌های شناخته شده آن دیده نشد، البته برای بررسی مقایسه‌ای و دقیق تر و برای ارتباط دادن برخی صفات مربوط به عادت رشد، نحوه گلدی و میوه دهی رقم 2 Liaoning به عملکرد این ژن، به توالی‌های ارقام با باردهی خوشه‌ای^۱ و انتهایی^۲ و همچنین گونه‌های دیگر گردو نیاز است که در حال حاضر این اطلاعات در بانک ژن موجود نیست. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق ژنوتیپ‌های موجود گردو فاقد آلل *GAI* ژن پاکوتاهی هستند لذا برای بدست آوردن گیاهان با رشد محدود و پاکوتاه در گردو نیاز به همسانه سازی و توالی یابی ژنوتیپ‌های پاکوتاه گردو های ایرانی و مقایسه ویژگی‌های آن در سطح توالی DNA و پروتئین هستیم. اگر در ژنوتیپ‌های داخلی انتخاب شده نیز در سطح توالیهای DNA و پروتئین اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ایجاد جهش‌های هدف مند

3- Spur type
4- Motif

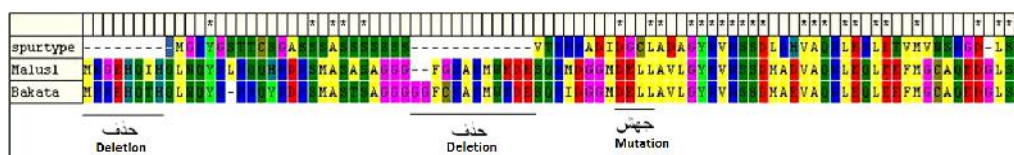
1- Cluster Bearing
2-Terminal



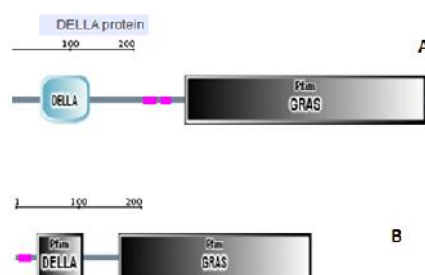
شکل ۱ - همردیفی چندگانه ژن GAI با استفاده از نرم افزار Tcoffee
Figure 1- Multiple alignment of GAI gene by Tcoffee software



شکل ۲- درخت فیلوژنتیکی ژن GAI با استفاده از روش کلاستر بندی UPGMA
Figure 2- Phylogenetic tree of GAI gene by UPGMA method



شکل ۳- بخشی از هم‌ردیفی توالی پروتئین GAI در سه گونه سیب و مشخص کردن نقاط جهش و حذف
Figure 3- A part of GAI protein alignment in three apple species and mutation, deletion point



شکل ۴- تغییرات دامین‌های DELLA در پروتئین GAI دو گونه سیب *Malus xiaojinensis* (بالا) و *Malus domestica spur type* (پایین) یک حذف در ناحیه بین دو دامین مشاهده می‌شود.

Figure 4- DELLA domain modification of GAI protein in *Malus xiaojinensis* apple (A) and *Malus domestica spur type* (B) a deletion occur between two domains

اتصال به GA را بر عهده دارد. دامین دوم B با نام DELLA در موقعیت (۱۱۷-۴۵) قرار داشت و جزو خانواده تنظیم‌کننده‌های رونویسی است (شکل ۷). دامین A در پروسه‌های مختلفی از جمله فرایند خواب بذر، فرایند جوانه‌زنی بذر، فرایند پاسخ به محرک‌های جبرین، فرایند بیوسنتز الیگوساکاریدهای خانواده رافینوز، مسیرهای پیام‌رسانی^۳ اسید جبریلینک، تنظیم مثبت مسیر پیام‌رسانی با واسطه GA، فرایند پاسخ به نورمادون قرمز، مسیر پیام‌رسانی اسید جاسمونیک و فرایند توسعه اندام‌های چند سلولی دخالت دارد. در آرآیدوپسیس ثابت شده است که جهش در موقعیت (۴۴-۲۸) به طول ۱۷ اسیدآمینه باعث ایجاد فنوتیپ پاکوتاهی می‌شود. همچنین در انگور مشخص شده که تغییر اسید آمینه L به H در دامین DELLA باعث ایجاد پاکوتاهی می‌شود (۵).

در بررسی هم‌ردیفی ژن *PIP2* مشخص شد که این ژن نیز به دو گروه تک‌په‌ها شامل (*Triticum aestivum* *Zea mays*) و دو په‌ها تقسیم می‌شود (شکل ۶). گیاهان دو په خود به دو زیر خانواده گیاهان چوبی که شامل *Vitis* *Olea* *Juglans regia* *Malus prunifolia* *vinifera* *Arabidopsis* *Phaseolus vulgaris* و *europaea* *Medicago* *Glycine max* *Brassica napus* *thaliana* *caryophyllus* *Dianthus* *Solanum tuberosum* *truncatula* و دو گونه جنگلی *Hevea brasiliensis* و *Bruguiera gymnorhiza* تقسیم می‌شوند. نتایج نشان داد که در جدول ماتریس

نقش پروتئین GRAS در انتقال پیام^۱ و نمو در گیاهان و مکانیسم رشد تنظیمی DELLA- GA مورد مطالعه قرار گرفته است و مضاعف شدگی^۲ ژن، دلیل اصلی برای گسترش خانواده DELLA عنوان شده است (۴). فشار انتخابی پس از مضاعف شدگی ژن در DELLAs منجر به شکل‌گیری گروه‌های متفاوت DELLA شده است. طول توالی پروتئین GAI در گیاهان مختلف بسیار متغییر و از ۶۳۶ اسید آمینه در سیب *Malus baccata* var. *xiaojinensis* تا ۳۳۶ اسید آمینه در گونه‌ای بریوفیت به نام *Physcomitrella patens* متفاوت بود. طول پروتئین GAI در گردو ۶۱۳ اسید آمینه بود. بررسی ساختار دوم پروتئین GAI گردو با استفاده از PSIPRED نشان داد که این پروتئین حاوی ۹ رشته β و ۱۵ مارپیچ α است. موتیف‌های موجود و موقعیت آن‌ها در این پروتئین عبارتند از (۴۵-۴۹) DELLA، (۶۷-۷۱) LEXLE، (۹۰-۹۴) VHYNP، (۳۴۶-۳۵۰) LXXLL، VHVID (۴۴۶-۴۵۰) موقعیت هلیکس‌ها به ترتیب در موقعیت (۴۳-۵۱)، (۶۰-۷۴)، (۹۹-۱۰۴)، (۲۴۵-۲۵۹) و (۲۶۰-۲۷۳) و (۲۸۳-۲۹۸) و (۳۱۰-۳۲۱) و (۳۲۳-۳۴۰) و (۳۵۹-۳۶۷) و (۳۸۸-۴۰۵) و (۴۵۵-۴۶۵) و (۴۸۵-۵۰۱) و (۵۱۰-۵۲۷) و (۵۵۰-۵۵۱) و (۵۴۱-۵۶۰) و (۵۶۰-۵۷۲) و صفحات بتا در موقعیت‌های (۳۴۶-۳۵۰) و (۳۷۵-۳۸۱) و (۴۱۰-۴۱۷) و (۴۳۷-۴۴۱) و (۴۷۰-۴۷۶) قرار داشت (شکل ۸). دامین اول A با نام GRAS در موقعیت (۲۴۵-۶۰۴) قرار دارد که از نظر عملکرد، فعالیت هیدرولازی، اتصال به پروتئین و

- 1- Signal transduction
- 2- Duplication

عدم تشابه مربوط به ژن *PIP2* کمترین ضریب عدم تشابه مربوط به *Medicago truncatula* با ۰/۴۹ بود.

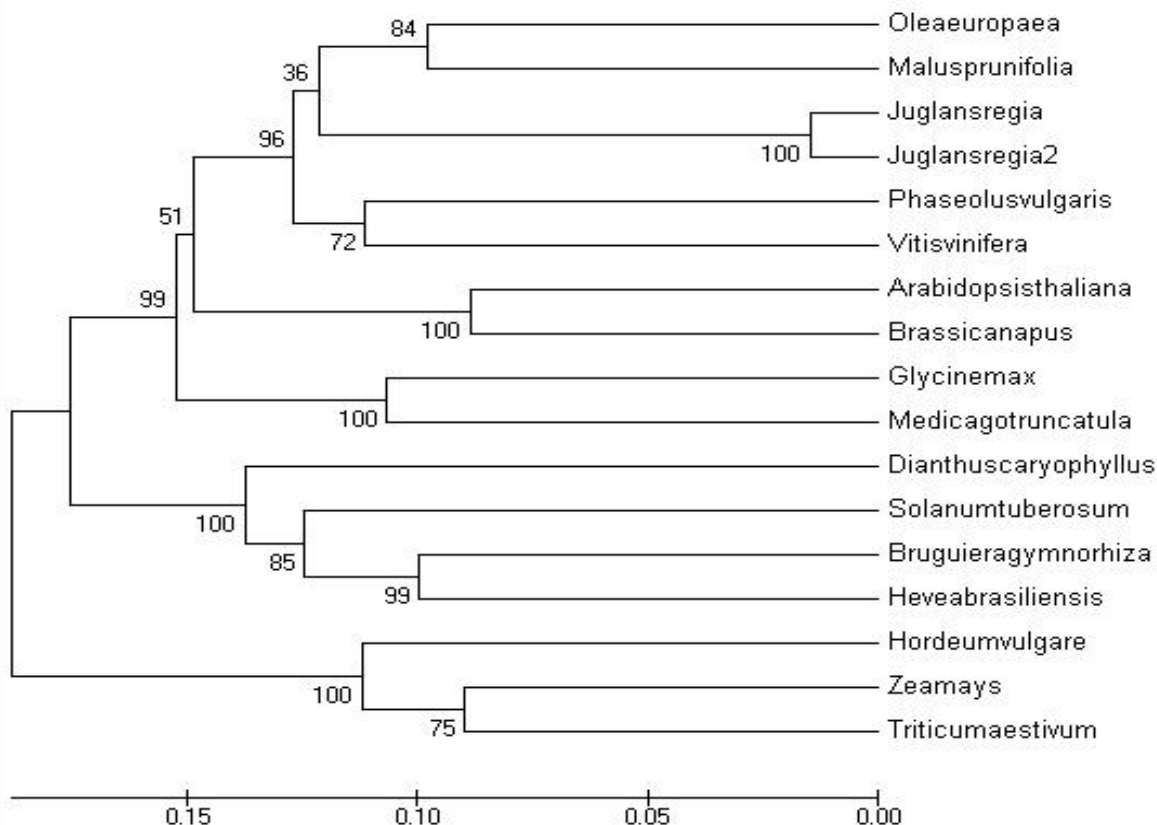
عدم تشابه مربوط به ژن *PIP2* کمترین ضریب عدم تشابه مربوط به *Juglans regia 1* و *Juglans regia 2* با ۰/۰۳ و بیشترین ضریب

Oleaeuropaea	31	Oleaeuropaea	CTGAGGAGGCTGCTGCTTTTACAGAGGCTTATTCGCTGAGTTCCG
Dianthuscaryoph	36	Dianthuscaryoph	GCTGAACAAATGGTCATTCTACAGAGGCTAATTGCAGAGTTTCAT
Malusprunifolia	37	Malusprunifolia	GCTCACCAGTGGTGGTTTACAGAGGCTGCTATTGCTGAGTTCCG
Juglansregia	81	Juglansregia	TTTCACTCAAGTGGTGGTTTACAGAGGCTATTCATTGCGGAGTTCCG
Juglansregia2	81	Juglansregia2	TTTCACTCAAGTGGTGGTTTACAGAGGCTATTCATTGCGGAGTTCCG
Phaseolusvulgar	80	Phaseolusvulgar	GCTAACCAAGTGGTGGTTTACAGAGGCTGCTATTGCTGAGTTTCAT
Bruguieragymnor	91	Bruguieragymnor	GCTAACCAAGTGGTGGTTTACAGAGGCTGCTATTGCTGAGTTTCAT
Heveabrasiliens	86	Heveabrasiliens	GCTAACCAAGTGGTGGTTTACAGAGGCTGCTATTGCTGAGTTTCAT
Vitisvinifera	81	Vitisvinifera	GCTAACCAAGTGGTGGTTTACAGAGGCTGCTATTGCTGAGTTTCAT
Arabidopsisthal	87	Arabidopsisthal	GCTAACCAAGTGGTGGTTTACAGAGGCTGCTATTGCTGAGTTTCAT
Brassiccanapus	85	Brassiccanapus	GCTAACCAAGTGGTGGTTTACAGAGGCTGCTATTGCTGAGTTTCAT
Zeamays	82	Glycinemax	GCTAACCAAGTGGTGGTTTACAGAGGCTGCTATTGCTGAGTTTCAT
Glycinemax	98	Medicagotruncat	GCTAACCAAGTGGTGGTTTACAGAGGCTGCTATTGCTGAGTTTCAT
Medicagotruncat	87	Hordeumvulgare	GCTAACCAAGTGGTGGTTTACAGAGGCTGCTATTGCTGAGTTTCAT
Hordeumvulgare	87	Triticumaestivu	GCTAACCAAGTGGTGGTTTACAGAGGCTGCTATTGCTGAGTTTCAT
Triticumaestivu	79	Solanumtuberosu	GCTAACCAAGTGGTGGTTTACAGAGGCTGCTATTGCTGAGTTTCAT
Solanumtuberosu	83	cons	GCTAACCAAGTGGTGGTTTACAGAGGCTGCTATTGCTGAGTTTCAT
cons	34	cons	GCTAACCAAGTGGTGGTTTACAGAGGCTGCTATTGCTGAGTTTCAT

شکل ۵ - بخشی از همردیفی توالی ژن *PIP2* با استفاده از برنامه Tcofee

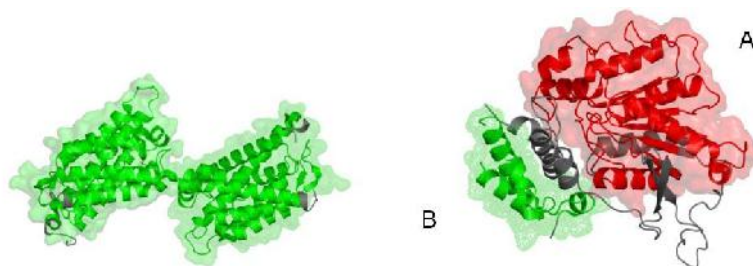
ستاره‌های موجود در زیر ستون‌ها نشان دهنده نقاط حفاظت شده (conserved) در روی توالی است

Figure 5- Multiple alignment of *PIP2* gene by Tcofee software
Stars under columns indicate conserved sequence



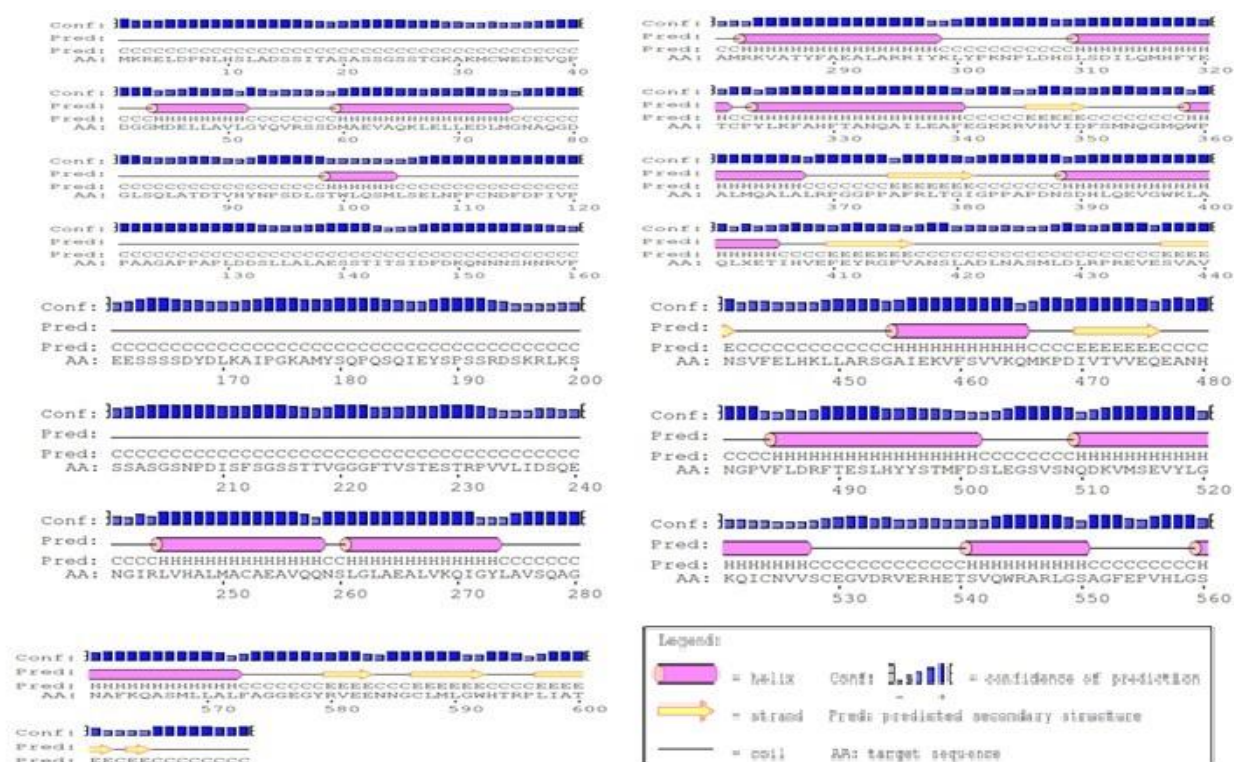
شکل ۶- درخت فیلوژنتیکی ژن *PIP2* مربوط به گونه‌های مورد بررسی با استفاده از UPGMA

Figure 6- Phylogenetic tree of *PIP2* gene by UPGMA method



شکل ۷- سمت راست: شکل فضایی پروتئین GAI، زنجیره A دامین GRAS و زنجیره B حاوی دامین DELLA سمت چپ: شکل فضایی پروتئین PIP2

Figure 7-(Right): 3D structure of GAI protein, A chain is GRAS domain and B chain include DELLA domain, (left) 3D structure of PIP2 protein

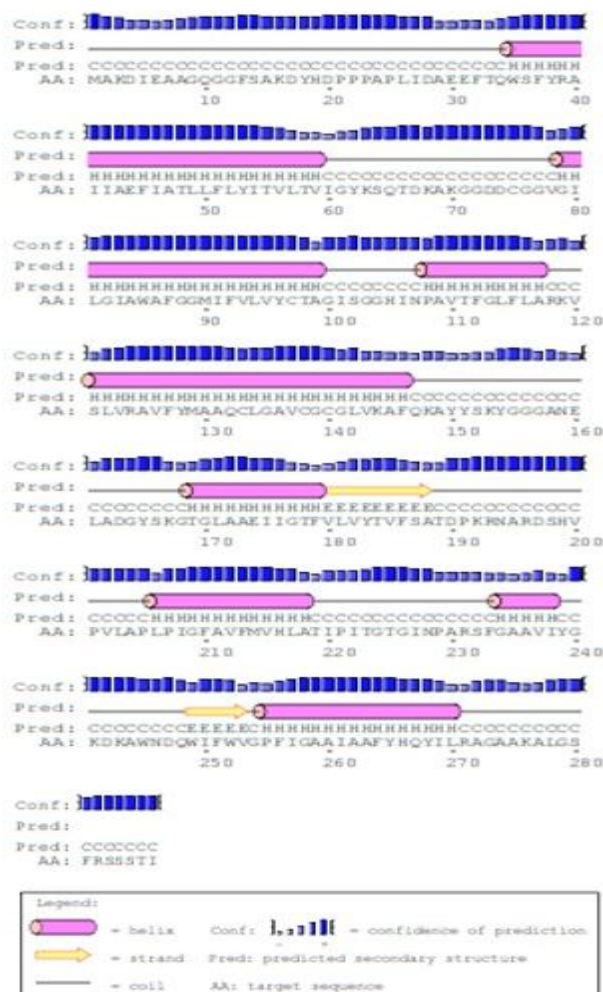


شکل ۸- آنالیز ساختار دوبعدی پروتئین GAI گردو با نرم افزار PSIPRED
Figure 8- 2D structure of GAI protein in walnut by PSIPRED software

ویرایش^۱ دارد. با توجه به نبود اطلاعات از توالی ژنومی ژن *PIP2* در گردو برای پی بردن به تعداد اینترون و اگزون در گردو از گونه انگور (*Vitis vinifera*) که توالی ژنومی آن توالی‌یابی شده است استفاده شد همچنین نتایج آنالیز در گونه‌های دیگر نشان داد که در تمام گونه‌های مورد بررسی این تعداد اگزون و اینترون ثابت بوده ولی طول آن‌ها متفاوت است بطوریکه در انگور که نتایج آن در جدول ۴ آورده شده به ترتیب ۲۹۲ و ۲۹۶ و ۱۴۱ و ۱۱۴ نوکلئوتید بود (جدول ۴).

هم‌ردیفی‌های چندگانه و بررسی توالی‌های mRNA این ژن‌ها در گیاهان فوق نشان داد که بین این ژن‌ها به رغم تفاوت در طول شباهت بسیار زیادی خصوصاً در نواحی حفاظت شده وجود دارد. با این وجود علت اصلی تفاوت در عملکرد این ژن‌ها به جهش‌هایی در مناطق غیرحفاظت شده نسبت داده می‌شود. علاوه بر آن مشخص شد که گیاه یونجه هم از نظر توالی ژن *GAI* و هم از نظر توالی ژن *PIP2* با گیاهان دیگر اختلاف زیادی دارد. mRNA ژن *PIP2* در اکثر گونه‌هایی که توالی ژنوم آن‌ها مشخص شده است دارای ۴ اگزون و ۳ اینترون بود که پس از رونویسی احتیاج به یک مرحله

1- Splicing



شکل ۹- آنالیز ساختار دوبعدی پروتئین PIP2 گردو با نرم افزار PSIPRED
Figure 9- 2D structure of PIP2 protein in walnut by PSIPRED software

آمینوهای هدف در فسفوریلاسیون^۱ در یوکاریوت ها عمدتاً سرین^۲، ترئونین^۳ یا تیروزین^۴ هستند و در پروکاریوت ها اسید آسپارتیک^۵ یا هیستیدین^۶ هستند. همچنین این پروتئین ها بوسیله RNA1 به پروتئین یوبیکوتین^۷ متصل شده و به پروتئوزوم^۸ برای تخریب هدایت می شوند.

- 1-Phosphorylation
- 2- Serine
- 3- Threonine
- 4- Tyrosine
- 5- Aspartic acid
- 6- Histidine
- 7- Ubiquitin
- 8- Proteasome

طول توالی پروتئینی PIP2 در گیاهان مختلف بر خلاف ژن GAI تفاوت زیادی نداشت و خیلی به هم نزدیک بودند. طول آن ها از ۲۵۷ اسید آمینه در *Triticum aestivum* تا ۲۹۰ اسید آمینه در *Zea mays* متغییر بود، به طوری که در گردو ۲۸۷ اسید آمینه طول داشت. نتایج نشان داد تنوع طول پروتئین در تک لپه ها بیشتر از دولپه ها بود. توالی پروتئینی شباهت زیادی به خانواده آکوپورین های MIP داشت. آکوپورین ها دارای دو جفت دامین تکراری که هر کدام دارای ۳ دامین گذرنده از غشاء و یک لوپ تشکیل دهنده حفره هستند و همچنین دارای موتیف Asn-Pro-Ala می باشند. تغییرات پس از ترجمه ای که روی آن انجام می شود، شامل فسفوریلاسیون در Ser280 و Ser283 است که بوسیله تیمار نمک و پراکسید هیدروژن تغییر می کند. اسید

جدول ۴- آنالیز توالی ژن GAI و PIP2 انگور برای پیش‌بینی اگزون‌ها در گردو با استفاده از نرم افزار GENESCAN

Table 4- PIP2 and GAI gene sequence analysis in vitis for prediction of exons in walnut by GENESCAN software

Gene	Gn.Ex	Type	S	Begin	End	Len	Fr	Ph	I/Ac	Do/T	CodRg	P	Tscr
GAI (<i>Vitis vinifera</i>)	1.01	Sngl	-	2167	395	1773	1	0	63	47	1406	0.687	134.25
PIP2 (<i>Vitis vinifera</i>)	1.01	init	+	142	433	292	0	1	31	65	439	0.987	38.21
	1.02	init	+	573	868	296	1	2	24	31	306	0.938	20.23
	1.03	init	+	965	1105	141	1	0	5	50	177	0.786	11015
	1.04	term	+	1199	1312	114	1	0	45	39	69	0.642	1027

Gn.Ex : gene number, exon number

Type: Sngl = Single-exon gene

Init = Initial exon

Intr = Internal exon

Term = Terminal exon

S: DNA strand (+ = input strand; - = opposite strand)

Begin : beginning of exon or signal

End: end point of exon or signal

Len : length of exon or signal (bp)

Fr: reading frame

Ph: net phase of exon (length mod 3)

I/Ac: initiation signal or acceptor splice site score (x 10)

Do/T: donor splice site or termination signal score (x 10)

CodRg: coding region score (x 10)

P: probability of exon (sum over all parses containing exon)

Tscr: exon score (depends on length, I/Ac, Do/T and CodRg scores)

پایین آکوابورین‌ها در هلو پیدا شده است. تبدیل اسید آمینه K به A در موقعیت اسید آمینه ۳ پروتئین باعث کاهش فولدینگ و فعالیت انتقال آب می‌شود. در آرابیدوپسیس ۳۵ ژن و در ذرت ۳۶ ژن مربوط به آکوابورین‌ها شناسایی شده است، که هر کدام در موقعیت خاصی در داخل سلول فعالیت می‌کنند. آنالیز بیوانفورماتیکی نشان می‌دهد که پروتئین‌های خانواده MIP شامل شش قطعه گذرنده از غشاء آلفا هلیکس هستند که احتمالاً، از رویدادهای تکراری پشت سر هم داخل ژنی پروتئین اجدادی که شامل سه قطعه گذرنده از غشاء بودند به وجود آمده است (۱۵). بررسی ساختار دوم پروتئین PIP2 گردو با استفاده از PSIPRED نشان داد که این پروتئین حاوی ۲ رشته β و ۸ مارپیچ α می‌باشد. هلیکس‌ها در موقعیت‌های (۳۵-۵۹) (۹۹-۷۹) (۱۱۷-۱۰۸) (۱۴۶-۱۲۱) (۱۷۹-۱۶۸) (۲۱۸-۲۰۶) (۲۳۸-۲۳۴) (۲۷۰-۲۵۶) و صفحات بتا در موقعیت‌های (۱۸۸-۱۸۰) و (۲۵۳-۲۴۸) قرار داشتند (شکل ۹).

در مقایسه ساختار سه بعدی پروتئین GAI گردو در بانک PDB مشابه ترین ساختار مربوط به زیر واحد بتای پروتئین GAI آرابیدوپسیس دست آمد. پروتئین GAI گردو درصد یکسانی (Identity) ۴۶٪ در ناحیه دامین DELLA با e-value برابر با $1e-27$ با این پروتئین داشت. همچنین با مقایسه ساختار سه بعدی پروتئین PIP2 گردو، مشابه ترین پروتئین، زنجیره A پروتئین

اسید آمینه‌های لیزین^۱ و گلوتامیک اسید^۲ Lys3 و Glu6 در این پروتئین، معمولاً به ترتیب دو یا یک متیل می‌گیرند و متیله می‌شوند. پروتئین PIP2 در آرابیدوپسیس به‌طور عمده در ریشه‌ها و کپسول‌های سبز بذر بیان می‌شود، ولی در سطح کمتری در اندام‌های هوایی و در جوانه‌های گل هم بیان می‌شود. در داخل سلول در پلاسمودسماتا، واکوئل و بطور عمده در غشای پلاسمایی دیده می‌شوند. عملکرد بیولوژیک این پروتئین شامل انتقال بین غشایی پراکسید هیدروژن، پاسخ به محرک‌های اسید آبسزیک^۳ و پاسخ به کمبود آب است. محل قرار گیری پروتئین PIP2 با استفاده از نرم افزار Target P این موضوع را تأیید کرد و مشخص شد که در هیچ یک از اندام‌های داخل سلولی مانند میتوکندری، کلروپلاست، هسته قرار ندارد و همچنین یک پروتئین ترشحی نیز نیست (جدول ۳).

خاموش کردن ژن آکوابورین‌های گیاهان به رشد ضعیف گیاه و حتی مرگ گیاه مرتبط شده است. آکوابورین‌ها با انتقال آب بین سلول‌های پارانشیم چوبی و لوله‌های مسدود شده در گردو ارتباط دارند (۱۴). آکوابورین‌ها با نحوه رشد پاکوتاه در زیتون مرتبط هستند (۱۱). همچنین ارتباط کاملاً واضح و روشنی بین پایه‌های پاکوتاه و بیان

- 1- Lysine
- 2- Glutamic acid
- 3- Absciscic Acid

تحلیل قرار گرفت و ساختار دو بعدی و موقعیت α هلیکس‌ها و صفحات β مشخص شد. همچنین از روی مشابه‌ترین گونه در بین گیاهان باغی به گردو که تاکنون توالی ژنوم آن توالی یابی شده است یعنی انگور، آگزون و اینترون آن پیش بینی شد که نزدیک‌ترین پیش‌بینی به حالت واقعی است. در این کار ما مجموعه ای از آنالیزهای بیوانفورماتیکی را برای این ژن‌های کلیدی در گیاهان برای توضیح ارتباط ساختاری، عملکردی و فیلوژنتیکی بکار گرفتیم.

اسفناج (*Spinacia oleracea*) بدست آمد. درصد یکسانی (Identity) برابر ۷۶ درصد و $2e-154 = \text{evalue}$ بود. همچنین همردیفی تمام توالی‌ها، نواحی خیلی حفاظت شده را نشان داد که می‌تواند برای طراحی پرایمر برای واکنش PCR به منظور جداسازی خانواده ژن‌های PIP و GAI، همسانه‌سازی، مشخص کردن توالی این ژن‌ها در گیاهان، مطالعه تنوع ژنتیکی بکار رود. در تحقیق حاضر برای اولین بار این ژن‌ها در گردو مورد تجزیه و

منابع

1. Achard P., Cheng H., De Grauwe L., Decat J., Schoutteten H., Moritz T., Van Der Straeten D., Peng J., and Harberd N.P. 2006. Integration of plant responses to environmentally activated phytohormonal signals. *Science* 311: 91-94.
2. Achard P., Liao L., Jiang C., Desnos T., Bartlett J., Fu X., Harberd N.P. 2007. DELLAs contribute to plant photomorphogenesis. *Plant Physiology* 143: 1163-1172.
3. Bolle C. 2004. The role of GRAS proteins in plant signal transduction and development. *Planta* 218: 683-692.
4. Boss P.K., Thomas M.R. 2002. Association of dwarfism and floral induction with a grape 'green revolution' mutation. *Nature* 416:847-850.
5. Cao, D., Hussain, A., Cheng, H., and Peng, J. 2005. Loss of function of four DELLA genes leads to light-and gibberellin-independent seed germination in *Arabidopsis*. *Planta*, 223: 105-113.
6. Darabi, M., Masoudi-Nejad, A., and Nemat-Zadeh, G. 2012. Bioinformatics study of the 3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A reductase (HMGR) gene in Gramineae. *Molecular biology reports*, 39: 8925-8935.
7. Fleet C.M., and Sun T.P. 2005. A DELLAcate balance: the role of gibberellin in plant morphogenesis. *Current Opinion in Plant Biology* 8: 77-85.
8. Hasani G., Baneh H.D., Mahmudzadeh H. 2012. Fruit Yield Efficiency and Some Vegetative Characteristics of Commercial and Spur Type Apple Cultivars. *Seed and Plant Production Journal* 28:373-376. (in Persian with English abstract)
9. Lovisolo C., Secchia F., Nardinib A., Salleob S., Buffac R., and Schubert A. 2007. Expression of PIP1 and PIP2 aquaporins is enhanced in olive dwarf genotypes and is related to root and leaf hydraulic conductance. *Physiologia Plantarum* 130: 543-551.
10. Mansouri S., Mehrabi A.A., Kahrizi D. 2013. Phylogenetic Analysis of SOS1 Gene in Different Species Based on Coding Sequences. *Middle-East Journal of Scientific Research*.14:1226-9.
11. Nardini A., Gasco A., Raimondo F., Gortan E., Lo Gullo MA., Caruso T., and Salleo S 2006. Is rootstock-induced dwarfing in olive an effect of reduced plant hydraulic efficiency?. *Tree Physiology* 26:1137-1144.
12. Olszewski N., Sun T.P., Gubler F. 2002. Gibberellin signaling: Biosynthesis, catabolism, and response pathways. *Plant Cell*. 14:S61-S80.
13. Sakr S., Alves G., Morillon R., Maurel K., Decourteix M., Guillot A., Lessard P.F., Julien J.L., and Chrispeels M.J. 2003. Plasma membrane aquaporins are involved in winter embolism recovery in walnut tree. *Plant Physiology*, 133: 630-641.
14. Weibel A.M. 2008. Dwarfing mechanisms of *Prunus* species as interstems and rootstocks on peach [*Prunus persica* (L.) batsch] tree vegetative growth and physiology. Dissertation, Graduate School of Clemson University, USA
15. Yamaguchi S. 2008. Gibberellin metabolism and its regulation. *Annual Review of Plant Biology* 59:225-251.



تأثیر کاربرد کودهای آلی و زیستی بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.)

محمدتقی درزی^{۱*} - بیژن صادقی نکو^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۱/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۵

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کاربرد کودهای آلی و زیستی بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.)، شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، وزن تر بوته، وزن خشک بوته، عملکرد تر پیکره، عملکرد خشک پیکره رویشی و میزان و عملکرد اسانس، آزمایشی به صورت طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در هشت تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی شرکت کشاورزی ران در شهرستان فیروزکوه در سال ۱۳۹۱ انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل ۲۰ تن کمپوست در هکتار، ۱۲ تن ورمی کمپوست در هکتار، کود زیستی (تلقیح بذر با ازتوباکتر و آزوسپیریلوم)، ۱۰ تن کمپوست همراه با ۶ تن ورمی کمپوست در هکتار، ۲۰ تن کمپوست در هکتار همراه با کود زیستی، ۱۲ تن ورمی کمپوست در هکتار همراه با کود زیستی، ۱۰ تن کمپوست همراه با ۶ تن ورمی کمپوست و کود زیستی و شاهد (عدم مصرف کود) بودند. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۴۲/۷ سانتی متر) و تعداد شاخه در بوته (۷/۲ شاخه) در تیمار مصرف ۲۰ تن کمپوست در هکتار همراه با کود زیستی و بیشترین وزن تر بوته (۶۷/۱ گرم) و عملکرد تر پیکره رویشی (۶۳۹۶/۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار مصرف ۲۰ تن کمپوست در هکتار حاصل گردید. همچنین بیشترین وزن خشک بوته (۲۶/۵ گرم در بوته) در تیمار مصرف ۱۰ تن کمپوست همراه با ۶ تن ورمی کمپوست و کود زیستی و نیز بیشترین عملکرد خشک پیکره رویشی (۲۶۰۱/۶ کیلوگرم در هکتار)، میزان اسانس (۰/۲۰۰ درصد) و عملکرد اسانس (۵/۲۱ کیلوگرم در هکتار) در تیمار مصرف ۱۲ تن ورمی کمپوست همراه با کود زیستی بدست آمد. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، مصرف کودهای آلی و زیستی می‌تواند موجب بهبود ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد گیاه زوفا گردد.

واژه‌های کلیدی: آزوسپیریلوم، ازتوباکتر، اسانس، کمپوست، ورمی کمپوست

مقدمه

کمپوست و ورمی کمپوست در سیستم‌های کشاورزی پایدار ضمن حذف یا کاهش قابل ملاحظه کودهای شیمیایی، موجب تأمین مناسب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و بهبود شرایط فیزیکی و میکروبی خاک نیز می‌گردد (۳ و ۲۶). همچنین کاربرد کودهای زیستی نظیر ازتوباکتر و آزوسپیریلوم علاوه بر تثبیت نیتروژن مولکولی موجود در اتمسفر از طریق تولید هورمون‌های رشد گیاهی موجب بهبود وضعیت تغذیه و رشد گیاه می‌شوند (۹، ۱۵ و ۲۶). در رابطه با تحقیقات انجام گرفته درباره کاربرد کمپوست و ورمی کمپوست بر رشد و عملکرد گیاهان دارویی، آتیا و همکاران (۴) در پژوهشی بر روی گیاه دارویی آویشن (*Thymus vulgaris* L.)، نشان دادند که مصرف تلفیقی ۴۰ تن کمپوست و ۲۰ تن کود دامی سبب بهبود وزن خشک و عملکرد اسانس گردید. در تحقیقی بر روی گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens* L.)، مشاهده گردید که کاربرد ورمی کمپوست موجب افزایش ارتفاع بوته، عملکرد دانه، میزان اسانس و عملکرد اسانس شد

گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) گیاهی خشبی و چند ساله از تیره نعنائیان^۳ است که منشأ آن آسیای صغیر گزارش شده و در مناطق مختلف آسیا، اروپا و آمریکا کشت می‌شود. برگ‌ها و سرشاخه‌های گلدار این گیاه معطر و حاوی اسانس هستند. این اسانس به عنوان طعم و عطر دهنده در صنایع کنسرو سازی و نوشابه سازی و نیز در صنایع آرایشی و بهداشتی کاربرد فراوانی دارد. همچنین از اسانس زوفا در صنایع داروسازی برای مداوای سرفه و سرماخوردگی استفاده می‌شود (۱۲، ۱۹، ۲۱ و ۲۴). مصرف کودهای آلی نظیر

۱ و ۲- دانشیار و دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن

(*)- نویسنده مسئول: Email: mtdarzi@gmail.com

3- Lamiaceae

شرف الدین (15) بر روی رازیانه و کوچکی و همکاران (13) بر روی زوفا نشان دادند که کاربرد باکتری های تثبیت کننده نیتروژن، سبب بهبود چشمگیر ارتفاع بوته، وزن تر و خشک بوته و عملکرد اسانس شد. همچنین عبدو و همکاران (1) و درزی و همکاران (8) در تحقیق خود به ترتیب بر روی رازیانه و گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) مشاهده کردند که کاربرد باکتری های تثبیت کننده نیتروژن سبب افزایش معنی دار عملکرد دانه و عملکرد اسانس نسبت به تیمار شاهد گردید.

هدف از انجام این پژوهش، تأثیر کاربرد کودهای آلی و زیستی بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد گیاه دارویی زوفا برای تعیین تیمار مناسب جهت افزایش عملکرد کمی و کیفی می باشد.

مواد و روش ها

این آزمایش در بهار سال 1391 در مزرعه تحقیقاتی شرکت کشاورزی و دامپروری ران شهرستان فیروزکوه واقع در استان تهران که در عرض 35 درجه و 45 دقیقه شمالی و طول 52 درجه و 44 دقیقه شرقی و با ارتفاع 1930 متر از سطح دریا واقع شده است به اجرا در آمد. میانگین بارش سالیانه 296/8 میلی متر و متوسط دما حدود 8 درجه سانتی گراد بود. قبل از اجرای آزمایش ابتدا از خاک مزرعه نمونه برداری انجام گرفت و مشخص گردید که بافت خاک لومی رسی و pH آن، 7/6 می باشد (جدول 1).

(6 و 7). این پژوهشگران عنوان کردند که مصرف ورمی کمپوست از طریق فراهمی جذب بیشتر فسفر و نیتروژن که در اجزاء متشکله اسانس شوید حضور دارند، موجب افزایش میزان اسانس دانه گردید. یافته های یک پژوهش بر روی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) آشکار کرد که مصرف توأم کمپوست و ورمی کمپوست سبب افزایش بارز ارتفاع بوته، تعداد شاخه اصلی در بوته، عملکرد دانه و عملکرد اسانس در مقایسه با سایر تیمارهای کود آلی و شاهد گردید (18). همچنین تهامی و همکاران (27) در تحقیقی بر روی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) ملاحظه نمودند که کاربرد ورمی کمپوست در مقایسه با تیمار شاهد موجب افزایش ارتفاع بوته، عملکرد تر و عملکرد خشک پیکره رویشی گردید. آن ها اظهار داشتند که بهبود عملکرد، می تواند ناشی از افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، آزاد شدن تدریجی عناصر، تقویت فعالیت های شبه هورمونی گیاه، افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه و به طور کلی بهبود ساختار شیمیایی و فیزیکی بستر کاشت در اثر مصرف ورمی کمپوست باشد. در تحقیقی بر روی گیاه بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) مشخص گردید که مصرف تلفیقی 50 درصد کمپوست با 50 درصد کود اوره سبب افزایش عملکرد پیکره، میزان اسانس و عملکرد اسانس شد (28). در خصوص تأثیر کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه بر رشد و عملکرد گیاهان دارویی، در پژوهشی بر روی ریحان مشاهده گردید که مصرف توأم باکتری های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، موجب افزایش ارتفاع بوته، عملکرد پیکره رویشی، میزان اسانس و عملکرد اسانس در مقایسه با شاهد گردید (16). در دو تحقیق دیگر محفوظ و

جدول 1- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- physicochemical soil properties in experimental site

Table 2: Physicochemical and Soil Properties in Experimental Site						
بافت Texture	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم
			Organic Carbon	Total N	P	K
			(mg/kg)			
(%)						
لومی رسی Loamy-Clay	7.6	1.55	1.86	0.127	48	720

کمپوست و کود زیستی، (8) شاهد (عدم مصرف کود) بودند. باکتری های مصرفی که از بخش بیولوژی خاک مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور تهیه گردیده، محلول های مجزا حاوی باکتری های تثبیت کننده نیتروژن بنام های *Azotobacter chroococcum* و *Azospirillum lipoferum* بودند که در هر میلی لیتر از آن ها در حدود 10^8 باکتری فعال وجود داشت. مبدأ بذر زوفا مورد استفاده در این تحقیق از کشور آلمان بوده و از شرکت کشاورزی گیاه گستر اصفهان تهیه گردید.

آزمایش به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل (1) 20 تن کمپوست در هکتار، (2) 12 تن ورمی کمپوست در هکتار، (3) کود زیستی (تلقیح بذر با ازتوباکتر و آزوسپیریلوم)، (4) 10 تن کمپوست همراه با 6 تن ورمی کمپوست در هکتار، (5) 20 تن کمپوست در هکتار همراه با کود زیستی، (6) 12 تن ورمی کمپوست در هکتار همراه با کود زیستی، (7) 10 تن کمپوست همراه با 6 تن ورمی

رویشی، میزان اسانس و عملکرد اسانس مورد بررسی قرار گرفتند. برای اندازه گیری ارتفاع بوته و تعداد شاخه در بوته، از میانگین ارتفاع و تعداد شاخه ۵ بوته در هر کرت در مرحله گلدهی استفاده شد. برای اندازه گیری وزن تر و خشک بوته از ۵ بوته در مرحله گلدهی در هر کرت استفاده گردید به طوری که ابتدا بوته ها وزن شدند و میانگین وزن تر آن ها ثبت شد و سپس برای تعیین وزن خشک بوته، درون آن به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد قرار داده شدند (۵ و ۱۷). به منظور تعیین عملکرد تر و خشک پیکره رویشی در واحد سطح، از خطوط میانی هر کرت معادل یک مترمربع، بوته در مرحله گلدهی کامل به روش دستی برداشت گردید. سپس توزین شدند و بعد در هوای آزاد و در سایه خشک گردیده و مجددا وزن شده و در پایان به کمک آن ها، عملکرد تر و عملکرد خشک پیکره رویشی در واحد سطح محاسبه گردید. جهت تعیین میزان اسانس، از هر کرت آزمایشی یک نمونه ۱۰۰ گرمی از پیکره رویشی خشک شده در هوای آزاد، تهیه کرده که بعد از خرد کردن، به مدت ۳ ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب و با استفاده از حدود ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر و به وسیله دستگاه کلونجر (Clevenger)، اسانس گیری گردید (۱۱ و ۲۵). همچنین برای محاسبه عملکرد اسانس، از حاصلضرب عملکرد پیکره رویشی و میزان اسانس استفاده شد.

جهت تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار آماری موجود (SAS) استفاده گردید و مقایسه میانگین ها توسط آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد، انجام گرفت.

به منظور اجرای آزمایش، اندازه هر کرت به ابعاد $2/28 \times 3$ متر و حاوی ۶ ردیف کاشت با فاصله بین ردیف ۳۸ سانتی متر و بین دو بوته ۱۵ سانتی متر لحاظ گردید. فاصله بین کرت ها یک متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شدند. در تاریخ چهاردهم اردیبهشت جهت اعمال تیمارهای کمپوست (جدول ۲)، ورمی کمپوست (جدول ۳) و مخلوط کمپوست و ورمی کمپوست، در وسط هر خط کاشت، شیاری در سراسر پشته به عمق ۵ سانتی متر ایجاد نموده و مقادیر کودهای آلی را در داخل شیار ریخته و سپس به وسیله شن کش به خوبی با خاک مخلوط شدند. کاشت زوفا در بیستم اردیبهشت انجام گرفت. بدین نحو که ابتدا بخشی از بذور مورد نیاز با دو محلول مجزا حاوی باکتری های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم به صورت منفرد به مدت ۱۵ دقیقه تلقیح شدند. سپس در سایه و در معرض هوا خشک گردیده و به همراه بذور سایر تیمارها (بدون تلقیح) در عمق ۲ سانتی متری خاک کشت شدند و بلافاصله آبیاری صورت گرفت. برای اطمینان از جوانه زنی و حفظ تراکم در حد مطلوب، در روی هر ردیف بذرها با تراکم بیشتری کشت شده و سپس در مرحله شش برگی تنک شدند. عملیات مبارزه با علف های هرز مزرعه در شش نوبت به وسیله دست صورت گرفت. عملیات آبیاری که به صورت سیستم آبیاری قطره ای بود، در ابتدا هر ۳ روز یکبار و پس از سبز شدن بذور با توجه به شرایط اقلیمی منطقه هر ۶ تا ۷ روز یکبار انجام گردید. برداشت زوفا در مرحله گلدهی کامل در بیست و یکم شهریور انجام گردید. در این تحقیق صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، وزن تر بوته، وزن خشک بوته، عملکرد تر پیکره رویشی، عملکرد خشک پیکره

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی کمپوست مورد استفاده

Table 2- Some chemical characteristics of used compost

پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	کربن آلی Organic Carbon	ماده آلی Organic Material	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	اسیدیته pH
1.2	0.35	1.2	30	51	10.9	6.7

جدول ۳- برخی خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده

Table 3- Some chemical characteristics of used vermicompost

پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	کربن آلی Organic Carbon	ماده آلی Organic Material	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	اسیدیته pH
3.9	0.67	2.13	26.1	45	1.8	8.5

نتایج و بحث

ارتفاع بوته و تعداد شاخه در بوته

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس آزمایش (جدول ۴)، نشان داد

که تأثیر تیمارهای مختلف کودهای آلی و زیستی در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع بوته و در سطح احتمال پنج درصد بر تعداد شاخه در بوته معنی دار بود. مقایسه میانگین ها نیز نشان داد که در بین

تیمارهای مختلف کودهای آلی و زیستی تفاوت معنی‌داری وجود داشت به طوری که ارتفاع بوته در تیمار مصرف ۲۰ تن کمپوست همراه با کود زیستی (۴۲/۷ سانتی‌متر) در مقایسه با چهار تیمار مصرف ۱۲ تن ورمی کمپوست همراه با کود زیستی (۳۴/۴ سانتی‌متر)، کاربرد تلفیقی ۱۰ تن کمپوست و ۶ تن ورمی کمپوست (۳۲/۴ سانتی‌متر)، کاربرد ۲۰ تن کمپوست (۳۰/۸ سانتی‌متر) و شاهد (۲۶/۰ سانتی‌متر) به ترتیب در حدود ۲۴، ۳۲، ۳۹ و ۶۴ درصد بیشتر بود و با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۱). بین تیمارهای مختلف مصرف کودهای آلی و زیستی از نظر تعداد شاخه در بوته تفاوت قابل توجهی وجود داشت به نحوی که تعداد شاخه در تیمار کاربرد ۲۰ تن کمپوست همراه با کود زیستی (۷/۲ شاخه) حدود ۸۹ درصد بیشتر از تیمار شاهد (۳/۸ شاخه) بود اما با سایر تیمارها تفاوت آماری نداشت (شکل ۲). به نظر می‌رسد که مصرف تلفیقی ۲۰ تن کمپوست و کود زیستی (مخلوط از توپاکتر و آزوسپیریلوم)، از طریق عرضه به موقع و بهبود جذب آب و عناصر غذایی به ویژه نیتروژن، نقش مؤثری در افزایش مناسب ویژگی‌های رشد رویشی نظیر ارتفاع بوته و تعداد شاخه در بوته گیاه زوفا در شرایط آزمایش حاضر ایفا کرده باشد. در همین رابطه، متقیان و همکاران (۲۰) در تحقیقی بر روی گیاه دارویی ریحان نشان دادند که مصرف ۴۵ تن کمپوست زباله شهری در هکتار، موجب افزایش بارز ارتفاع بوته در مقایسه با تیمار کود شیمیایی و شاهد گردید. یافته‌های سعید نژاد و رضوانی مقدم (۲۳) بر روی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)، حاکی از آن است که مصرف ۱۵ تن کمپوست سبب بهبود ارتفاع بوته در مقایسه با تیمار شاهد گردید. همچنین در پژوهشی بر روی گیاه دارویی رازیانه آشکار گردید که مصرف تلفیقی کمپوست و ورمی کمپوست سبب بهبود قابل ملاحظه تعداد شاخه اصلی در بوته شد (۱۸). این محققین اظهار داشتند که کاربرد این کودهای آلی از طریق عرضه کافی عناصر غذایی موجب بهبود این ویژگی گردید. در دو تحقیق دیگر نیز، کوچکی و همکاران (۱۳) بر روی زوفا و رحیم زاده و همکاران (۲۲) بر روی بادرنشینی، به ترتیب شاهد بهبود بارز ارتفاع بوته و تعداد سرشاخه گلدار در اثر کاربرد باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن بودند.

وزن تر بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس آزمایش، مبین آن بود که تأثیر تیمارهای مختلف بر وزن تر بوته معنی‌دار نبود (جدول ۴).

وزن خشک بوته

تأثیر تیمارهای مختلف حاوی کودهای آلی و زیستی در سطح احتمال پنج درصد بر وزن خشک بوته معنی‌دار گردید (جدول ۴). بین

تیمارهای مختلف از نظر وزن خشک بوته تفاوت قابل توجهی وجود داشت به طوری که وزن خشک بوته در تیمار تلفیقی مصرف ۱۰ تن کمپوست همراه با ۶ تن ورمی کمپوست و کود زیستی (۲۶/۵ گرم در بوته) در مقایسه با تیمار شاهد (۱۱/۸ گرم در بوته) در حدود ۱۲۴ درصد بیشتر بود اما با سایر تیمارها اختلاف آماری نداشت (شکل ۳). در رابطه با افزایش وزن خشک بوته در تیمارهای کاربرد منفرد و توأم کودهای آلی و زیستی به ویژه تیمار مصرف توأم کمپوست، ورمی کمپوست و کود زیستی در مقایسه با تیمار شاهد، می‌توان اظهار داشت که کاربرد این دو کود آلی در کنار کود زیستی از طریق بهبود مواد آلی و ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و بیولوژیکی خاک، می‌تواند موجب بهبود رشد و متعاقب آن افزایش بیوماس گردد. در همین ارتباط مرادی و همکاران (۱۸) در پژوهشی بر روی رازیانه، شاهد افزایش عملکرد بیوماس در تیمار مصرف تلفیقی کمپوست و ورمی کمپوست و نیز سایر تیمارهای تلفیق کود آلی و کود زیستی تثبیت کننده نیتروژن در مقایسه با شاهد بودند. نتیجه مطالعه آنیا و همکاران (۴) نیز، مبین بهبود وزن خشک بوته در اثر کاربرد تلفیقی کمپوست و کود دامی در گیاه دارویی آویشن بود. یافته‌های حاصل از تحقیقات انجام شده بر روی گیاهان دارویی رازیانه، زوفا و ریحان با نتیجه تحقیق حاضر همخوانی دارد (۱۳، ۱۵ و ۲۰).

عملکرد تر پیکره رویشی

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس آزمایش (جدول ۴)، نشان داد که تأثیر تیمارهای مختلف کودهای آلی و زیستی در سطح یک درصد بر عملکرد تر پیکره رویشی معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تیمارها نیز، تفاوت محسوسی را بین آنها نشان داد به طوری که عملکرد تر در تیمار کاربرد ۲۰ تن کمپوست (۶۳۹۶/۵ کیلوگرم در هکتار) حدود ۱۰۲ درصد بیشتر از تیمار شاهد (۳۱۶۱/۹ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۴). با توجه به بیشتر بودن وزن تر بوته در تیمار مصرف ۲۰ تن کمپوست، لذا طبیعی به نظر می‌رسد که عملکرد تر پیکره رویشی نیز در این تیمار، بالاترین باشد. همچنین به نظر می‌رسد که تأثیر کمپوست بر جذب آب بیشتر بوده که این مسئله موجب افزایش وزن تر تیمار مذکور حاوی کمپوست شده و در نهایت سبب بهبود عملکرد تر گردیده است. در همین خصوص فلاحی و همکاران (۱۰) شاهد افزایش عملکرد تر محصول گیاه بابونه (*Matricaria recutita* L.) در اثر کاربرد کمپوست بودند. آن‌ها اظهار داشتند که مصرف کود آلی از طریق اثر مثبت بر ظرفیت نگهداری آب در خاک و پیامد آن تأمین مناسب نیاز آبی گیاه در مرحله گلدهی، می‌تواند منجر به افزایش عملکرد تر محصول گردد. تهامی و همکاران (۲۷) نیز در تحقیقی بر روی ریحان نشان دادند که کاربرد ورمی کمپوست موجب افزایش عملکرد پیکره رویشی این گیاه شد. این پژوهشگران آزاد شدن

تدریجی عناصر از کود آلی، افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه و تقویت فعالیت‌های شبه هورمونی گیاه را از دلایل اصلی بهبود عملکرد تر در اثر مصرف ورمی کمپوست دانستند.

عملکرد خشک پیکره رویشی

تأثیر تیمارهای مختلف در سطح یک درصد بر عملکرد خشک پیکره رویشی معنی دار گردید (جدول ۴). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که عملکرد خشک پیکره در تیمار مصرف ۱۲ تن ورمی کمپوست همراه با کود زیستی (۲۶۰۱/۶ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تیمار شاهد (۹۸۸/۰ کیلوگرم در هکتار) در حدود ۱۶۳ درصد بیشتر بود اما با سایر تیمارهای کود آلی و زیستی اختلاف آماری نداشت که این موضوع می‌تواند تا حدود زیادی به تأثیر گذاری تقریباً یکسان تیمارهای جداگانه و تلفیقی کودهای آلی و زیستی بر وزن خشک بوته و در نهایت عملکرد خشک پیکره رویشی، مربوط باشد (شکل ۵). به نظر می‌رسد که تمامی تیمارهای منفرد و به ویژه ترکیبی کودهای آلی و زیستی در مقایسه با تیمار شاهد، از طریق تغییر شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک، تنظیم اسیدیته، افزایش ظرفیت نگهداری آب و نیز بهبود ویژگی‌های میکروبی و بیولوژیکی محیط کشت و متعاقب آن جذب عناصر غذایی (۱۶)، سبب بهبود عملکرد خشک پیکره رویشی شده باشند. در همین رابطه، نتایج تحقیقات تهامی و همکاران (۲۷) بر روی ریحان و یوسف زاده و همکاران (۲۸) بر روی بادربشی نیز، مبین افزایش عملکرد پیکره رویشی به ترتیب در اثر مصرف ورمی کمپوست و کمپوست بود.

میزان اسانس

تأثیر تیمارهای مختلف در سطح یک درصد بر میزان اسانس معنی دار گردید (جدول ۴). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که میزان اسانس در تیمار مصرف ۱۲ تن ورمی کمپوست همراه با کود زیستی (۰/۲۰۰ درصد) در مقایسه با دو تیمار مصرف ۲۰ تن کمپوست (۰/۱۲۳ درصد) و شاهد (۰/۱۲۰ درصد) به ترتیب در حدود ۶۳ و ۶۷ درصد بیشتر بود اما با سایر تیمارهای کود آلی و زیستی اختلاف آماری نداشت (شکل ۶). از آنجائی که حضور عناصری نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل اسانس ضروری می‌باشد (۱۴)، لذا به نظر می‌رسد که مصرف تلفیقی ۱۲ تن ورمی کمپوست و کود زیستی از طریق فراهمی جذب مطلوب فسفر و نیتروژن، نقش مؤثری در افزایش رشد رویشی و متعاقب آن افزایش میزان اسانس در گیاه زوفا ایفا کرده باشد. در همین رابطه، تحقیقات انور و همکاران (۲) بر روی ریحان و درزی و همکاران (۷) بر روی شوید بیانگر بهبود میزان اسانس در اثر مصرف ورمی کمپوست بود. همچنین محفوظ و شرف الدین (۱۵) بر روی رازیانه و مکی زاده و همکاران (۱۶) بر روی ریحان، شاهد افزایش میزان اسانس در اثر کاربرد کود زیستی حاوی باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم بودند.

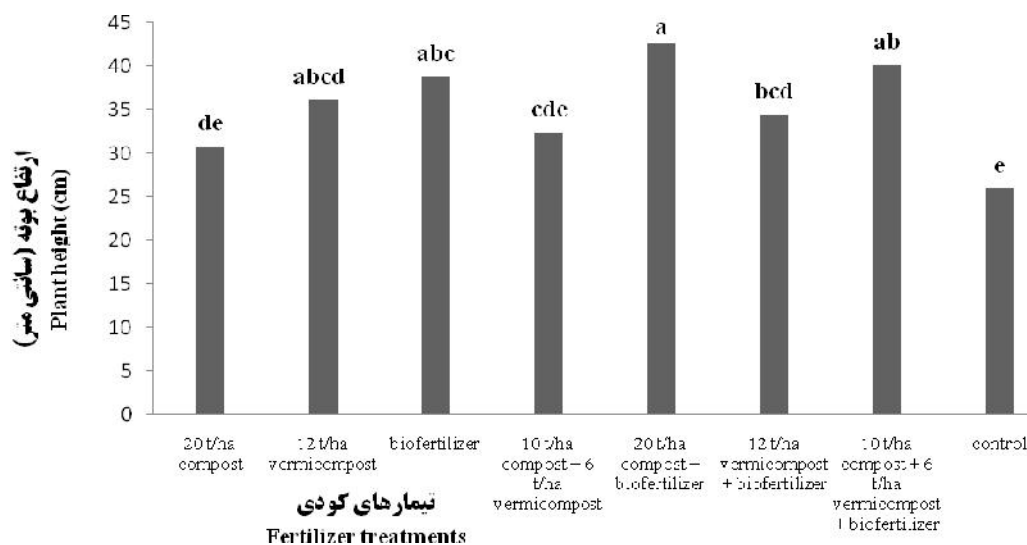
جدول ۴- تجزیه واریانس تأثیر کودهای آلی و زیستی بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد گیاه دارویی زوفا

Table 4- Analysis of variance of organic and biofertilizer application effects on some morphological traits and yield of hyssop

(Means of Squares) میانگین مربعات									
منابع تغییرات S. O. V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه در بوته Number branch per plant	وزن تر بوته Fresh weight of plant	وزن خشک بوته Dry weight of plant	عملکرد تر پیکره رویشی Herb fresh yield	عملکرد خشک پیکره رویشی Herb dry yield	میزان اسانس Essential oil content	عملکرد اسانس Essential oil yield
تکرار Replication	2	7.50501 ^{ns}	1.38541 ^{ns}	226.117 ^{ns}	9.22314 ^{ns}	776981.47 ^{ns}	136231.4 ^{ns}	0.001516 ^{ns}	0.526137 ^{ns}
تیمار Treatment	7	88.5564 ^{**}	3.46994 [*]	205.797 ^{ns}	61.1049 [*]	3181047.09 ^{**}	772283.4 ^{**}	0.002321 ^{**}	4.55993 [*]
خطای آزمایش Experimental error	14	14.8868	1.14065	88.6319	21.7394	736036.2	139714.08	0.000764	1.10348

ns, * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد احتمال

ns, * and **: Non-significant and significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively

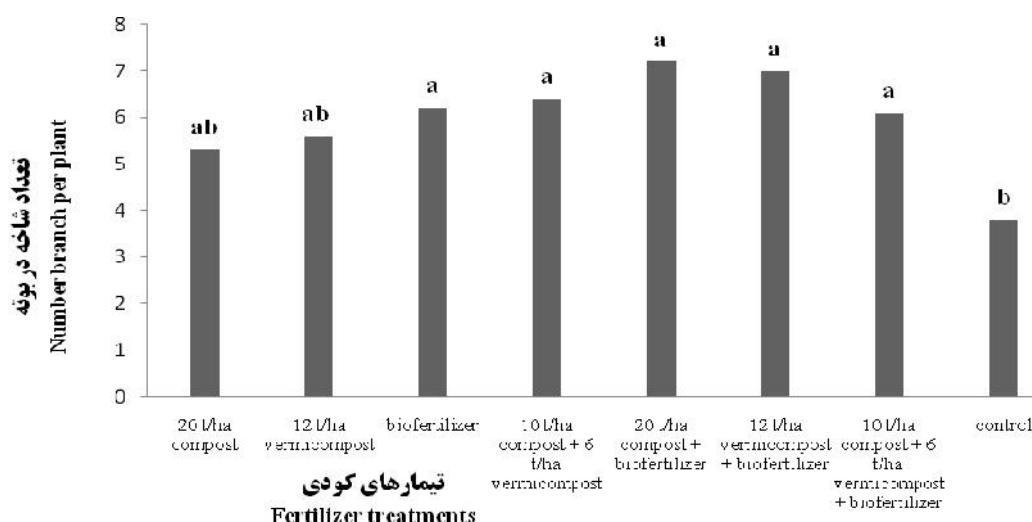


شکل ۱- مقایسه میانگین اثر کودهای آلی و زیستی بر ارتفاع بوته در گیاه زوفا

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند

Figure 1- Mean comparison of organic and biofertilizer effect on plant height of hyssop

Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on LSD test



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر کودهای آلی و زیستی بر تعداد شاخه در بوته گیاه زوفا

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند

Figure 2- Mean comparison of organic and biofertilizer effect on number of branch of hyssop per plant

Means which follow the same letter , are not statistically different at 5% probability level based on LSD test

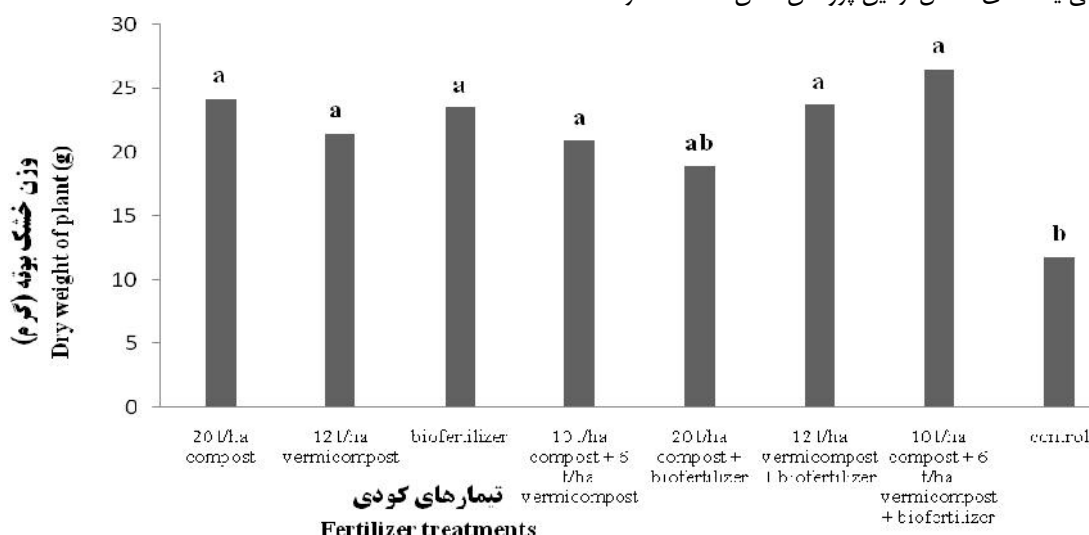
عملکرد اسانس

درصد بیشتر بود و با سایر تیمارهای کود آلی و زیستی تفاوت آماری نداشت (شکل ۷). از آنجائی که عملکرد اسانس تحت تأثیر مستقیم عملکرد خشک پیکره رویشی و میزان اسانس قرار دارد و این دو ویژگی نیز در تیمار کاربرد تلفیقی ۱۲ تن ورمی کمپوست و کود زیستی به بیشترین مقدار خود رسید لذا می‌توان انتظار داشت که عملکرد اسانس در این تیمار نیز بیشترین باشد. در خصوص افزایش عملکرد اسانس در اثر کاربرد کودهای آلی و زیستی بر روی گیاهان

تأثیر تیمارهای مختلف در سطح پنج درصد بر عملکرد اسانس معنی‌دار بود (جدول ۴). عملکرد اسانس در تیمار مصرف ۱۲ تن ورمی کمپوست همراه با کود زیستی (۵/۲۱ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با دو تیمار کاربرد ۲۰ تن کمپوست (۲/۸۱ کیلوگرم در هکتار) و شاهد (۱/۱۸ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب در حدود ۸۵ و ۳۴۱

جداگانه و تلفیقی کودهای آلی و زیستی در مقایسه با تیمار شاهد به نحو بارزی بر صفات مورفولوژیک و عملکرد گیاه زوفا مؤثر بوده و در بین آن‌ها، دو تیمار مصرف تلفیقی ۱۲ تن ورمی کمپوست و کود زیستی و نیز کاربرد تلفیقی ۱۰ تن کمپوست، ۶ تن ورمی کمپوست و کود زیستی بهترین نتیجه را بر روی عملکرد محصول یعنی عملکرد پیکره رویشی و عملکرد اسانس و نیز میزان اسانس زوفا نشان داده‌اند.

دارویی، گزارش‌های متعددی وجود دارد که می‌توان به نتایج یافته‌های عیدو و همکاران (۱)، محفوظ و شرف الدین (۱۵) و مرادی و همکاران (۱۸) بر روی رازیانه، آتیا و همکاران (۴) بر روی آویشن، کوچکی و همکاران (۱۳) بر روی زوفا، درزی و همکاران (۶ و ۸) بر روی شوید و گشنیز، مکی زاده و همکاران (۱۶) بر روی ریحان و یوسف زاده و همکاران (۲۸) بر روی بادرنشینی اشاره کرد. به طور کلی یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان داد که مصرف

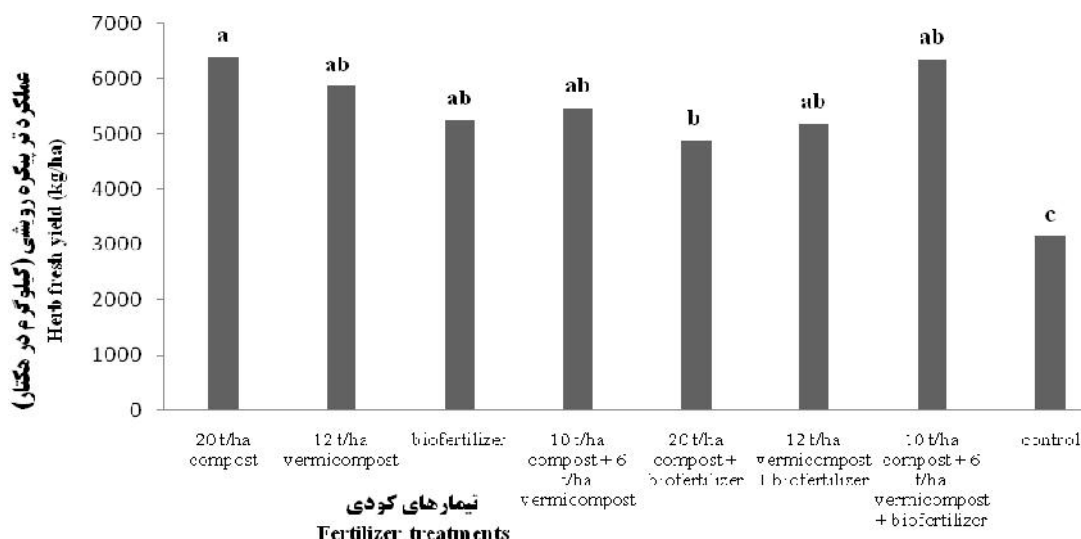


شکل ۳- مقایسه میانگین اثر کودهای آلی و زیستی بر وزن خشک بوته گیاه زوفا

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند

Figure 3- Mean comparison of organic and biofertilizer effect on dry weight of hyssop

Means which follow the same letter, are not statistically different at 5% probability level based on LSD test

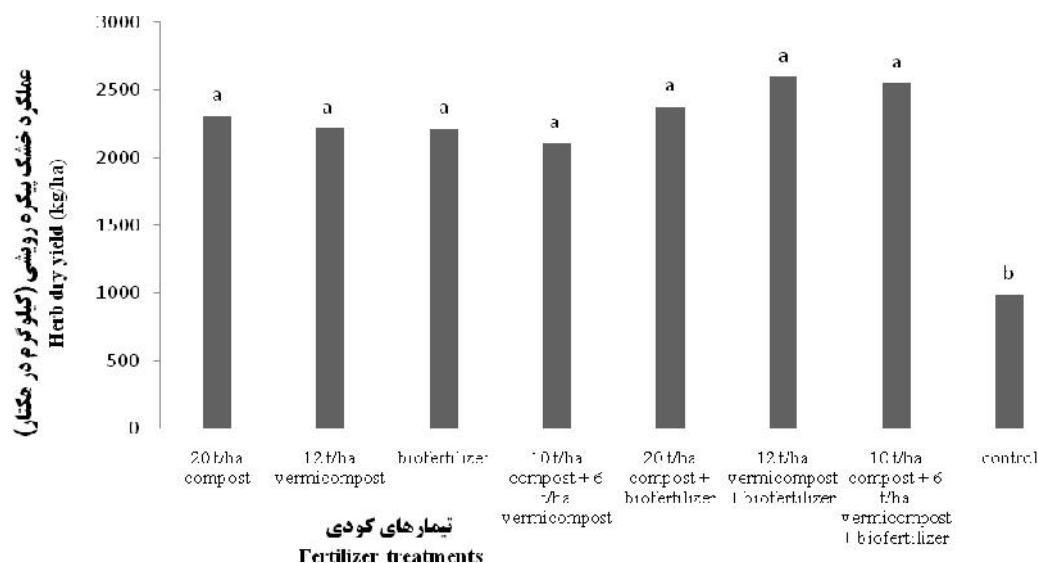


شکل ۴- مقایسه میانگین اثر کودهای آلی و زیستی بر عملکرد تر پیکره رویشی گیاه زوفا

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند

Figure 4- Mean comparison of organic and biofertilizer effect on hyssop fresh yield

Means which follow the same letter, are not statistically different at 5% probability level based on LSD test

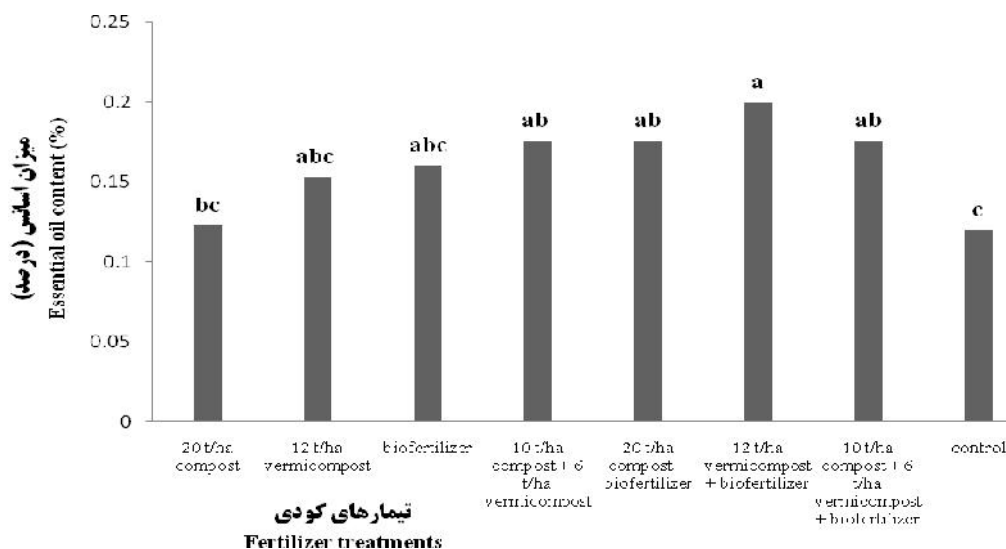


شکل ۵- مقایسه میانگین اثر کودهای آلی و زیستی بر عملکرد خشک پیکره رویشی گیاه زوفا

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند

Figure 5- Mean comparison of organic and biofertilizer effect on hyssop dry yield

Means which follow the same letter , are not statistically different at 5% probability level based on LSD test

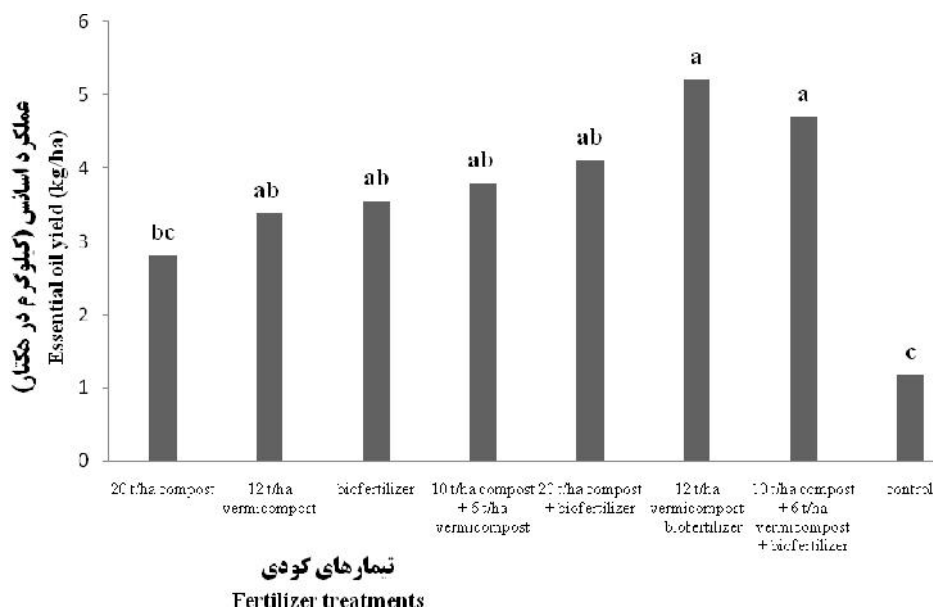


شکل ۶- مقایسه میانگین اثر کودهای آلی و زیستی بر میزان اسانس گیاه زوفا

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند

Figure 6- Mean comparison of organic and biofertilizer effect on essential oil content of hyssop

Means which follow the same letter , are not statistically different at 5% probability level based on LSD test



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر کودهای آلی و زیستی بر عملکرد اسانس گیاه زوفا

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند

Figure 7- Mean comparison of organic and biofertilizer effect on essential oil yield of hyssop

Means which follow the same letter, are not statistically different at 5% probability level based on LSD test.

ران در شهرستان فیروزکوه که صمیمانه ما را در انجام این تحقیق یاری نموده اند، تشکر می‌کنیم.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مدیر و کلیه کارکنان شرکت کشاورزی و دامپروری

منابع

1. Abdou M.A.H., El-Sayed A.A., Badran F.S. and El-Deen R.M.S. 2004. Effect of planting density and chemical and biofertilization on vegetative growth, yield and chemical composition of fennel (*Foeniculum vulgare* Miller): I-Effect of planting density and some chemical (Nofatrein) and biochemical (Biogen) fertilizers, *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 42: 1907-1922.
2. Anwar M., Patra D.D., Chand S., Alpesh K., Naqvi A.A. and Khanuja S.P.S. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil, *Communications in Soil Science and Plant Analys*, 36: 1737-1746.
3. Arancon N., Edwards C.A., Bierman P., Welch C. and Metzger J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields, *Bioresource Technology*, 93: 145-153.
4. Ateia E.M., Osman Y.A.H. and Meawad A.E.A.H. 2009. Effect of organic fertilization on yield and active constituents of *Thymus vulgaris* L. under North Sinai conditions, *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5: 555-565.
5. Badran F.S. and Safwat M.S. 2004. Response of fennel plants to organic manure and bio-fertilizers in replacement of chemical fertilization, *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 82: 247-256.
6. Darzi M.T. and Haj Seyed Hadi M.R. 2012a. Effects of the application of organic manure and biofertilizer on the fruit yield and yield components in dill (*Anethum graveolens* L.), *Journal of Medicinal Plants Research*, 6: 3266-3271.
7. Darzi M.T., Haj Seyed Hadi M.R. and Rejali F. 2012b. Effects of the application of vermicompost and nitrogen fixing bacteria on quantity and quality of the essential oil in dill (*Anethum graveolens* L.), *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 6: 3793-3799.
8. Darzi M.T., Haj Seyed Hadi M.R. and Rejali F. 2012c. Effects of Cattle Manure and Biofertilizer Application on Biological Yield, Seed Yield and Essential oil in Coriander (*Coriandrum sativum* L.), *Journal of Medicinal Plants*,

- 11: 77-90.
9. El Ghadban E.A.E., Shalan M.N. and Abdel L.T.A.T. 2006. Influence of biofertilizers on growth, volatile oil yield and constituents of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), Egyptian Journal of Agricultural Research, 84: 977-992.
10. Fallahi J., Koocheki A. and Rezvani Moghaddam P. 2009. Investigating the effects of organic fertilizer on quantity index and the amount essential oil and chamazulene in chamomile (*Matricaria recutita* L.), Agricultural Research: Water, Soil and Plant in Agriculture, 8: 157-168.
11. Kapoor R., Giri B. and Mukerji K.G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer, Bioresource Technology, 93: 307-311.
12. Kizil S., Hasimi N., Tolan V., Kilinc E. and Karatas H. 2010. Chemical Composition, Antimicrobial and Antioxidant Activities of Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) Essential Oil, Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 38: 99-103.
13. Koocheki A., Tabrizi L. and Ghorbani R. 2009. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.), Iranian Journal of Agronomy Research, 6: 127-137.
14. Loomis W.D. and Corteau R. 1972. Essential oil biosynthesis. Recently Advance Phytochem, 6: 147-185.
15. Mahfouz S.A. and Sharaf Eldin M.A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill), International Agrophysics, 21: 361-366.
16. Makkizadeh M., Nasrollahzadeh S., Zehtab Salmasi S., Chaichi M. and Khavazi K. 2012. The Effect of Organic, Biologic and Chemical Fertilizers on Quantitative and Qualitative Characteristics of Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.), Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 22: 1-12.
17. Migahed H.A., Ahmed A.E. and Abdel Ghany B.F. 2004. Effect of different bacterial strains as biofertilizer agents on growth, production and oil of *Apium graveolens* under calcareous soil, Arab Universities Journal of Agricultural Science, 12: 511-525.
18. Moradi R., Rezvani M.P., Nasiri M.M., Lakzian A. 2010. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel), Iranian Journal of Agronomy Research, 7: 625-635.
19. Moro A., Zalacain A., De Mendoza J.H. and Carmona M. 2011. Effects of Agronomic Practices on Volatile Composition of *Hyssopus officinalis* L. Essential Oils, Molecules, 16: 4131-4139.
20. Mottaghian A., Pirdashti H., Bahmanyar M.A. and Mottaghian B. 2013. Response of growth characteristics and nutrients uptake of basil (*Ocimum basilicum* L.) to concomitant use of municipal waste compost and three species of *Trichoderma*, Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29: 358-372.
21. Omidbaigi R. 2000. Production and processing of medicinal plants, Volume 3, Behnashr Co. 397 p.
22. Rahimzadeh S., Sohrabi Y., Heidary G.R. and Pirzad A.R. 2011. Effect of biofertilizers application on some morphological traits and yield of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.), Journal of Horticultural Science, 25: 335-343.
23. Saeid Nejad A.H. and Rezvani Moghaddam P. 2010. Evaluation of biofertilizer and chemical fertilizer application on morphological traits, yield, yield components and essential oil percent in cumin (*Cuminum cyminum* L.), Journal of Horticultural Science, 24: 38-44.
24. Salehi Surmeghi M.H. 2008. Medicinal plants and Phytotherapy, Volume 2, Doniaye Taghzieh. 377 p.
25. Sefidkon F. 2001. Evaluation of qualitative and quantitative essential oil fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) in different stages of growth, Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 7: 85-104.
26. Sharma A.K. 2002. Biofertilizers for sustainable agriculture, Agrobios, India, 407 p.
27. Tahami S.M.K., Rezvani Moghaddam P. and Jahan M. 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of Basil (*Ocimum basilicum* L.), Journal of Agroecology, 2: 70-82.
28. Yousefzadeh S., Modarres Sanavy S.A.M., Sefidkon F., Asgarzadeh A., Ghalavand A., Roshdi M. and Safaralizadeh A. 2013. Effect of biofertilizer, azocompost and nitrogen on morphologic traits and essential oil content of *Dracocephalum moldavica* L. in two regions of Iran, Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29: 438-459.



تاثیر تیمارهای فیزیکی بر کیفیت گل های ارقام رز گلخانه ای

منصور مطلوبی^۱ - رضا ماهوتچیان اصل^۲ - زینب صباغ نیا^{۳*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۴

چکیده

به منظور بررسی تاثیر روش های مختلف مدیریت غنچه انتهایی بر کیفیت گل های تولیدی در سه رقم رز گلخانه ای، آزمایشی بصورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اول رقم (دانسینق کوبین، اروس، چری برندی) و فاکتور دوم تیمارهای حفظ غنچه و خمش شاخه، حذف غنچه و خمش، حذف غنچه و خمش شاخه بعد از دو هفته بود. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس آماری صفات، در بین ارقام و سطوح تیماری و اثرات متقابل آنها اختلاف معنی داری مشاهده شد که نشان دهنده وجود تنوع کافی بین ارقام از لحاظ صفات مورد بررسی و تاثیر تیمارهای اعمال شده بر روی کیفیت ارقام بود. یکی از صفات مهم مورد بررسی ظهور جسته ها بر روی شاخه های خم شده بود که معلوم گردید تمایل ارقام به تولید این جسته ها متفاوت است. علاوه بر این مشخص شد می توان با انتخاب تیمار مناسب غنچه انتهایی، تعداد جسته های تولیدی را کنترل کرد. زمانی که غنچه انتهایی شاخه حفظ گردید تعداد و وزن جسته ها بر روی شاخه های خمش یافته کاهش پیدا کرد. در بین ارقام، رقم چری برندی از لحاظ صفات بازار پسندی شاخه مثل طول و وزن تر شاخه نتایج بهتری نسبت به بقیه ارقام نشان داد.

واژه های کلیدی: خمش شاخه، منبع تولید، منبع مصرف

مقدمه

گل رز یا گل سرخ، در سراسر تاریخ نماد زندگی و عشق بوده و به دلیل تنوع فرم و رنگ از اهمیت ویژه ای برخوردار است. این گل در مجالس، اعیاد و جشن های کوچک و بزرگ اجتماعی و مذهبی استفاده فراوانی دارد (۱). امروزه پرورش گل و گیاهان زینتی به یک صنعت اشتغال زا و ارزآور تبدیل شده است. ارزش تجاری گل و گیاه در بازارهای جهانی در سال ۲۰۱۳ معادل ۶ میلیارد دلار بوده است (۲).

رزهای گلخانه ای در طی دوره زندگی خود در معرض بسیاری از دستکاری ها و تغییرات (مثلاً حذف جوانه، هرس، سربرداری، خمش شاخه و برداشت) قرار می گیرند (۱۲ و ۲۷). این عملیات رابطه محل تولید و محل مصرف گیاه را تحت تاثیر قرار می دهند که به نوبه خود طبق موارد گزارش شده قبلی ظرفیت تبادلات گازی تاج پوشه را تحت تاثیر قرار می دهند (۶، ۱۰، ۱۴ و ۱۸).

در کاج لوبلولی^۴، کاهش قدرت مخزن منجر به بازدارندگی سریع

ظرفیت فتوسنتزی برگ شد (۲۰). با این حال این نظم رو به پایین ظرفیت فتوسنتزی همواره پس از حذف مخزن مشاهده نمی شود. در رز رقم کاردینال^۵، حذف جوانه گل که به عنوان محل مصرف مواد فتوسنتزی محسوب می گردد، پارامترهای تبادلات گازی شاخه های ایستاده را تغییر نداد اما موجب ایجاد تغییراتی در سرعت فتوسنتزی و تبادلات روزنه ای شاخه های خم شده گردید (۱۰). تامین فتوسنتز برای محل های مصرف بطور عمده به ظرفیت فتوسنتزی برگ وابسته است که رابطه نزدیکی با شرایط آب و هوایی و فعل و انفعالات پیچیده بین شرایط نوری و محتوای نیتروژن برگ دارد (۴ و ۵). برگ های کنار جوانه گل مقدار بیشتری از ازت را دریافت و بالاترین ظرفیت فتوسنتزی را نشان می دهند. مهم ترین و سریع ترین تغییر در رابطه با محل تولید و مصرف در گیاه رز هنگام برداشت گل اتفاق می افتد. همچنین حذف جوانه برخی از شاخه ها باعث ایجاد پاسخ های مشابه می شود. این مساله موجب می شود که شاخ و برگ و به طور خاص، برگ های باقی مانده بر روی شاخه مادری یک منبع عمده برای تامین مواد مورد نیاز شاخه های جدید باشد. ثابت شده است که برگ های تحتانی نقش عمده ای در فراهم کردن مواد غذایی برای شاخه گل

۱، ۲، ۳- استادیار و کارشناس ارشد باغبانی گروه علوم باغبانی، دانشگاه تبریز

(Email: zsabaghnia@yahoo.com)

*- نویسنده مسئول:

جدید پس از حذف خواب جوانه، بازی می‌کند. در این مرحله، برگ‌های شاخه جوان هم چون مخازن قوی با قابلیت فتوسنتزی بالا (۹۷ درصد) عمل می‌کنند (۱۹). در گزارش دیگر اثر تامین مواد غذایی کافی در پتانسیل رشد جوانه‌های جانبی رز مشخص شده است (۱۶). در گل داودی، جداسازی جوانه گل انتهایی (مخزن قوی از مواد غذایی)، انتقال مواد غذایی به برگ‌ها و ریشه‌ها را افزایش داد (۳). مدیریت معماری گیاه نقش مهمی در گلدهی سالانه ایفا می‌کند. معماری گیاه رشد ونمو و کیفیت ساقه‌های تولیدی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۱۱، ۱۵ و ۲۶). دو فعالیت عمده مدیریت تاج پوشه که در گلخانه‌های رز انجام می‌شود شامل قطع شاخه‌ها یا خمش آنها می‌باشد. در روش پرچینی، گیاهان شبیه یک حصار بلند عمودی ظاهر می‌شوند (۱۳). در روش کمائی، شاخه‌های نامرغوب و با کیفیت پایین به سمت پایین خم شده و بدین ترتیب تاج پوشه بصورت دو قسمتی شامل بخش ایستاده و بخش خم شده دیده می‌شود (۱۰ و ۲۷). روش کمائی حفظ تاج پوشه در ارتفاع پایین بدون کاهش حجم شاخه و برگ را امکان پذیر می‌سازد (۱۰) با وجود افزایش کیفیت شاخه‌ها در روش کمائی عیب اصلی آن یعنی کاهش عملکرد در واحد سطح برطرف نمی‌شود (۲۲ و ۲۴). علاوه بر آن باعث طولانی شدن فاصله بین زمان کاشت تا برداشت اولین شاخه‌های گل می‌شود (۱۲). با وجود اینکه تاثیر این روش در اکثر مطالعات در افزایش طول و بهبود کیفیت شاخه‌های گلدهنده اغلب ارقام رز به اثبات رسیده ولی هنوز سوالات بسیاری در ارتباط با زمان و نحوه خم کردن شاخه‌ها و افزایش تاثیر این روش در عملکرد و کیفیت شاخه‌ها بدون پاسخ مانده است. برای اغلب تولید کنندگان رزهای گلخانه‌ای این سوال بسیار مهمی است که آیا در زمان خم کردن شاخه، غنچه انتهایی حذف شود و یا حفظ شود. برخی سوالات دیگر که در این ارتباط مطرح می‌گردند عبارتند از: آیا اثر متقابلی بین خم کردن شاخه با روش‌های مختلف تیمار غنچه گل وجود دارد؟ آیا می‌توان با دستکاری در تاج پوشه کیفیت بازار پسندی رزهای گلخانه‌ای را بهبود بخشید؟ تیمار غنچه انتهایی بعنوان یک منبع مصرف مهم تأثیری در رشد جوانه‌های شاخه‌های خمیده دارد؟

مواد و روش‌ها

آزمایش در گلخانه هیدروپونیک سفیدان واقع در ۳۱ کیلومتری غرب تبریز انجام شد گلخانه از نوع سقف قوسی ایستاده با پوشش پلاستیکی مجهز به سیستم گرمایشی و سرمایشی از نوع تبخیری بود. کاشت گیاهان در بستری از ۷۰ درصد کوکوپیت و ۳۰ درصد پرلیت دانه متوسط و در گلدان‌های شش لیتری انجام گرفت. آزمایش بصورت فاکتوریل با سه رقم رز گلخانه‌ای و سه تیمار غنچه گل در سه تکرار

اجرا گردید. فاکتور اول آزمایش ارقام رز، شامل چری برندی^۱، اروس^۲ و رقم دنسینق کوئین^۳ و فاکتور دوم تیمار غنچه گل به سه صورت حفظ غنچه و خمش، حذف غنچه و خمش، حذف غنچه و خمش بعد از دو هفته انتخاب گردید. خمش شاخه بدین صورت انجام پذیرفت که شاخه مورد نظر از بین جوانه دوم و سوم پایین شاخه در مرحله غنچه نخودی به سمت بیرون تاج پوشه خم گردید به طوری که شاخه خم شده پایین تر از سطح افقی قرار گیرد. در تیمار حذف غنچه و خمش بعد از دو هفته، در اثر حذف غنچه جست‌هایی بر روی شاخه‌ها ایجاد گردید که این جست‌ها قبل از خمش شاخه حذف گردیدند. پس از انجام تیمار، جوانه بالای محل خمش شروع به رشد کرد تا شاخه گل دهنده را تولید کند. صفات رشدی این شاخه‌ها برای انجام آنالیزهای آماری یادداشت برداری شدند. مرحله برداشت زمانی انتخاب شد که اولین گلبرگ گل شروع به خم شدن به سمت پایین کرد. بعد از برداشت شاخه‌ها بلافاصله تعداد جست‌های روی شاخه خم شده شمارش و به منظور توزین جدا گردیدند. صفات مورد بررسی شامل زمان رویش جوانه، طول و قطر شاخه قطر گل، وزن تر و خشک شاخه گل دهنده، تعداد جست، وزن تر و خشک جست‌ها بود. ملاک رویش جوانه، رسیدن جوانه رشد کرده به اندازه یک سانتی‌متری بود. قطر شاخه ما بین جوانه دوم و سوم پایین شاخه اندازه‌گیری شد. قطر گل موقع برداشت شاخه توسط کولیس اندازه‌گیری شدند. وزن تر شاخه‌ها بلافاصله بعد از برداشت توسط ترازوی یک صدم گرم اندازه‌گیری شد. وزن خشک شاخه‌ها نیز بعد از قرارگیری در پاکت کاغذی و انتقال به آزمایشگاه و خشک کردن در آون در دمای ۷۶ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت بدست آمد. تعداد جست‌ها روی شاخه‌های خمیده شمارش و وزن تر و خشک آنها به روش مشابه شاخه‌های گل دهنده اندازه‌گیری شد.

تجزیه آماری مشتمل بر تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین با استفاده از نرم افزار کامپیوتری MSTATC انجام گرفت و از آزمون دانکن در سطوح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد به منظور مقایسات میانگین تیمارهای آزمایشی استفاده گردید. تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی نشان داد که اثر بلوک در آزمایش معنی‌دار نیست، به همین دلیل تجزیه آماری بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. رسم نمودارها با استفاده از نرم افزارهای اکسل انجام گرفت.

نتایج و بحث

با توجه به تجزیه تحلیل داده‌ها (جدول ۱) مشاهده شد که بین

- 1- Cherry Brandy
- 2- Eros
- 3- Dancing Queen

مختلف رز مشاهده نمودند که بین ارقام مختلف رز از نظر قطر ساقه گل اختلاف معنی‌داری وجود دارد. براساس اظهار نظر کاجیها و همکاران (۸) قویترین مخازن که بیشترین مصرف کننده‌ی مواد غذایی هستند در رز جوانه‌های گل در حال تشکیل می‌باشند. احتمالاً افزایش قطر ساقه در رقم چری برندی ارتباطات آوندی قویتری را بین منبع و مخزن باعث شده و در نتیجه میزان اسمیلات‌های موجود برای رشد غنچه‌ها در این رقم بیشتر از سایر ارقام بوده است. حذف غنچه هیچ تغییری در میزان فتوسنتز در رز نشان نداده است و اسمیلات‌ها در این گیاه می‌توانند به مخزن دیگری انتقال یابند (۱۷). لذا در این آزمایش نیز کاملاً منطقی به نظر می‌رسد که با حذف غنچه در شاخه‌های خم شده اسمیلات‌های بیشتری برای غنچه موجود در شاخه اصلی گل فراهم گردد. لذا به نظر می‌رسد افزایش قطر شاخه باعث موفقیت بیشتر در جذب اسمیلات‌ها می‌شود. صفت وزن تر شاخه با طول شاخه و قطر شاخه گل همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت یعنی ارقامی که دارای ارتفاع و قطر ساقه بیشتری هستند وزن تر بیشتری نیز دارند. مطالعات همبستگی صفات نشان می‌دهد که وزن تر و خشک با یکدیگر همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد دارند. پس ارقامی که طول و قطر شاخه بیشتری دارند وزن تر و خشک شاخه گل دهنده بیشتری نیز داشتند.

بررسی‌های قبلی نشان می‌دهد غنچه در حال رشد شاخه‌های گل‌دهنده رز یکی از منابع مهم مصرف در این گیاه به شمار می‌روند (۱۶). در این آزمایش هم مشاهده گردید حفظ غنچه باعث کاهش تعداد و وزن جست‌های تولیدی بر روی شاخه‌های خم شده گردید. در واقع غنچه‌های جوان با جذب مواد غذایی و هورمون‌های محرک رشد مقادیر اندکی را برای استفاده سایر مراکز مصرف در اختیار آنها قرار می‌دهند. جست‌های تولیدی بر روی شاخه‌های خمیده در مراحل اولیه، خود بعنوان مراکز مصرف عمل می‌کنند که بتدریج با بزرگ شدن برگ‌ها و افزایش توان فتوسنتزی به مراکز تولید تبدیل می‌شوند. این موضوع در جدول همبستگی صفات منعکس شده است، به‌طوری‌که در اکثر موارد یک رابطه مثبت بین صفات رشدی شاخه و تعداد و وزن جست‌ها مشاهده می‌شود (جدول ۴). زمان سبز شدن جوانه روی شاخه گل دهنده تحت تأثیر زمان خم کردن شاخه قرار گرفت. این موضوع با اکثر نتایج بدست آمده در آزمایش‌های مشابه مطابقت می‌کند (۷ و ۳). زمان سبز شدن جوانه‌ها بطور مستقیم با رهایی جوانه‌ها از غالبیت انتهایی مرتبط است. در تیمار خمش شاخه بعد از تأخیر دو هفته‌ای مشاهده می‌شود که جوانه‌ها دیرتر از سایر تیمارها شروع به سبز شدن نموده‌اند. رابطه زمان سبز شدن جوانه های جانبی رز با خمش شاخه و غالبیت انتهایی در آزمایش های قبلی نیز مورد بحث قرار گرفته است (۲۲، ۹ و ۳).

ارقام در صفت زمان رویش جوانه، قطر گل و تعداد جست‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد و صفات وزن خشک جست اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد وجود دارد و نیز اثر تیمار خم کردن شاخه در صفات وزن تر جست و وزن خشک جست در سطح احتمال یک درصد و در صفت تعداد جست در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اما در سایر صفات اثر معنی‌دار تیمار خم کردن شاخه مشاهده نشد (جدول ۱). اثر متقابل رقم در تیمار در هیچ کدام از صفات مورد بررسی معنی‌دار نشد.

در رقم چری برندی طول و قطر شاخه نسبت به دو رقم دیگر بیشتر بود. در صفت قطر گل رقم چری نسبت به اروس و دانسینق کوپین به ترتیب به میزان ۱۴/۷ درصد و ۱۲/۴ درصد قطر گل بیشتری داشتند. در مورد وزن تر شاخه، رقم چری و اروس وزن تر شاخه گل دهنده‌ی بیشتری نسبت به رقم دیگر نشان دادند. مشابه همین اختلاف در وزن خشک نیز مشاهده گردید. وزن تر و خشک جست‌ها در تیمار حفظ غنچه و خمش اختلاف معنی‌داری با دو روش دیگر تیمار غنچه‌ها نشان داد. زمانیکه غنچه‌ها حفظ شدند شاخه‌ها تمایل خیلی کمتری برای تولید جست‌ها از خود بروز دادند. بطوری‌که در تیمار حذف غنچه و خمش اختلاف وزن تر جست‌های تولیدی با تیمار حفظ غنچه به حدود ۹۹/۸ درصد رسید. همچنین تیمار حذف غنچه و خمش بعد از دو هفته با وجود این که نسبت به تیمار حذف غنچه و خمش تأثیر کمتری روی افزایش وزن تر جست داشته است اما این تیمار نیز نسبت به تیمار حفظ غنچه باعث افزایش ۷۰/۱ درصدی وزن تر جست شده است. رقم‌های چری و اروس دارای وزن خشک جست بیشتری نسبت به رقم دانسینق بودند. با وجود این که تعداد جست‌ها در دو رقم ذکر شده کمتر از دانسینق بود ولی از لحاظ میزان رشد جست‌ها برتر بودند. نتایج مشابه در وزن خشک جست‌ها بین تیمارهای غنچه و ارقام مشاهده گردید (جدول ۳).

پاسخ ارقام به روش‌های مختلف تیمار و خمش شاخه در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (۲۳). در رقم فایر اند ایس خمش باعث افزایش ۲۳ درصدی طول شاخه‌های برداشت شده نسبت به بوته‌های شاهد شد در حالی‌که در رقم کاردینال این اختلاف ۹ درصد بود (۹). قطر شاخه به همراه درجه شاخه‌زایی بیانگر استعداد تولید در گل رز می‌باشد (۱۵). لذا ارقامی که دارای قطر شاخه بیشتری هستند رقم مناسبتری می‌باشند.

گزارش شده است که عمل خمش شاخه کربوهیدرات بیشتری را برای شاخه‌های گل در حال رشد فراهم می‌آورد (۱۲). این عمل مخصوصاً به افزایش کیفیت و افزایش تولید جوانه‌های جانبی قوی‌تر کمک می‌کند لذا براساس اظهار نظر محققین که بین ارقام از نظر عکس العمل به خمش شاخه اختلاف وجود دارد (۹) عکس العمل متفاوت ارقام به عمل خمش احتمالاً باعث اختلاف در قطر شاخه ارقام شده است. نظری و همکاران (۲۱) نیز در بررسی خود روی ارقام

جدول ۱ - تجزیه واریانس صفات رشدی مورد بررسی
Table 1 – Analysis of variance of evaluated growth traits

منابع تغییر Sources of Variations	درجه آزادی Degrees of Freedom	میانگین مربعات Mean of Squares								
		تعداد جست Number of Shoots	قطر گل Flower Diameter	قطر شاخه Stem Diameter	طول شاخه Stem Length	وزن خشک جست Shoot Dry Weight	وزن تر جست Shoot Fresh Weight	وزن خشک شاخه Stem Dry Weight	وزن تر شاخه Stem Fresh Weight	زمان سبز شدن Time of Bud Burst
رقم Cultivar	2	8.06**	0.4634**	0.0207*	195.38 ^{ns}	0.0826*	0.0614 ^{ns}	63.34**	637.08**	906.80**
تیمار Treatment	2	6.63*	0.1298 ^{ns}	0.0152 ^{ns}	156.12 ^{ns}	0.9506**	1.2162**	13.53 ^{ns}	191.26 ^{ns}	^{ns} 281.57
رقم × تیمار Cultivar × Treatment	4	3.13 ^{ns}	0.0667 ^{ns}	0.0035 ^{ns}	25.01 ^{ns}	0.0323 ^{ns}	0.0628 ^{ns}	8.03 ^{ns}	97.34 ^{ns}	53.68 ^{ns}
خطا Error	17	1.13	0.0525	0.0049	58.40	0.0230	0.0340	7.03	99.65	93.29
ضریب تغییرات CV (درصد)	–	22.53	6.98	10.89	16.30	23.43	16.46	22.30	21.70	7.54

*, **, and ^{ns}, significant at 5 and 1 percent probability level and non-significant
* , ** , ns به ترتیب معنی دار سطح ۵ درصد و ۱ درصد و غیر معنی دار

جدول ۲ - مقایسه میانگین صفات رشدی در بین ارقام رز
Table 2 – Mean comparison of growth traits among different rose cultivars

صفات Traits	Eros	Cherry Brandy	Dancing Queen
وزن تر جست Shoot Fresh Weight(g)	1.219 ^a	1.077 ^a	1.060 ^a
قطر گل Flower Diameter (cm)	3.12 ^b	3.58 ^a	3.193 ^b
طول شاخه Stem Length(cm)	44.58 ^b	52.63 ^a	44.07 ^b
تعداد جست Number of Shoots	4.45 ^b	3.78 ^b	5.80 ^a
وزن خشک جست Shoot Dry Weight(g)	0.7606 ^a	0.5986 ^b	0.577 ^b
وزن خشک شاخه Stem Dry Weight (g)	13.05 ^a	14.02 ^a	8.85 ^b
وزن تر شاخه Shoot Fresh Weight (g)	46.37 ^{ab}	55.23 ^a	37.41 ^b
قطر شاخه Stem Diameter(cm)	0.6419 ^{ab}	0.700 ^{ab}	0.6003 ^b
زمان سبز شدن Time of Bud Burst (Day)	128.80 ^a	138.07 ^a	118.66 ^b

اعداد با حروف مشترک در هر ردیف دارای اختلاف معنی دار ($P<0.05$) با استفاده از آزمون دانکن نمی باشند
Numbers followed by the same letter are not significantly different ($P<0.05$) based on Duncan's multiple range test

جدول ۳ - مقایسه میانگین صفات رشدی در بین تیمارهای مختلف غنچه

Table 3 – Mean comparison of growth traits among the different flower bud treatments

صفات Traits	حذف غنچه و خمش Bud removal and bending	حذف غنچه و خمش بعد از دو هفته Bud removal and bending two weeks later	حفظ غنچه و خمش Keeping bud and bending
وزن تر جست Shoot Fresh Weight(g)	1.4339 ^a	1.223 ^b	0.717 ^c
قطر گل Flower Diameter(cm)	3.41 ^a	3.28 ^a	0.17 ^a
طول شاخه Stem Length(cm)	49.77 ^a	0.4880 ^a	42.30 ^a
تعداد جست Number of Shoots	5.120 ^a	5.37 ^a	3.722 ^b
وزن خشک جست Shoot Dry Weight(g)	0.9225 ^a	0.7404 ^b	0.2899 ^c
وزن خشک شاخه Stem Dry Weight(g)	12.99 ^a	12/13 ^a	10.59 ^a
وزن تر شاخه Shoot Fresh Weight(g)	50.31 ^a	46.51 ^a	41.22 ^a
قطر شاخه Stem Diameter(cm)	0.673 ^a	0.6668 ^a	0.5994 ^a
زمان سبز شدن Time of Bud Burst (day)	125.24 ^b	133.85 ^a	125.97 ^b

اعداد با حروف مشترک در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) با استفاده از آزمون دانکن نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$) based on Duncan's multiple range test

نتیجه‌گیری کلی

زمان سبز شدن بهترین عملکرد را داشته است که می‌توان نتیجه گرفت که حذف منبع مصرف و حفظ برگ‌ها و عدم اختلال در سیستم آوندی در ساقه باعث کاهش کیفیت شاخه برداشتی گردیده است که علت آن می‌تواند وجود غنچه به عنوان منبع مصرف قوی در شاخه خم شده باشد.

نتایج حاصل نشان داد که رقم چری برندی در تمامی صفات مورد بررسی بهترین عملکرد را داشته است و رقم‌های اروس و دانسینق کوبین در مکان‌های بعدی قرار دارند. نتایج نشان داد که تیمار حذف غنچه در ابتدا، بهترین تیمار نسبت به سایر تیمارهای مورد بررسی بوده است. تیمار حذف غنچه و خمش بعد از دو هفته تنها در صفت

جدول ۴- ضرایب همبستگی ساده صفات رشدی مورد بررسی
Table 4- Simple correlation coefficients of the growth traits

صفات Traits	زمان سبز شدن Time of Bud Burst	طول شاخه Stem Length	قطر شاخه Stem Diameter	قطر گل Flower Diameter	تعداد جست Number of Shoot	وزن تر شاخه Stem Fresh Weight	وزن خشک شاخه Stem Dry Weight	وزن تر جست Shoot Fresh Weight
طول شاخه Stem Length (cm)	0.489**							
قطر شاخه Stem Diameter (cm)	0.581**	0.889**						
قطر گل Flower Diameter (cm)	0.383*	0.778**	0.703**					
تعداد جست Number of Shoot	-0.249 ^{ns}	0.113 ^{ns}	-0.105 ^{ns}	0.034 ^{ns}				
وزن تر شاخه Stem Fresh Weight (g)	0.518**	0.872**	0.903**	0.841**	-0.059 ^{ns}			
وزن خشک شاخه Stem Dry Weight (g)	0.515**	0.797**	0.894**	0.693**	-0.113 ^{ns}	0.967**		
وزن تر جست Shoot Fresh Weight (g)	0.207 ^{ns}	0.529**	0.479*	0.494**	0.471*	0.572**	0.552**	
وزن خشک جست Shoot Dry Weight (g)	0.190 ^{ns}	0.497**	0.467*	0.428*	0.452*	0.548**	0.551**	0.983**

*, **, و ^{ns} به ترتیب معنی دار سطح ۵ درصد و ۱ درصد و غیر معنی دار
*, **, and ^{ns}, significant at 5 and 1 percent probability level and non-significant

منابع

1. Anonymous, 2013. International Association of Horticultural Producers, International Statistics – Flowers and Plant Edition 2013. Available at <http://aiph.org/>.
2. Cockshull K. E. 1982. Disbudding and its effect on dry matter distribution in *Chrysanthemum morifolium*. Journal of horticultural science.
3. Farzad M. 1384. Ornamental flowers and plants (translation). Roozbehan, Tehran.
4. Gonzalez-Real M. M., and Baille A. 2000. Changes in leaf photosynthesis parameters with leaf position and nitrogen content within a rose plant canopy (*Rose hybrida*). Plant Cell and Environment, 23: 351-363.
5. Gonzalez-Real M. M., Baille A., and Gutierrez Colomer R.P. 2007. Leaf photosynthetic properties and radiation profiles in a rose canopy (*Rose hybrid* L.) with bent shoots. Scientia Horticulturae, 114: 117-187.
6. Heichel G.H., and Turner N.C. 1983. CO₂ assimilation of primary and regrowth foliage of red maple (*Acer rubrum* L.) and red oak (*Quercus rubra* L.) Response to defoliation. Oecologia, 57: 14-19.
7. Joshel C., and Melnicoe, R. 2004. Crop timeline for California greenhouse grown cut roses, 1-28.
8. Kajihara S., Itou J., Katsutani N., Goto T., and Shimaji H. 2009. Partitioning of photosynthates originating from bent shoot in the arching and high-rack culture systems of cut rose production. Scientia Horticulturae, 121: 485-489.
9. Kim S. H., and Lieth J. H., 2003. A coupled model of photosynthesis, stomatal conductance and transpiration for a rose leaf (*Rose hybrida* L.). Annals of Botany, 91: 771-781.

10. Kim S.H., and Lieth J. H., 2004. Effect of shoot-bending on productivity and economic value estimation of cut-flower roses grown in Coir and UC mix. *Scientia Horticulturae*, 99: 331-342.
11. Kool M. T. N., De Graaf R., and Rou-Haest C. H. M. 1997. Rose flower production as related to plant architecture and carbohydrate content; effect of harvesting method and plant type. *Scientia Horticulturae*, 72: 623-633.
12. Kool M. T. N., and Lenssen E. F. A., 1997. Basal-shoot formation in young rose plants. Effect of bending practice and plant density. *Scientia Horticulturae*, 7: 635-644.
13. Langhans R. W. 1987. Timing, pruning and supporting. In; Langhans, R. W.(Ed.), *Roses; A manual of greenhouse production*. Roses Inc., Haslett, MI, 65-70.
14. Lawn R. j. , and Brun W. A. 1974. Symbiotic nitrogen fixation in soybeans, I. Effect of photosynthetic source _sink manipulation. *Crop Science*, 14: 11-16.
15. Marcelis-van Acker C. A. M. 1993. Morphological study of the formation and development of basal shoots in roses. *Scientia Horticulturae*, 54: 143-152.
16. Marcelis-van Acker C. A. M. 1994. Axillary bud development in roses. Ph. D. Dissertation. Wageningen Agricultural University, 109-117.
17. Matloobi M., Baille A., Gonzalez-Real M. M., and Gutierrez Colomer R. P. 2008. Effects of sink removal on leaf photosynthetic attributes of rose flower shoots (*Rosa hybrid* L., cv. Dallas). *Scientia Horticulturae*, 118: 321-327.
18. Medhurst J. L., Pinkard E. A., Beadle C. L., and Worledge D. 2001. Photosynthetic capacity increases in *Acacia melanoxylon* following from pruning in a two-species plantation. *Forest Ecology and Management*, 233: 250-259.
19. Mor Y., and Halevy A. H., 1979. Translocation of 14 C-assimilation in roses. I. The effect of age of the shoot and the location of the source leaf. *Plant Physiology*, 45: 177-182.
20. Myera D. A., Thomas R. B., and Delucia E. H. 1999. Photosynthesis response of loblolly pine (*Pinus taeda*) needles to experimental reduction in sink demand. *Tree Physiology*, 19: 235-242.
21. Nazari F., Khosh-Khui M., and Salehi H., 2009. Growth and flower quality of four *rose hybrid* L. cultivars in response to propagation by stenting or cutting in soilless culture. *Scientia Horticulturae*, 119: 302-305.
22. Sarkka L. E., and Rita H. J., 1999. Yield and quality of cut roses produced by pruning or by bending down shoots. *Gartenbauwissenschaft*, 64(4): 173-176.
23. Sarkka L. 2004. Yield, quality and vase life of cut rose in year-round greenhouse production. University of Helsinki, Department of Applied Biology, Publication, 1-64.
24. Van Labeke M. C., Dambre P., and Bodson M. 2000. Effects of supplementary lighting and bending technique on growth, flowering and carbohydrate status of (*Rosa hybrida* 'Frisco'). *Acta horticulturae*, 515: 245-255.
25. Van Labeke M. C., Dambre P., Bodson M., and Pien H., 2001. Development changes in carbohydrate content in rose shoots (*Rosa hybrid* 'Frisco'). *Acta horticulturae*, 547: 193-201.
26. Zieslin N., Hurwitz A., and Halevy H. 1975. Flower production and the accumulation and distribution of carbohydrates in different parts of Baccara rose plants as influenced by various pruning and pinching treatments. *Scientia Horticulturae*, 50: 339-348.
27. Ziesline N., and Mor Y. 1981. Plant management of greenhouse roses. The pruning. *Scientia Horticulturae*, 14: 285-293.



اثر بسترهای کشت بر مصرف آب و ویژگی‌های گل گازانیا (*Gazania hybrida*) در بام سبز

طاهره بهرامی^۱ - وحید روحی^{۲*} - عبدالرحمان محمد خانی^۳ - سعید ریزی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۰۴

چکیده

بام سبز یکی از پدیده‌های نو در معماری و شهرسازی و برخاسته از مفاهیم توسعه‌ی پایدار است که از آن می‌توان به منظور افزایش سرانه فضای سبز، ارتقای کیفیت محیط‌زیست و کاهش مصرف انرژی بهره برد. به منظور بررسی اثر برخی از بسترهای کشت بر میزان مصرف آب و ویژگی‌های رویشی و زایشی گیاه گازانیا (*Gazania hybrida*) در بام سبز از نوع گسترده آزمایشی به صورت فاکتوریل در بستر کاشت پایه (کوکوپیت ۱۵، پرلیت ۱۵، خاک برگ ۱۰، کود دامی پوسیده ۱۰، خاک زراعی ۵۰ درصد) و با استفاده از فاکتورهای ورمی کمپوست (صفر، پنج و ۱۰ درصد) و پوست برنج (صفر، هفت و ۱۴ درصد) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۹ تیمار و ۳ تکرار در سال ۱۳۹۳ به اجرا در آمد. صفات مورد بررسی شامل تعداد گل، متوسط گلدهی در روز، قطر گل، قطر ساقه، ارتفاع ساقه، طول و عرض بوته، تعداد گیاهچه، حجم ریشه، میزان کلروفیل، میزان مصرف آب و وزن بسترهای کاشت بود. نتایج نشان داد که تیمار ورمی کمپوست تاثیر معنی‌داری بر تعداد گل، قطر گل و ارتفاع ساقه داشته است در حالی که این تاثیر بر قطر ساقه مشاهده نشد. همچنین در بیش تر صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای اعمال شده و تیمار شاهد وجود داشت. از آنجایی که ورمی کمپوست به همراه پوست برنج باعث افزایش گلدهی و کاهش میزان مصرف آب گردید، بنابراین کاربرد ورمی کمپوست و پوست برنج به عنوان بستر کشت در بام‌های سبز توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پوست برنج، پوشش گیاهی، فضای سبز، میزان مصرف آب، ورمی کمپوست

مقدمه

آب (بیش از ۹۴ درصد) در زمینه کشاورزی و فضای سبز می‌باشد، بنابراین برای این که بتوان در آینده با مشکل کم آبی مبارزه نمود راندمان آب مورد نیاز در این بخش باید افزایش یابد (۴۵). مهم‌ترین بخش طراحی و بهره‌برداری از سیستم‌های تأمین کننده آب مورد نیاز، تخمین نیاز آبی گیاه می‌باشد (۵۲). تخلیه مجاز رطوبت خاک، متداول‌ترین معیار برای تعیین زمان آبیاری، به ویژه در استفاده از روش‌های بیلان آب در برنامه ریزی‌های آبیاری به شمار می‌آید. این معیار بیان گر بخشی از ظرفیت ذخیره آب قابل دسترس یا قابل استخراج توسط گیاه در ناحیه توسعه ریشه است، به طوری که در فاصله دو آبیاری متوالی شرایطی بدون تنش و یا با تنش اندک برای رشد گیاه فراهم گردد (۲۹).

بام سبز از لایه‌های مختلفی تشکیل شده که هر کدام دارای عملکرد خاصی می‌باشند. لایه‌های بام سبز شامل: لایه محافظ (Protection layer)، لایه زهکش (Drainage layer)، محیط کشت (Growing medium) و لایه پوشش گیاهی (Plant layer) می‌باشد. محیط کشت فضایی است که گیاهان در آن شروع به رشد و نمو می‌کنند. این محیط باید مواد مغذی و ظرفیت نگهداری آب کافی

گسترش فیزیکی شهرها منجر به از بین رفتن طبیعت سبز شده است. بنابراین ایجاد و توسعه فضای سبز نقش مهمی در زندگی تمام موجودات از جمله انسان دارد اطمینان از فضای سبز کافی در مناطق شهری به بهبود و جبران اثرات منفی زندگی شهری کمک می‌کند (۱۴). استفاده از بام سبز یکی از فن‌آوری‌های پیشرفته فضای سبز است. بام سبز نه تنها سطحی است که با رنگ سبز پوشیده شده، بلکه یک سطح زنده از گیاهان در بالای بام است که بام گیاهی و بام زیستی نیز نامیده می‌شود (۳۸). اولین بام سبز گزارش شده در تاریخ بشری باغ‌های معلق بابل است. شیوه‌های معماری و آثار بدست آمده چنین عظمتی را در این سرزمین به اثبات رسانده است (۳۸). کشور ایران با متوسط بارندگی در حدود ۲۵۲ میلی‌متر جزو کشورهای خشک و نیمه خشک دنیا محسوب می‌شود (۴۵). بخش عمده مصرف

۱، ۲ و ۳ - به ترتیب دانشجوی پیشین کارشناسی ارشد، استادیار، دانشیار و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهرکرد

(Email: v.rouhi@gmail.com)

(*) نویسنده مسئول:

دارای عناصر غذایی ماکرو و میکرو برای گیاهان است (۳۱). سازمان پارک‌ها و فضای سبز استان تهران، در سال‌های اخیر اقدام به احداث طرح پابلوت بام سبز نمود، بستر کشتی که در این طرح استفاده شد شامل یک مخلوط معمولی مناسب، شامل یک سوم ماسه، یک سوم سنگ‌های متخلخل و یک سوم گیاه‌خاک مصنوعی (ترکیبی از چوب پوسیده و کود نباتی) بود. در این طرح ضخامت خاک به کار رفته بین ۱۰-۱۵ سانتی‌متر بود به طوری که جواب‌گوی گونه‌های گیاهی به کار رفته باشد. اگر چه بسته به گونه گیاهی مورد استفاده ضخامت خاک تغییر داده شد (۳۶).

با توجه به شرایط اقلیمی ایران و مشکل کم آبی و خشک‌سالی طی سال‌های اخیر و همچنین پایین بودن سطح سرانه فضای سبز در مقایسه با استانداردهای تعریف شده، استفاده گیاهان مناسب و سازگار با شرایط آب و هوایی منطقه جهت توسعه بام سبز ضرورت دارد. گازانیا با نام علمی *Gazania hybrida* گیاهی یکساله و از خانواده Asteraceae می‌باشد. این گیاه بومی آفریقای جنوبی بوده و در برابر انواع تنش‌های محیطی از جمله سرما و خشکی تحمل نسبتاً بالایی دارد و شرایط آفتابی و خاک‌های نسبتاً سبک را می‌پسندد (۲۱).

بام‌های سبز در کشورهای اروپایی تبدیل به یکی از اجزای معمول و نسبتاً ضروری در ساختمان‌ها شده است، اما در بسیاری از کشورها همانند ایران، بام سبز همچنان عنصری ناشناخته و غریب محسوب می‌شود. روند رو به رشد به کارگیری سیستم‌های بام سبز در دهه‌های اخیر به ویژه در کشورهای توسعه یافته که به دنبال رفع معضلات شهری و بهبود شرایط اجتماعی و اقتصادی و به ویژه کاهش در مصرف انرژی هستند، باعث شده تا بررسی دقیق مکانیسم آن مورد توجه واقع شود. چنانچه بام سبز درست طراحی و اجرا شود در بازدهی اکولوژیکی شهری نقش موثری دارد (۴۴). به منظور انتخاب بهترین بستر کاشت در احداث بام سبز و بررسی میزان مصرف آب در این بسترها، به واسطه پژوهش حاضر، این امکان فراهم آمد تا این مکانیسم مورد مطالعه واقع شود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر برخی بسترهای کشت بر میزان مصرف آب و ویژگی‌های رویشی و زایشی گیاه گازانیا (*Gazania hybrida*) در بام سبز، آزمایشی در سال ۱۳۹۳ بر روی بام بخش تاسیسات گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد تأیید و اجرا گردید. مشخصات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، بین ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی می‌باشد. ارتفاع از سطح دریا در این منطقه ۲۰۷۰ متر و میانگین حداقل و حداکثر مطلق دما به ترتیب ۳۲- و ۴۲ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه ۱۱۶ میلی‌متر است. منطقه مورد نظر دارای اقلیم نیمه مرطوب معتدل

برای حمایت از گیاهان بام سبز را داشته باشد. اصولاً بستر، دارای ۸۰ درصد مواد معدنی سبک، ۲۰ درصد مواد آلی و حدوداً ۳۰ درصد ظرفیت نگهداری آب می‌باشد که با توجه به شرایط اقلیمی منطقه و سازه‌ی ساختمان، ترکیب بستر رشد می‌تواند متفاوت باشد (۴۴). پوشش‌های حاوی ماده معدنی که از خاک رس منبسط شده تشکیل یافته‌اند و همچنین پرلیت، پیت ماس، پشم سنگ، پوست برنج، خاک‌برگ و غیره به طور قابل ملاحظه‌ای دارای تراکم کم‌تر و میزان جذب آب بیش‌تر نسبت به مواد معدنی طبیعی هستند و به دلیل سبک بودن، متداول‌ترند. در مقابل، بسترهای کشت کوکوپیت، پیت‌اسفاگونوم، ورمی کمپوست و غیره از جمله بسترهای نسبتاً سنگین می‌باشند که عناصر غذایی مناسب را برای گیاه فراهم می‌سازند. با ترکیب مناسب بسترهای کاشت (پرلیت، کوکوپیت، خاک‌برگ، خاک‌زراعی، ورمی کمپوست و کود دامی) علاوه بر فراهم نمودن عناصر غذایی و حفظ رطوبت لازم، می‌توان بهترین محیط کشت را برای رشد و پرورش گیاهان و همچنین بستری سبک و مناسب برای سازه‌های ساختمانی بام سبز ایجاد نمود. همه‌ی انواع گیاهان می‌توانند روی بام سبز رشد کنند اما مواردی مانند ابعاد ریشه و تاج گیاه، حجم خاک مورد نیاز، جهت مناسب برای نورگیری، آب و هوا، طرح سازه، بودجه تعمیر و نگهداری و ابتکار و خلاقیت در طراحی، تنوع گونه‌های قابل استفاده را محدود می‌کند. پوشش گیاهی مورد استفاده باید ضمن تبعیت از مناظر مجاور، متناسب با شرایط آب و هوایی منطقه انتخاب گردد (۳۰).

به‌طور کلی سه عامل مکانی، اجتماعی و اقتصادی در انتخاب گونه‌های مناسب دخیل هستند. در انتخاب گونه‌ها در بام‌ها و فضای سبز، معیارهای انتخاب گونه گیاهی شامل: گیاهان با نیاز آبی پایین، گونه‌های مناسب با طول عمر زیاد، گونه‌های بدون ایجاد آلرژی، گیاهان کم توقع، گونه‌هایی که به هرس و فرم دهی کم‌تری نیاز دارند، گونه‌هایی با مواد مترشح کم‌تر، گیاهان جایگزین چمن و غیره می‌باشد (۴۷).

محیط کشت به واسطه ویژگی‌های خاص سازه‌ای باید وزن کمی داشته باشد به همین دلیل نسبت به خاک معمولی تفاوت‌هایی دارد. به طور مثال، محیط کشت کوکوپیت (الیاف نارگیل) دارای بذر علف‌های هرز و یا عوامل بیماری‌زا نیست و در مقایسه با پیت خزه خشک، آب را آسان‌تر جذب می‌کند، نگهداری و تهویه مناسب‌تری دارد، ظرفیت تبادل کاتیونی آن کم تا متوسط (۳/۹ تا ۸/۴ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب) می‌باشد و pH آن ۴/۵ تا ۶/۹ است. از دیگر ویژگی‌های کوکوپیت می‌توان به ثبات عالی و چگالی توده کم، نسبت کربن به نیتروژن متوسط و کند بودن فرایند پوسیدگی در آن اشاره نمود. پرلیت از دیگر محیط کشت‌های مناسب است که دارای ظرفیت نگهداری آب و تهویه بالا، ظرفیت تبادل کاتیونی کم و pH حدود ۷/۵ می‌باشد. ورمی کمپوست نیز بستری سبک و فاقد هر گونه بو،

بوسیله اسپکتروفتومتر (مدل JENWAY- 6320-D) اندازه‌گیری شد. داده‌های به دست آمده با استفاده از برنامه نرم افزاری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال $p < 0/05$ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تیمار ورمی کمپوست بر تعداد گل، متوسط گلدهی در روز و ارتفاع ساقه گل دهنده گل‌گازانیا اثرات معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشته در صورتی که اثر آن بر قطر ساقه معنی‌داری نمی‌باشد (جدول ۱). هم‌چنین نتایج، نشان دهنده اثرات معنی‌دار تیمار پوست برنج بر تعداد گل، متوسط گلدهی و قطر گل بود اما تیمار مذکور اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر قطر و ارتفاع ساقه ایجاد نکرد. به نظر می‌رسد بالا بودن میزان عناصر غذایی به ویژه نیتروژن در ورمی کمپوست (نسبت به سایر ترکیب‌های مورد استفاده)، جذب آب و فراهمی مطلوب عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف را افزایش داده و در نتیجه با بهبود فرآیند فتوسنتز، رشد رویشی گیاه و در نتیجه باعث افزایش ارتفاع بوته‌ها در تیمار ورمی کمپوست شده است (جدول ۱). ورمی کمپوست یک کود آلی شامل یک مخلوط زیستی بسیار فعال از میکروب‌های مفید، آنزیم‌ها، ویتامین‌ها، هورمون‌ها، عناصر غذایی است (۱۰) که در نتیجه فعالیت گونه‌ای از کرم‌های خاکی بر ضایعات شهری، صنعتی و کشاورزی تولید می‌شود (۴۹). این ماده دارای ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و عناصر غذایی مانند فسفر، نیتروژن، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به اشکال قابل جذب و در دسترس برای گیاه می‌باشد (۷). ورمی کمپوست غنی از هورمون‌های رشد و ویتامین‌ها بوده که باعث افزایش جمعیت میکروبی خاک و نگهداری طولانی مدت عناصر غذایی بدون اثرات منفی بر محیط می‌گردد (۴۰). گزارش شده است که ورمی کمپوست به عنوان اصلاح کننده آلی خاک، در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاهان مؤثر است (۴۲). احتمالاً مصرف مقادیر مناسب ورمی کمپوست از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم کننده‌های رشد گیاه توسط این موجودات و نیز فراهمی جذب بیش‌تر عناصر غذایی، سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی گردیده و در نهایت به افزایش گلدهی می‌انجامد. در تحقیقی تاثیر ورمی کمپوست بر میزان گلدهی و تعداد چتر در گیاه دارویی رازیانه مثبت ارزیابی شده است (۱۲). هم‌چنین گزارش شده است که کاربرد کمپوست و کود دامی، وزن خشک و غلظت فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، کلسیم و سدیم اندام هوایی گندم را نسبت به تیمار شاهد افزایش داده است (۴۳). نتایج پژوهش حاضر با گزارش‌های محبوب خمایی (۳۴) بر گیاه دیفن باخیا، حمید پور و همکاران (۸) بر گیاه اطلسی و جناتی (۲۵) بر گیاه دارویی مرزه مطابقت دارد.

با تابستان‌های معتدل و زمستان‌های بسیار سرد می‌باشد. این آزمایش به صورت فاکتوریل (دو عامله) در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به منظور بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه‌گازانیا انجام شد. یک فاکتور بستر کاشت حاوی ورمی کمپوست با سه سطح صفر، پنج و ۱۰ درصد و فاکتور دیگر بستر کاشت حاوی پوست برنج با سه سطح صفر، هفت و ۱۴ درصد می‌باشد. نشا گیاه زینتی گازانیا در محیط کشت پایه (کوکوپیت ۱۵، پرلیت ۱۵، خاک برگ ۱۰، کود دامی پوسیده ۱۰، خاک زراعی ۵۰ درصد) حاوی فاکتورهای ذکر شده ورمی کمپوست و پوست برنج در بسترهایی با ابعاد 60×60 سانتی‌متر و عمق ۲۰ سانتی‌متر روی بام به ارتفاع حدود چهار متر از سطح زمین کشت گردید.

عملیات آماده سازی بام سبز شامل تهیه لایه زهکش، محافظ کنفی، لایه فیلتر و کارتن پلاست‌هایی با ابعاد مورد نظر و بسترهای کاشت با نسبت‌های مختلف بود. سپس نشا گل‌گازانیا که از سازمان پارک‌ها و فضای سبز استان اصفهان تهیه شده بود درون این بسترها کشت شد. صفات مورد اندازه‌گیری در این مطالعه، شامل تعداد گل، متوسط گلدهی در روز، قطر گل، قطر ساقه، ارتفاع ساقه، طول و عرض بوته، قطر طوقه، تعداد گیاهچه، حجم ریشه و میزان کلروفیل a، b و کل بررسی شدند. هم‌چنین در این تحقیق، میزان مصرف آب در هر بستر و هم‌چنین وزن بسترهای مختلف از لحاظ سبکی و سنگینی به منظور سازگاری با وزن متحمل شده از سوی ساختمان مورد محاسبه قرار گرفت.

میزان مصرف آب

به منظور تعیین میزان مصرف آب در هر بستر، آبیاری بر اساس تخلیه رطوبت ۵۰ درصد (زمانی آبیاری انجام می‌شود که ۵۰ درصد رطوبت قابل دسترس، تخلیه شده باشد) در نظر گرفته شد. نقاط ظرفیت زراعی (θFC) و پژمردگی دایم (θPWP) از آزمون خاک به دست آمد. سپس برای تعیین زمان آبیاری، رطوبت خاک با محاسبه تبخیر و تعرق روزانه (با استفاده از داده‌های هواشناسی که به صورت روزانه از سازمان هواشناسی استان تهیه می‌گردید) هنگامی که به ضریب تخلیه مجاز (MAD) رسید، انجام گرفت.

اندازه‌گیری کلروفیل

به منظور اندازه‌گیری کلروفیل a و b از روش آرنون استفاده شد (۴). استخراج کلروفیل از برگ‌ها با کمک استون ۸۰ درصد انجام شد. ساییدن برگ با استون، تدریجی و تا حصول یک محلول بی رنگ ادامه یافت. سپس محلول حاصل بمدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ rpm سانتریفیوژ (مدل ROTOSIX-32) شد و جذب نوری روشن‌آور در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر

تیمار ورمی کمپوست نسبت به سایر کودهای زیستی گزارش شده است (۴۶). نتایج مطالعات آستارائی (۶) نیز مبین برتری ورمی کمپوست نسبت به کمپوست شهری در خصوص ارتفاع بوته گیاه اسفرزه است. بنابراین، می‌توان اظهار داشت با توجه به بالا بودن عناصر غذایی در ورمی کمپوست و نیز تاثیر مناسبی که این کودها بر فراهمی رطوبت و عناصر غذایی پرمصرف در خاک و جذب آن توسط گیاه دارند، موجب افزایش تعداد ساقه‌های فرعی شده است.

نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که اختلاف بین سطوح مختلف ورمی کمپوست از نظر تعداد گل، متوسط گلدهی و ارتفاع ساقه گل دهنده معنی‌دار بوده است. به‌طوری که بیش‌ترین تعداد گل (۸۸/۳۳ عدد)، متوسط گلدهی در روز (۶/۳۰ عدد) و ارتفاع ساقه گل دهنده (۱۴/۵۲ سانتی‌متر) مربوط به تیمارهای ۱۰ درصد ورمی کمپوست و کم‌ترین آن‌ها مربوط به تیمار شاهد می‌باشد (جدول ۲). در گزارشی افزایش ارتفاع گیاه دارویی زیره سبز در اثر

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر بسترهای کشت بر برخی ویژگی‌های گل گازانیا در بام سبز

Table 1- ANOVA of medium culture effect on some characteristics of Gazania flowers in green roof

میانگین مربعات Mean of Squares						
منبع تغییر Source of variations	درجه آزادی DF	تعداد گل Number of Flower	متوسط گلدهی در روز Flowering Average/Day	قطر گل Flower Diameter (mm)	قطر ساقه Stem Diameter (mm)	ارتفاع ساقه Plant Height (cm)
ورمی کمپوست (A) Vermicompost	2	1651.14**	8.42**	6.46 ^{ns}	0.04 ^{ns}	7.96*
پوست برنج (B) Rice Hull	2	700.48**	3.57**	48.01**	0.04 ^{ns}	3.61 ^{ns}
A×B	4	661.53**	3.37**	18.69 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.61 ^{ns}
خطا Error	18	28.48	0.14	12.02	0.03	1.39

ns, *, **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, *, **: non-significant and significant at $p < 0/05$ and $p < 0/01$, respectively

متوسط گلدهی در روز (۵/۸۸ و ۵/۸۶) به ترتیب مربوط به تیمارهای (۱۴ و هفت درصد پوست برنج) است که البته بین اثر این دو تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کم‌ترین تعداد گل و متوسط گلدهی در روز مربوط به تیمار شاهد می‌باشد. بیش‌ترین قطر گل (۵۳/۷ میلی‌متر) مربوط به تیمار ۱۴ درصد پوست برنج و بیش‌ترین ارتفاع ساقه مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین آن‌ها (۱۳ میلی‌متر) مربوط به تیمار هفت درصد پوست برنج است. پوسته برنج به طور طبیعی حاوی مقادیر بالایی سیلیس می‌باشد که از آن به عنوان جایگزینی برای پرلیت در چند سال گذشته استفاده شده است (۱۳). این ماده به عنوان یک منبع مکمل حاوی سیلیس در مزرعه و در محیط‌های پژوهشی استفاده می‌شود (۴۱).

در گیاه گازانیا افزایش قطر گل تحت تاثیر تیمارهای بکار رفته مشابه نتایج کامنیدو و همکاران (۲۶) روی گیاه ژربرا و گیاه رز مینیاتوری می‌باشد. افزایش قطر گل و ساقه‌ی گل دهنده با افزایش درصد سبوس برنج، احتمالاً به دلیل ویژگی سیلیس در کاهش تبخیر و تعرق و افزایش مقاومت برگی است که این امر به طور کلی با رسوب سیلیس در دیواره‌ی سلولی و ایجاد یک لایه‌ی محافظ در زیر کوتیکول ارتباط دارد (۱۷، ۳۲ و ۳۳). پوسته برنج احتمالاً یک دفاع

نتایج این تحقیق با نتایج سانچز گوین و همکاران (۴۸) مطابقت دارد، آن‌ها گزارش کردند که کاربرد کودهای بیولوژیک در گیاهان دارویی بابونه و همیشه بهار باعث افزایش عملکرد گل شده است. احتمالاً افزودن کمپوست به خاک نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است، بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، باعث افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک شده است. نتایج تحقیقات آنوار و همکاران (۳) در مورد گیاه دارویی نعناع نیز مؤید همین مطلب است. گزارش شده که با افزایش سطوح ورمی کمپوست (صفر، پنج، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی)، ارتفاع بوته، زود گلدهی و عملکرد گل گیاه دارویی بابونه بهبود یافته است (۱۶) بدین ترتیب نتایج این پژوهش با نتایج مزبور مطابقت دارد. همچنین نتایج این تحقیق، با نتایج حاصل از مطالعات امین الرعایا و همکاران (۲) بر گیاه همیشه بهار، شهبازی و همکاران (۵۱) بر گل میخک و چمنی و همکاران (۱۱) بر گل اطلسی مطابقت دارد (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده اثر معنی‌دار تیمارهای مختلف پوست برنج بر تعداد گل، متوسط گلدهی در روز، قطر گل و ارتفاع ساقه می‌باشد (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد گل (۸۲/۴ و ۸۲/۱) و

مکانیکی در کاهش سرعت تبخیر و تعرق ایجاد کرده و می‌تواند دلیلی بر افزایش قطر گل و ساقه باشد (۲۶، ۲۷ و ۲۸).

جدول ۲- اثر بسترهای کشت بر برخی ویژگی‌های گل‌گازانیا در بام سبز

Table 2 - Medium cultures effect on some characteristics of Gazania flowers in green roof

Vermicompost	تعداد گل Number of Flowers	متوسط گلدهی در روز Flowering Average/Day	قطر گل Flower Diameter (mm)	قطر ساقه Stem Diameter (mm)	ارتفاع ساقه Plant Height (cm)
ورمی کمپوست صفر Vermicompost (zero)	62.1 ^C	4.43 ^C	50.63 ^a	2.00 ^a	12.67 ^b
ورمی کمپوست ۵٪ Vermicompost (5%)	81.1 ^b	5.79 ^b	52.16 ^a	2.10 ^a	13.87 ^a
ورمی کمپوست ۱۰٪ Vermicompost (10%)	88.3 ^a	6.30 ^a	52.03 ^a	2.12 ^a	14.52 ^a
Rice Hull	تعداد گل Number of Flowers	متوسط گلدهی در روز Flowering Average/Day	قطر گل Flower Diameter (mm)	قطر ساقه Stem Diameter (mm)	ارتفاع ساقه Plant Height (cm)
پوست برنج صفر Rice hull (zero)	67.00 ^b	4.78 ^b	49.17 ^b	2.10 ^a	14.27 ^a
پوست برنج ۷٪ Rice hull (7%)	82.11 ^a	5.86 ^a	51.90 ^b	1.99 ^a	13.01 ^b
پوست برنج ۱۴٪ Rice hull (14%)	82.44 ^a	5.88 ^a	53.76 ^a	2.13 ^a	13.77 ^{ab}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P < 0.05$) based on Duncan's multiple range test

درصد ورمی کمپوست و کم‌ترین آن‌ها مربوط به تیمار شاهد می‌باشد. همچنین بیش‌ترین حجم ریشه (۲۱/۳ میلی‌لیتر) مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین آن‌ها مربوط به تیمار ورمی کمپوست ۱۰ درصد بوده است (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها بیانگر آن است که اثر سطوح مختلف پوست برنج بر قطر طوقه، تعداد گیاهچه و حجم ریشه معنی‌دار بوده است به‌طوری که بیش‌ترین قطر طوقه (۳۱/۵ میلی‌متر) مربوط به تیمار هفت درصد و بیش‌ترین تعداد گیاهچه (۱۰/۶ عدد) و حجم ریشه (۲۰/۷ میلی‌لیتر) مربوط به تیمار ۱۴ درصد پوست برنج می‌باشد (جدول ۴).

پوسته برنج غنی از مواد آلی بوده و ظرفیت بافری بالایی ایجاد می‌نماید که به توسعه سیستم ریشه و در نهایت رشد گیاه کمک می‌کند (۲۲). در آزمایشی که توسط ایندن و تورس (۲۳) در مقایسه چهار بستر کشت پشم شیشه، پرلیت به علاوه پوسته برنج کربونیزه، پوست سرو و فیبر نارگیل روی گوجه فرنگی انجام شد بیش‌ترین عملکرد کل و تعداد میوه را از بستر پرلیت به علاوه پوسته برنج کربونیزه بدست آوردند. این نتایج (جدول‌های ۳ و ۴) با نتایج مطالعات عامری بر توت فرنگی (۱)، محمودی بر گیاه مریم گلی (۳۷) و بیک خورمیزی بر گیاه گوجه فرنگی (۲۰) مبنی بر اثر گذاری بستر کشت بر قطر طوقه هماهنگی دارد.

نتایج اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی روی گیاه گازانیا نشان داد

گول (۱۸) با مطالعه اثر ده بستر کشت متفاوت از جمله سیوس برنج، توف (خاکستر آتش‌فشانی)، پرلیت، پیت و مخلوطی از بسترهای ذکر شده روی عملکرد گوجه فرنگی به این نتیجه رسید که بستر سیوس برنج و توف (خاکستر آتش‌فشانی) نسبت به سایر بسترها باعث کاهش ارتفاع گیاه می‌شود. بر همین اساس نتایج این پژوهش با نتایج مطالعه حمید پور (۱۹) روی گل آهار، محبوب خمایی (۳۵) روی گیاه فیکوس بنجامین و ارشد و چمنی (۵) روی گل اطلسی مطابقت دارد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار ورمی کمپوست اثرات معنی‌داری بر عرض بوته (به دلیل تیپ رویشی روزت گیاه گازانیا که به صورت بیضی شکل گسترده می‌شود کم‌ترین پهنای گسترش یافته به عنوان عرض بوته در نظر گرفته شد)، طول بوته، قطر طوقه و حجم ریشه گیاه گازانیا دارد در صورتی که بر تعداد گیاهچه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. نتایج مذکور هم‌چنین نشان دهنده اثرات معنی‌دار تیمار پوست برنج بر قطر طوقه، تعداد گیاهچه و حجم ریشه می‌باشد اما اثر معنی‌داری بر عرض بوته و طول بوته نداشت (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف ورمی کمپوست نشان دهنده اختلاف معنی‌داری بر عرض بوته، طول بوته، قطر طوقه و حجم ریشه است. به ترتیب بیش‌ترین عرض بوته (۲۸/۴ سانتی‌متر)، طول بوته (۳۱/۴ سانتی‌متر) و قطر طوقه (۳۲/۳۸ میلی‌متر) مربوط به تیمار ۱۰

ورمی کمپوست منابع تغذیه‌ای و پوست برنج علاوه بر سبک‌تر کردن بستر کشت رطوبت مورد نظر را همراه با وجود ورمی کمپوست در بستر برای گیاه فراهم نمود.

هم‌چنین طی دوره زمانی مشخص (۳ ماهه)، میزان مصرف آب با توجه به تبخیر و تعرق روزانه برای هریک از بسترهای کاشت مورد محاسبه قرار گرفت که بسترهای کاشت حاوی ورمی کمپوست صفر به همراه پوست برنج ۱۴ درصد (کم‌ترین میزان مصرف آب را نسبت به شاهد از خود نشان دادند (شکل ۳). برای به دست آوردن تبخیر و تعرق گیاه، به صورت معمول از ضرب ضرب گیاهی در تبخیر و تعرق گیاه مرجع استفاده شد (۳۹). در این تحقیق به دلیل تبخیر و تعرق بالا در مرداد ماه میزان مصرف آب نسبت به ماه‌های دیگر بیش‌تر بوده و با مطلوب شدن دمای هوا در مهر ماه میزان مصرف آب به شدت کاهش یافته است (شکل ۳). پوسته‌ی برنج شامل فیبر، مواد معدنی مانند اکسید آهن و آلومینیوم، سلولز، سیلیس، چربی و پروتئین است (۲۳). یک ماده ارزان با ظرفیت تبادل کاتیونی و نگهداری آب بالا که به صورت مخلوط با دیگر مواد می‌تواند به عنوان بستر کشت گیاهان بکار رود. پوست برنج نه تنها به بهبود شرایط تغذیه‌ای و رطوبتی بستر کمک می‌کند بلکه موجب افزایش منافذ هوا نیز می‌گردد. با به کار بردن پوست برنج در بستر کشت ضریب استفاده عناصر غذایی از محلول‌های غذایی، ذخیره سازی کربن و نگهداری رطوبت در بستر کشت افزایش می‌یابد (۲۴). هم‌چنین سیلیس موجود در پوست برنج لایه‌ای محافظ در زیر کوتیکول ایجاد نموده که کاهش تبخیر و تعرق را بدنبال دارد و خروج غیر ضروری آب را محدود می‌کند (۴۵).

که اثرات متقابل سطوح تیمارهای ورمی کمپوست و پوست برنج، صفات مورد مطالعه از قبیل تعداد گل، متوسط گلدهی در روز، قطر گل، طول بوته، عرض بوته، قطر طوقه و غیره را تحت تاثیر قرار داده است (جدول ۵). به نظر می‌رسد که استفاده از ورمی کمپوست میزان عناصر غذایی در خاک را بهبود بخشیده و پوست برنج در کنار آن موجبات تخلخل بهتر برای بستر و گیاه را فراهم کرده است.

در میان رنگدانه‌های فتوسنتزی برگ گیاه گازانیا (کلروفیل a و کلروفیل b)، کلروفیل a، تحت تاثیر تیمار ورمی کمپوست و اثرات متقابل دو تیمار اعمال شده، قرار گرفته است. پوست برنج بر میزان کلروفیل a تاثیر معنی‌داری نداشته است (جدول ۶). در این آزمایش بیش‌ترین میزان کلروفیل a مربوط به تیمار ورمی کمپوست پنج درصد در ترکیب با پوست برنج هفت درصد می‌باشد (شکل ۱). به نظر می‌رسد که افزایش تخلیه رطوبت خاک منجر به کاهش جذب آب توسط ریشه و در نتیجه کاهش میزان فتوسنتز و عملکرد محصول گردیده است (۱۵). پژوهش خرم دل و همکاران (۹)، به افزایش رنگدانه‌ها با افزودن کود بیولوژیک اشاره دارد. این در حالی است که در سایر گیاهان کاربرد بیش‌تر کودهای حاوی نیتروژن، تاثیر مثبتی بر افزایش میزان کلروفیل‌ها را به همراه داشته است (۵۰).

در این تحقیق، وزن بسترهای مختلف نیز از لحاظ سبکی و سنگینی برای ارزیابی وزن ایجاد شده روی ساختمان مورد محاسبه قرار گرفت. سنگین‌ترین بستر مربوط به تیمار شاهد (۳۶/۱ کیلوگرم) و سبک‌ترین بستر مربوط به تیمار حاوی مقادیر ورمی کمپوست پنج درصد به همراه پوست برنج ۱۴ درصد (۳۱/۹ کیلوگرم) بود (شکل ۲).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر بسترهای مختلف کشت بر برخی ویژگی‌های گل‌گازانیا در بام سبز

Table 3- ANOVA of medium cultures effect on some characteristics of Gazania flowers in green roof

میانگین مربعات Mean of Squares						
منبع تغییر Source of variations	درجه آزادی DF	عرض بوته Plant Width (cm)	طول بوته Plant Height (cm)	قطر طوقه Crown Diameter (mm)	تعداد گیاهچه Number of Seedlings	حجم ریشه Root Volume (ml)
ورمی کمپوست (A) Vermicompost	2	17.21**	16.00**	47.00**	1.03 ^{ns}	58.33**
پوست برنج (B) Rice Hull	2	1.84 ^{ns}	0.45 ^{ns}	13.47*	23.59**	40.44*
A×B	4	0.95 ^{ns}	2.62*	14.73**	0.37 ^{ns}	13.11*
خطا Error	18	1.12	0.59	1.05	1.40	2.59

ns, **, *: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, *, **: non-significant and significant at $p < 0/05$ and $p < 0/01$, respectively

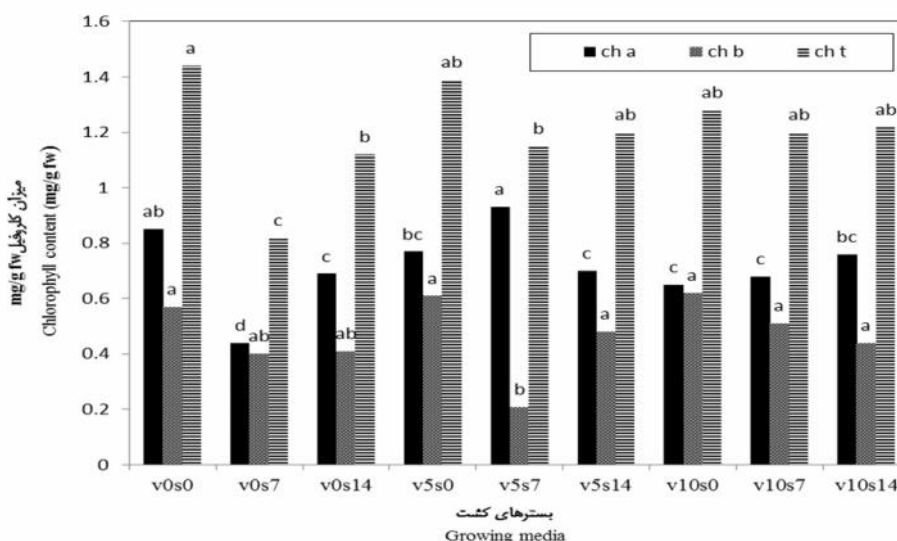
جدول ۴- تاثیر سطوح متفاوت بسترهای کشت بر برخی ویژگی‌های گل گازانیا در بام سبز

Table 4 - effects of different medium culture levels on some characteristics of *Gazania* flowers in green roof

Vermicompost	عرض بوته Plant Width (cm)	طول بوته Plant Height (cm)	قطر طوقه Crown Diameter (mm)	تعداد گیاهچه Number of Seedlings	حجم ریشه Root Volume (mm)
ورمی کمپوست صفر Vermicompost (zero)	25.69 ^c	28.81 ^c	30.94 ^b	9.11 ^a	21.33 ^a
ورمی کمپوست ۵٪ Vermicompost (5%)	27.29 ^b	30.14 ^b	27.89 ^c	8.44 ^a	18.00 ^b
ورمی کمپوست ۱۰٪ Vermicompost (10%)	28.44 ^a	31.48 ^a	33.38 ^a	8.88 ^a	16.22 ^c
Rice Hull	عرض بوته Plant Width (cm)	طول بوته Plant Height (cm)	قطر طوقه Crown Diameter (mm)	تعداد گیاهچه Number of Seedlings	حجم ریشه Root Volume (mm)
پوست برنج صفر Rice hull (zero)	27.32 ^a	30.25 ^a	29.14 ^c	8.11 ^b	18.33 ^b
پوست برنج ۷٪ Rice hull (7%)	26.62 ^a	30.29 ^a	31.58 ^a	7.66 ^b	16.55 ^c
پوست برنج ۱۴٪ Rice hull (14%)	27.48 ^a	29.88 ^a	30.46 ^b	10.66 ^a	20.77 ^a

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P < 0.05$) based on Duncan's multiple range test



شکل ۱- اثر بسترهای مختلف کشت بر کلروفیل کل (Ch t)، (Ch a) و (Ch b) (حرف v مخفف نسبت‌های ورمی کمپوست (صفر، ۵ و ۱۰٪) و پوست برنج (صفر، ۷ و ۱۴٪) می‌باشد). حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نمی‌باشند

Figure 1- Effect of different medium cultures on total chlorophyll (Ch t), chlorophyll a (Ch a) and b (Ch b). V: Vermicompost (0, 5 and 10%) and S: rice hull (0, 7 and 14%). Same letters are not significantly differentns ($P < 0.05$) based on Duncan's multiple range test.

جدول ۵- اثرات متقابل بسترهای کشت با درصدهای متفاوت از ورمی کمپوست × پوست برنج بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل گازانیا

Table 5- The interaction between planting substrates with different percentages of vermicompost ×rice on the qualitative and quantitative characteristics of Gazania flower

ورمی کمپوست Vermicompost	پوست برنج Rice Hull	تعداد گل Number of Flowers	میانگین گلدهی در روز Flowering Average/Day	قطر گل Flower Diameter (mm)	قطر ساقه Stem Diameter (mm)	ارتفاع ساقه Plant Height (cm)
	صفر (zero)	35.00 ^d	2.50 ^d	45.29 ^b	1.92 ^b	13.10 ^{abc}
صفر	۷ (7)	71.00 ^c	5.07 ^c	52.61 ^a	1.92 ^b	12.53 ^{bc}
(zero)	۱۴ (14)	80.23 ^{bc}	5.73 ^b	54.00 ^a	2.16 ^{ab}	12.38 ^c
	صفر (zero)	78.23 ^{bc}	5.59 ^{bc}	49.81 ^{ab}	2.09 ^{ab}	14.74 ^{ab}
۵	۷ (7)	78.00 ^{bc}	5.57 ^{bc}	52.53 ^a	2.02 ^{ab}	12.88 ^{abc}
(5)	۱۴ (14)	87.00 ^b	6.21 ^b	54.14 ^a	2.20 ^{ab}	13.97 ^{abc}
	صفر (zero)	87.66 ^b	6.26 ^b	52.40 ^a	2.29 ^a	14.98 ^a
۱۰	۷ (7)	97.23 ^a	6.95 ^a	50.55 ^{ab}	2.05 ^{ab}	13.63 ^{abc}
(10)	۱۴ (14)	80.00 ^{bc}	5.71 ^{bc}	53.15 ^a	2.03 ^{ab}	14.96 ^a
ورمی کمپوست (Vermicompost)	پوست برنج (Rice hull)	عرض بوته Plant width (cm)	طول بوته Plant height (cm)	قطر طوقه Crown Diameter (mm)	تعداد گیاهچه The number of seedlings	حجم ریشه Root volume (mm)
	صفر (zero)	26.07 ^{cd}	28.88 ^c	30.22 ^c	8.66 ^{bcd}	22.66 ^{ab}
صفر	۷ (7)	24.77 ^d	28.7 ^c	29.91 ^c	7.66 ^d	18.00 ^{cde}
(zero)	۱۴ (14)	26.22 ^{bcd}	28.77 ^c	32.57 ^b	11.00 ^a	23.33 ^a
	صفر (zero)	27.88 ^{abc}	30.22 ^{bc}	27.95 ^e	7.33 ^d	17.00 ^{de}
۵	۷ (7)	26.88 ^{bc}	31.33 ^{ab}	29.03 ^{cd}	7.66 ^d	18.33 ^{cd}
(5)	۱۴ (14)	27.11 ^{abc}	28.88 ^c	26.71 ^e	10.32 ^{abc}	18.66 ^{cd}
	صفر (zero)	28.00 ^{abc}	31.66 ^a	29.24 ^{cd}	8.33 ^{cd}	15.33 ^{ef}
۱۰	۷ (7)	28.22 ^{ab}	30.77 ^{ab}	35.81 ^a	7.66 ^d	13.33 ^f
(10)	۱۴ (14)	29.11 ^a	32.00 ^a	32.09 ^b	10.66 ^{ab}	20.33 ^{bc}

 اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نمی‌باشند

 Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P < 0.05$) based on Duncan's multiple range test.

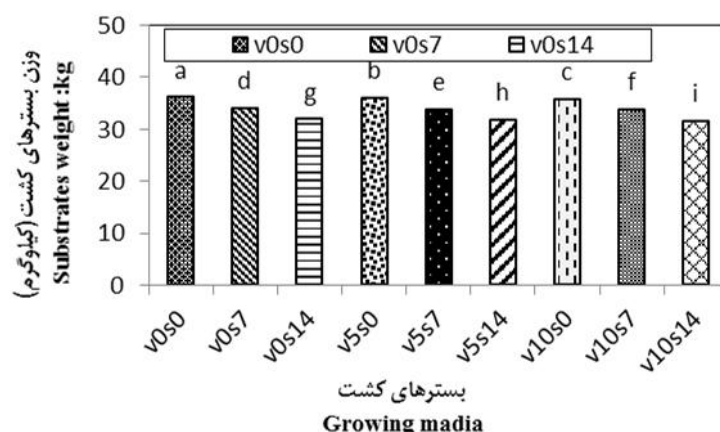
جدول ۶- تجزیه واریانس اثر بسترهای مختلف کشت بر کلروفیل برگ گیاه گازانیا در بام سبز

Table 6- ANOVA of different medium culture effects on Gazania flowers leaf chlorophyll in green roof

میانگین مربعات Mean of Squares				
منبع تغییر Source of variations	درجه آزادی DF	کلروفیل a (mg/g fw Ch a)	کلروفیل b (mg/g fw Ch b)	کلروفیل کل (mg/g fw Ch t)
ورمی کمپوست (A) Vermicompost	2	0.04 [*]	0.01 ^{ns}	0.03 ^{ns}
پوست برنج (B) Rice Hull	2	0.01 ^{ns}	0.12 [*]	0.22 [*]
A×B	4	0.08 ^{**}	0.02 ^{ns}	0.05 ^{ns}
Error خطا	18	0.006	0.014	0.021

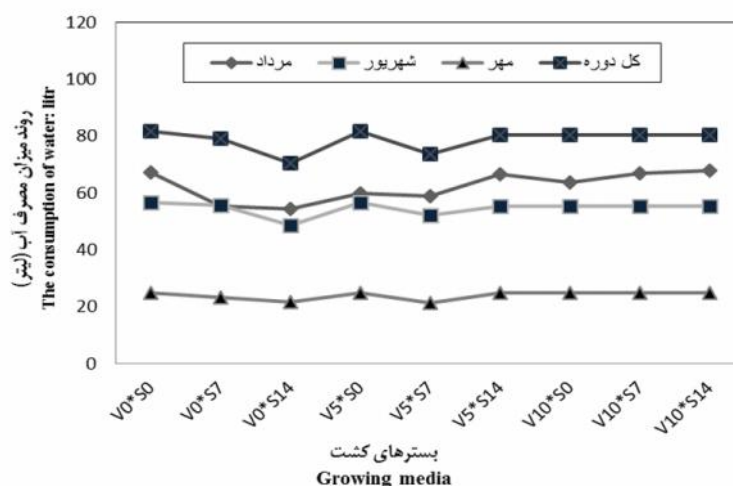
ns، **و* : به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

 ns, *, **: non-significant and significant at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively



شکل ۲- وزن بسترهای کشت با نسبت‌های مختلف از درصدهای ورمی کمپوست و پوست برنج (حرف v مخفف نسبت‌های ورمی کمپوست (صفر، ۵ و ۱۰٪) و s پوست برنج (صفر، ۷ و ۱۴٪) می‌باشد). حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نمی‌باشند

Figure 2- The substrates weight with different ratios percentages of vermicompost and rice hull.
V: Vermicompost (0, 5 and 10%) and S: rice hull (0, 7 and 14%). Same letters are not significantly differentns ($P<0.05$) based on Duncan's multiple range test.



شکل ۳- روند میزان مصرف آب در ماه‌های مورد نظر با نسبت‌های مختلف از ورمی کمپوست و پوست برنج (حرف v مخفف نسبت‌های ورمی کمپوست (صفر، ۵ و ۱۰٪) و s پوست برنج (صفر، ۷ و ۱۴٪) می‌باشد). حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نمی‌باشند

Figure 3 - The amount of consumed water's process during the considered months, with different ratios of vermicompost and rice hull.

V: Vermicompost (0, 5 and 10%) and S: rice hull (0, 7 and 14%). Same letters are not significantly differentns ($P<0.05$) based on Duncan's multiple range test.

میکروارگانیزم‌های مفید خاک موجب فراهمی مطلوب آب و عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف گردیده که این مسئله منجر به افزایش عملکرد گیاهان و در نتیجه باعث ماندگاری بیش‌تر گیاه بر بام‌های سبز می‌گردد. در این تحقیق تیمار ورمی کمپوست ۱۰ درصد به همراه پوست برنج هفت درصد بیش‌ترین تاثیر را بر صفات مورد مطالعه داشته‌اند و ضمن کاهش مصرف آب، کاربرد بام سبز را مقرون به صرفه می‌سازد.

بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان اظهار داشت که کاربرد مقادیر مختلف ورمی کمپوست باعث افزایش تعداد گل، متوسط گلدهی در روز، طول و عرض بوته، قطر طوقه و حجم ریشه در گیاه گازانیا می‌شود. این برتری را می‌توان ناشی از اثرات مطلوب ورمی کمپوست در بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی (مانند pH)، بیولوژیکی و ظرفیت نگهداری آب در محیط کشت دانست. کاربرد کودهای زیستی در سیستم‌های کشاورزی پایدار، ضمن بهبود ساختار و فعالیت

منابع

1. Ameri A., Tehranifar A., Davarynejad G.H., and Shoor M. 2012. Effect of substrate and cultivar on growth characteristic of strawberry in soilless culture system. *African Journal of Biotechnology*, 11(56): 11960-11966. (in Persian with English abstract)
2. Aminoroaya S., Naderi D., Golparvar A.R., and Gheisari M.M. 2013. Investigate of morphological variation in Marigold (*Calendula Officinalis* L.) at different substrates. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*, 3:3807-3810.
3. Anwar M., Patra D.D., Chand S., Alpesh K., Naqvi A., and Khanuja S.P.S. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation and oil quality of French basil. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 36(13-14): 1737-1746.
4. Arnon A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, 23: 112-121.
5. Arshad M., and Chamani E. 2009. Effect of vermicompost on the vegetative and flowering petunia varieties *Dream Neon Rose*. P.4. The Sixth Congress of Horticultural Sciences. Gilan University.
6. Astaraei A.R. 2006. Effect of municipal solid waste compost and vermi compost on yield and yiled components of *Plantago ovata*. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic plants*, 3(33): 180-187. (in Persian with English abstract).
7. Atiyeh R., Edwards C.A., Subler S., and Metzger J.D. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: Effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology*, 78: 11- 20.
8. Beyk khormizi A., Abrishamchi P., and Ganjeali A. 2014. Effect of Vermicompost on Germination and Seedling Growth of Tomato (*Lycopersicum esculentom* L.) Varieties, *Mobil and Superorbina journal of horticultural science*, 27(4): 383-393.
9. Bradley R.D. 2010. Green roofs as a means of pollution abatement. *Environmental Pollution*, 159(8-9): 2100-2110.
10. Bremness L. 1999. *Herbs. eyewitness handbook*. London. pp: 176.
11. Chamani E., Joyce D.C., and Reyhanytabar A. 2008. Vermicompost effects on the growth and flowering of *Petunia hybrida* 'Dream Neon Rose: *American-Eurasian Journal Agricultural And Envirronmental Sciences*, 3(3): 506-512.
12. Darzi M.T., Ghalavand A., Rejali F., and Sefidkon F. 2006. Effects of biofertilizers application on yield and yield components in Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 22 (4): 276-292.
13. Evans M.R., and Gachukia M. 2004. Fresh parboiled rice hulls serve as an alternative to perlite in greenhouse crop substrates. *HortScience*, 39: 232-235.
14. Fernandez-Cañero R., Emilsson T., Fernandez-Barba C., and Machuca M. Ñ. H. 2013. Green roof systems: A study of public attitudes and preferences in southern Spain. *Journal of Environmental Management*. 128: 106-115.
15. Fotouhi K., Ahmadali J., Noorjoo A., Khorshid A. 2008. Irrigation management based on allowed water depletion at different growth stages of sugar beet in Miyandoab region. *Journal of Sugar Beet*, 24(1): 43-60. (in Persian with English abstract)
16. Gandomkar A., Kalbasy M., and Ghorbani A. 2003. Effect of compost leachate on yield and chemical composition of corn and the effects of leachate residual on soil characteristics. *Pajouhesh & Sazandegi*, 60: 2-8. (in Persian with English abstract)
17. Gao X., Zou C., Wang L., and Zhang F. 2005. Silicon improves water use efficiency in maize plants. *Journal of Plant Nutrition*, 27(8): 1457-1470
18. Gul A., 1999. Investigation on the Effect of media and bag volume on Cucumber. *Cahier Option Mediterranean's*, 31: 371-378.
19. Hamidpour M., Amjazi H., Taj Abadi A., and Hoseini H. 2012. Effect of phosphorus, vermicompost and natural zeolite on quantitative and qualitative characteristics of *zinnia elegans*. *Journal of science and technology of greenhouse culture*, 3(10): 79-87. (in Persian with English abstract).
20. Hamidpour M., Fathi S., and Roosta H.R. 2013. Effects of zeolite and vermicompost on growth characteristics and concentration of some nutrients in *Petunia hybrida*. *Journal of science and technology of greenhouse culture*, 4(13): 95- 103. (in Persian with English abstract).
21. Hekmati j. 2011. *The seasonal flowers*. Publication of Agriculture Iran, Tehran.
22. Hohjo M., Ganda M., Maruo T., Shinohara Y., and Ito T. 2001. Effect of NaCl application on growth. Yield and fruit quality in NFT- tomato plants. *Acta Horticulturae*, 548: 469-475.
23. Inden H., and Torres A. 2004. Comparison of four substrates on the growth and quality of tomatoes. *Acta*

- Horticulturae, (ISHS), 644: 205-210.
24. Islam M.D.S., Khan S., Ito T., Maruo T., and Shinohara Y. 2002. Characterization of the physicochemical properties of environmentally friendly organic substrate in relation to rockwool. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 77: 143-148.
25. Janati N., Azizi G., and Arian M. 2012. Effect of vermicompost and humic acid on some of qualitative and quantitative characteristics of Garden savory (*Satureia hortensis*). National conference on natural products and medicinal plants, 26-27 Sep. 2012. Bojnood. Iran.
26. Kamenidou S., Cavins T.J., and Marek S. 2008. Silicon supplements affect horticultural traits of greenhouse-produced ornamental sunflowers. *Horticultural Sciences*, 43(1): 236-239.
27. Kamenidou S., Cavins T.J., and Marek S. 2009. Evaluation of silicon as a nutritional supplement for greenhouse zinnia production. *Scientia Horticulturae*, 119: 297-301.
28. Kamenidou S., Cavins T.J., and Marek S. 2010. Silicon supplements affect floricultural quality traits and elemental nutrient concentrations of greenhouse produced gerbera. *Scientia Horticulturae*, 123: 390-394.
29. Kheyrahi J., Tavakoli A., Entesari M., and Salamat A. 1996. Deficit irrigation guidelines. *Journal of the working group water management plants and crops*, Press the Iranian National Committee on Irrigation and Drainage.
30. Khorramdel S., Amin-ghafoori A., Rezvani-moghaddam P., and Nassiri-Mahallati M. 2010. The Effect of different Irrigation levels with using Biological Fertilizers on Seed Yield, Chlorophyll and RWC of Sesame (*Sesamum indicum* L.), 1st National. Conference of Sustain. Agricultural. & Healthy Products: 83-87.
31. Khoshkhouy M. 2013. Floriculture principles and species. Shiraz University Press, Shiraz.
32. Kupfer C., and Kahnt G. 1992. Effects of application of amorphous silica on transpiration and photosynthesis of soybean plants under varied soil and relative air humidity conditions. *Journal of Agronomy. and Crop Sciences*, 168: 318-325.
33. Ma JF., and Takahashi E. 2002. Soil, Fertilizer, and Plant Silicon Research in Japan. Elsevier Science B. V., 1000 AE Amsterdam.
34. Mahbob Khomami A. 2011. Effect of Sawdust Vermicompost in Pot Media on Nutrition and Growth of *Dieffenbachia* (*Dieffenbachia amonea*) Plant. *Seed and Plant Production Journal*, 26(4): 435-444. (in Persian with English abstract)
35. Mahbob Khomami A. 2011. The Effects of Kind and Rate of Vermicompost in Pot Medium on the Growth of *Ficus bengamina*. *Seed and Plant Production Journal*, 26(2): 333-346. (in Persian with English abstract)
36. Mahdloei S. 2010. Feasibility study of vertical green space in greater Tehran (Case Study: Tehran region 5). Master in science thesis of environment design.
37. Mahmodi N., Iranbakhsh A., and motalebi A. 2012. Effects of arbuscular *mycorrhizal fungi* species coexist on the qualitative and quantitative properties of the herb sage. Thesis, Islamic Azad University of Garmsar.
38. Mehrafsar S. 2013. Green roofs and challenges in the process of implementing them. *Payam-e- Sabz*. 109(12): 13-16. (in Persian)
39. Mirmosavi H., Panahi H., Akbari H., and Akbarzadeh Y. 2012. The calibration methods used to estimate potential crop reference evapotranspiration (ET₀) and calculate crop water requirement (ET_c) Olive in Kermanshah province. *Journal of Geography and Sustainability*, 3: 45- 64. (in Persian)
40. Padmavathiamma P.K., Li L.Y., and Kumari U.R. 2008. An experimental study of vermin-biowaste composting for agriculture soil improvement. *Bioresource Technology*, 99: 1672-1681.
41. Prakash N.B., Narayanawamy C., and Chandrashekar N. 2010. Status, calibration, and categorization of plant available silicon in different rice soils of Karnataka. Technical Bulletin from Department of Soil Science and Agricultural Chemistry. University of Agricultural Sciences, Bangalore, India.
42. Raja Sekar K., and Karmegan N. 2010. Earthworm casts as an alternate carrier material for biofertilizers: Assessment of endurance and viability of *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* and *Rhizobium leguminosarum*. *Scientia Horticulturae*, 124: 286-289.
43. Rasouli F., and Maftoun M. 2010. Residual effects of two organic matters with or without nitrogen on growth and chemical composition of wheat and some soil chemical properties. *Journal of Water and Soil*, 24(2): 262-273. (in Persian with English abstract)
44. Razavian M., and Ghafouri Pour A. 2010. Green roofs. *Amayesh Geographical Journal*, 10: 137-170. (in Persian)
45. Revenga, C. 2000. Will there be enough water? Available online at: www.genie.uohawa.ca/nfrentte/cvg4122/content.html.
46. Saeidnejad A.H., and Rezvani Moghadam P. 2010. Investigation the effect of compost, vermicompost, cow and sheep manures on yield, yield components and essence percentage of cumin (*Cuminum cyminum*). *Journal of Horticultural Science*, 24(2): 142- 148. (in Persian with English abstract)
47. Sailor D.J. 2008. A green roof model for building energy simulation programs. *Energy and Buildings*, 40: 1466-1478.
48. Sanches Govin E., Rodrigues Gonzales H., Carballo Guerra C., and Milanés Figueredo M. 2005. Influence of organic fertilizers and bio-fertilizers on the quality of medicinal species *Calendula officinalis* L. and *Matricaria*

- recutita* L. Cuban Journal of medicinal Plants, 10(1). pp: 1.
49. Sangwan P., Kaushik C.P., and Garg V.K. 2008. Feasibility of utilization of horse dung spiked filter cake in vermicomposters using exotic earthworm *Eisenia foetida*. Bioresource Technology, 99: 2442-2448.
50. Shafagh Kolvanagh J., Zehtab Salmasi S., Javanshir A., Moghaddam M. and Dabbagh Mohammadinasab A. 2010. Influence of nitrogen and weed interference on grain yield, yield components and leaf chlorophyll value of Soybean. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 19(1): 1-20. (in Persian)
51. Shahbazi M., Chamani E., Shahbazi M., and Mostafavi M. 2012. Investigation of media (Vermicompost, Peat and Coco- Peat) on growth and flowering of Carnation flower. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 22(3): 127-136. (in Persian with English abstract)
52. Yoo S.H., Choi J.Y., and Jang M.W. 2008. Estimation of design water requirement using FAO Penman-Monteith and optimal probability distribution function in South Korea. Agricultural. Water Management, 95: 845-853.



اثر دو نوع اکسین ایندول بوتریک اسید، نفتالین استیک اسید و بسترهای کاشت بر ریشه‌زایی قلمه‌های رز مینیاتوری (*Rosa hybrida*)

اعظم رنجبر¹ - نوراله احمدی^{2*}

تاریخ دریافت: 1394/04/11

تاریخ پذیرش: 1394/09/07

چکیده

گل رز مینیاتوری یکی از محبوب‌ترین گیاهان زینتی در جهان است که در سراسر دنیا به عنوان گیاه گلدانی و یا در فضای سبز پرورش داده می‌شود. تکثیر تجاری این گیاه عمدتاً از طریق قلمه می‌باشد. به منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف ایندول بوتریک اسید، نفتالین استیک اسید و بسترهای کاشت مختلف بر ریشه‌زایی قلمه‌های رز مینیاتوری، آزمایشی در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی با سه تکرار و 40 تیمار با 360 قلمه اجرا گردید. در این تحقیق فاکتور اول تنظیم کننده رشد ایندول بوتریک اسید در چهار سطح (0، 1000، 2000 و 3000 میلی گرم در لیتر)، فاکتور دوم تنظیم کننده رشد نفتالین استیک اسید در پنج سطح (0، 500، 1000، 1500 و 2000 میلی گرم در لیتر) و فاکتور سوم بسترهای متفاوت ریشه‌زایی شامل مخلوط حجمی از پرلایت، کمپوست ضایعات چای و ماسه به نسبت 2:2:1، پرلایت، پیت و ماسه به نسبت 2:2:1 بود. آنالیز آماری داده‌ها با نرم افزار SAS از روش مدل خطی تعمیم یافته GLM و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 درصد انجام شد. نتایج نشان داد که بالاترین درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها در تیمار 2000 میلی گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید بدست آمد، در حالی که اثر تیمار نفتالین استیک اسید و بسترهای متفاوت ریشه‌زایی بر درصد ریشه‌زایی معنی دار نبود. اثرات متقابل دوگانه و سه گانه تیمارها بر سایر صفات اندازه گیری شده از جمله تعداد ریشه اولیه، تعداد ریشه ثانویه و قطر ریشه معنی دار بود. اثرات متقابل دوگانه تیمار NAA و بستر ریشه‌زایی بر صفت تعداد ریشه اولیه معنی دار نبود. بیشترین میانگین تعداد ریشه در قلمه‌ها و قطر ریشه در بستر پرلایت، کمپوست ضایعات چای و ماسه به نسبت 2:2:1 و در تیمار ترکیبی تنظیم کننده‌های مصنوعی وجود داشت.

واژه‌های کلیدی: ازدیاد، پیت، تنظیم کننده رشد، قلمه نیمه خشبی، کمپوست ضایعات چای

مقدمه

می پذیرد. بکارگیری تنظیم کننده رشد گیاهی نظیر اکسین‌های طبیعی یا مصنوعی، پیش‌نیازی برای آغازیدن ریشه نابجا روی ساقه است و در واقع ثابت شده است که تقسیم اولین سلول‌های آغازنده ریشه، به وجود اکسین درونی و یا اکسین مصنوعی، وابسته است (25). روش‌های بکارگیری این مواد و غلظت‌های مورد استفاده، به عوامل مختلفی از جمله رقم گیاه، زمان تهیه قلمه و شرایط تکثیر بستگی دارد. روش‌های کاربرد IBA شامل غوطه‌وری، فروبری سریع و محلول پاشی است. این تنوع در کاربرد تنظیم کننده‌ها به علت روش‌های متفاوت حفظ و استفاده از IBA توسط بافت گیاهی است (51). برای قلمه گیاهان علفی، گرمسیری، گلخانه‌ای و رز غلظت ایندول بوتریک اسید 500-1500 میلی گرم در لیتر، برای داوودی 500-150 میلی گرم در لیتر، قلمه‌های چوب نرم 1000 میلی گرم در لیتر، قلمه‌های چوب سخت 2000 میلی گرم در لیتر و برای قلمه‌های

گل رز مینیاتوری متعلق به تیره Rosaceae زیر تیره Rosoideae و جنس *Rosa* است که از گیاهان زینتی و تجاری با کاربردهای زیاد به خصوص در طراحی فضای سبز می‌باشد. بر خلاف وارسته‌های تجاری مهم رز شاخه بریده که حاصل پیوندهای گوناگون می‌باشند رز مینیاتوری حاصل تکثیر از طریق قلمه و ریشه‌دار شدن قلمه‌ها است (35). امروزه تکثیر تجاری رزهای مینیاتور به میزان بیش از یکصد میلیون گلدان در سال در گلخانه‌های صنعتی کشورهای اروپایی از جمله دانمارک و آلمان از طریق قلمه (3 و 14) صورت

1 و 2- دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس

(* - نویسنده مسئول: Email: ahmadin@modares.ac.ir)

مقطر به حجم مورد نظر رسید. تیمار قلمه‌ها با هورمون ایندول بوتریک اسید 1000، 2000 و 3000 میلی گرم در لیتر و هورمون نفتالین استیک اسید 500، 1000، 1500 و 2000 میلی گرم در لیتر به روش فروبری سریع صورت گرفت. نمونه‌های شاهد فقط با آب مقطر تیمار شدند. کشت قلمه‌ها در بسترهای پرلایت، کمپوست ضایعات چای و ماسه به نسبت 2:2:1، پرلایت، پیت و ماسه به نسبت 2:2:1 صورت گرفت. دمای گلخانه در طول شبانه روز 21-24 درجه سانتیگراد و شدت نور در طول دوره آزمایش حدود 11000-14000 لوکس بود رطوبت نسبی 60-80 درصد فضای گلخانه بوسیله سیستم مه افشان نوبتی تامین می گردید. پس از گذشت 45 روز از قرار گرفتن قلمه‌ها در بسترهای کشت، صفات مورفولوژیکی از جمله درصد ریشه‌زایی، تعداد ریشه اولیه و ثانویه و قطر ریشه اندازه گیری شد. آنالیز آماری داده‌ها با نرم افزار SAS از روش مدل خطی تعمیم یافته GLM و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال 5 درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس (جدول 1) نشان داد که تیمار IBA بر درصد ریشه‌زایی اثر معنی داری داشت اما سایر تیمارها اثر معنی داری بر درصد ریشه‌زایی نداشتند. اثرات تیمار بر صفت تعداد ریشه های اولیه در سطح یک درصد معنی دار بوده اما در مورد اثرات متقابل دوگانه NAA و بستر کشت معنی دار نبود. تیمار IBA، NAA، بستر و اثرات متقابل دوگانه و سه گانه تیمارها بر تعداد ریشه‌های ثانویه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. در مورد قطر ریشه بین تیمارها اختلاف معنی داری وجود داشت و اثر تیمارها بر روی قطر ریشه در سطح احتمال 1 درصد معنی دار بود.

درصد ریشه‌زایی

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس (جدول 1) نشان داد که تیمار IBA بر درصد ریشه‌زایی اثر معنی داری داشت اما سایر تیمارها اثر معنی داری بر درصد ریشه‌زایی نداشتند. شکل 1- نشان می دهد که بین تیمارها در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی داری وجود داشت به طوری که بیشترین درصد ریشه‌زایی در غلظت 2000 میلی گرم بر لیتر IBA و کمترین آن در تیمار شاهد و غلظت‌های 1000 و 3000 میلی گرم در لیتر IBA دیده شد.

بسیار سخت ریشه‌زا غلظت 20000-5000 میلی گرم در لیتر مورد استفاده قرار می گیرد (22). تیمار قلمه‌های رز با IBA تشکیل ریشه و تعداد ریشه‌های جانبی را افزایش می دهد (48). عده‌ای از محققان NAA را بهترین ماده تنظیم کننده برای ریشه‌دار کردن قلمه‌های بامبو معرفی و غلظت 100 میلی گرم در لیتر را توصیه نمودند (26). همچنین عملکرد ریشه یعنی تعداد ریشه و درصد ریشه‌زایی تا حد زیادی ممکن است تحت تأثیر نوع بستر ریشه‌زایی قرار گیرد (27). محیط کشت مناسب باعث استقرار قلمه‌ها شده، دستیابی به رطوبت مناسب و نفوذپذیری هوا را میسر می سازد و بر وجود مواد مختلف و واکنش آن‌ها در ریشه‌زایی قلمه‌ها تأثیر زیادی دارد (9). در گلگاری به ندرت از یک ماده به عنوان بستر کشت استفاده می شود، مواد با ارزشی مانند خاک، پیت، ماسه، پرلایت و ورمیکولایت به عنوان بستر در ظروف تولید گیاه استفاده می شوند (45) که این مواد اصلی به دلیل دستیابی به مزایای زیست محیطی، جلوگیری از آسیب به اکوسیستم و به حداقل رساندن اثرات بقایای آن‌ها و همچنین منافع اقتصادی ممکن است با زباله‌های آلی مانند پوسته برنج، کنف، پوست درخت کاج، ضایعات چای جایگزین شوند (2 و 49). یافتن روشی برای استفاده از مواد زائد به عنوان بستر رشد که اغلب به صورت محلی تولید می شوند، از اهداف مهم مطالعات متعدد، خصوصاً به عنوان جایگزین پیت برای بستر گیاهان گلدانی زینتی است (1). ارزیابی ضایعات کشاورزی به عنوان بستر کشت و معرفی مواد مناسب به عنوان جایگزین پیت می تواند به طور موفقیت آمیزی مورد اقبال قرار گیرد. ضایعات چای تولید شده در کارخانه های تولید چای شمال ایران می تواند یک بستر مناسب برای گیاهان زینتی باشد (24). بر همین اساس هدف از انجام این آزمایش تعیین اثرات دو نوع تنظیم کننده رشد و ترکیب بستر بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی رز مینیاتوری می باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال 1392 در گلخانه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس با پوشش پلاستیک انجام شد. قلمه‌های نیمه‌خشبی ساقه رز مینیاتوری (به طول 15 سانتی متر با حداقل دو جوانه فعال) از بخش میانی شاخه‌های سال جاری تهیه شد. قبل از انتقال قلمه‌ها به بستر، قلمه‌ها به مدت 15 دقیقه در محلول قارچکش بنومیل یک در هزار ضد عفونی شدند. برای تهیه محلول IBA و NAA ابتدا مقادیر مورد نظر با ترازوی حساس توزین و در چند قطره سدیم هیدروکسید (NaOH) حل گردید و سپس با آب

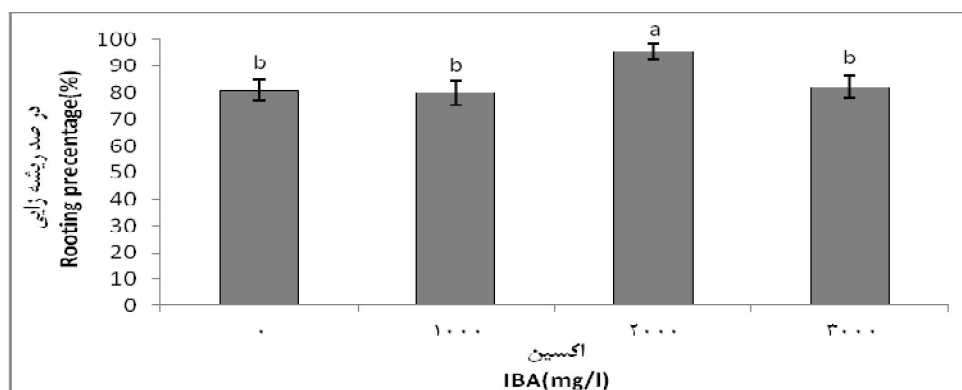
جدول 1- تجزیه واریانس اثر عوامل آزمایشی بر درصد ریشه‌زایی، تعداد ریشه‌های اولیه، تعداد ریشه‌های ثانویه و قطر ریشه قلمه‌های رز مینیاتوری

Table1- ANOVA of the experimental factors effects on rooting percentage, number of primary roots, number of secondary roots and root diameter in miniature rose cuttings

منبع تغییرات Source of Variation	درجه آزادی DF	میانگین مربعات در صد ریشه‌زایی MS of rooting percentage	درجه آزادی DF	میانگین مربعات تعداد ریشه اولیه MS of primary root number	درجه آزادی DF	میانگین مربعات تعداد ریشه ثانویه MS of secondary root number	درجه آزادی DF	میانگین مربعات قطر ریشه MS of root diameter
IBA ایندول بوتریک اسید	3	1588.39**	3	24.60*	3	1165.69*	3	0.071*
NAA نفتالین استیک اسید	4	186.12 ^{ns}	4	43.70*	4	869.81*	4	0.027*
Rooting medium بستر ریشه زایی	1	9.26 ^{ns}	1	108.12*	1	1332.76*	1	0.029*
NAA × IBA ایندول بوتریک اسید × نفتالین استیک اسید	12	372.40 ^{ns}	12	5.61*	12	907.67*	12	0.024*
Rooting × IBA medium ایندول بوتریک اسید × بستر ریشه زایی	3	751.18 ^{ns}	3	21.21*	3	1489.29*	3	0.044*
Rooting × NAA medium نفتالین استیک اسید × بستر ریشه زایی	4	843.75 ^{ns}	4	2.86 ^{ns}	4	892.86*	4	0.014*
Rooting × NAA × IBA medium ایندول بوتریک اسید × نفتالین استیک اسید × بستر ریشه زایی	12	286.01 ^{ns}	12	9.51*	12	776.80*	12	0.018*
خطای آزمایشی Experimental error	80	454.27	79	1.62	77	114.026	78	0.001
ضریب تغییرات % Coefficient of Variation	25.14	-	16.12	-	14.46	-	13.54	-

*, ** و ns به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم معنی‌داری است

*, **, ns, significant at the 5% and 1% probability levels and non-significant respectively



شکل 1- اثر غلظت‌های مختلف IBA بر درصد ریشه‌زایی. حروف مشترک در بالای ستون‌ها نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار میانگین تیمارها در سطح احتمال 5 درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشد

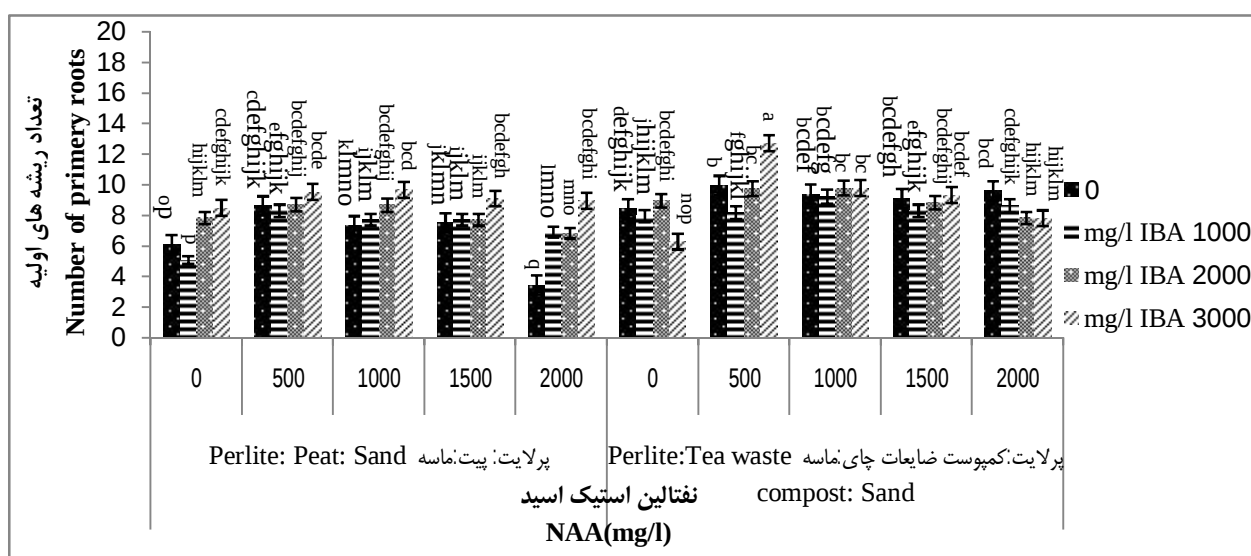
Figure 1- The effect of IBA concentrations on rooting percentage of miniature rose cuttings. Similar letters above columns indicate no significant differences based on LSD test at %5 probably levels

اسید نیز با نتایج برخی پژوهشگران هماهنگی دارد (41). عدم تاثیر بسترهای کاشت بر ریشه‌زایی قلمه‌های رودندرون (*Rhododendron sp.*)، قلمه‌های مورد (*Myrtus communes*) و زرشک زینتی (*Berberis thunbergii*) نیز گزارش شده است (12 و 36). نتایج متعدد نشان می‌دهد که بسترهای ریشه‌زایی در توسعه ریشه‌های ظاهر شده نسبت به القای ریشه نقش بیشتری دارند (30).

تعداد ریشه اولیه

نتایج تجزیه واریانس (جدول 1) نشان می‌دهد که اثر تیمارها بر تعداد ریشه‌های اولیه در سطح یک درصد معنی‌دار بود اما اثرات متقابل دوگانه NAA و بستر کشت معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین تیمارها از نظر تعداد ریشه‌های اولیه (شکل 2) نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد. به طوری که بیشترین تعداد ریشه اولیه در بستر پرلایت: کمپوست ضایعات چای: ماسه با نسبت 2:2:1 در گیاهان تحت تیمار 3000 میلی گرم در لیتر اکسین IBA همراه با غلظت 500 میلی گرم در لیتر اکسین NAA مشاهده شد و کمترین آن در بستر پرلایت: پیت: ماسه به نسبت 2:2:1 مربوط به تیمار 2000 میلی گرم در لیتر اکسین NAA بدون اکسین IBA بود.

کاربرد IBA در این تحقیق افزایش تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده را به دنبال داشت که به علت پایداری بیشتر هورمون ایندول بوتریک اسید و حساسیت کمتر آن به آنزیم‌های تجزیه‌کننده اکسین است (17 و 38) و این می‌تواند یکی از دلایل قابل ذکر برای تاثیر بهتر ایندول بوتریک اسید به تنهایی در مقایسه با ترکیب هورمون‌های مختلف اکسین بر صفت در صد ریشه‌زایی باشد. این نتایج مطابق با یافته‌های محققان دیگر بود که مشاهده کردند به ازای افزایش غلظت IBA، ریشه‌زایی قلمه‌های *Camellia japonica* به صورت معنی‌داری افزایش می‌یابد (10). نتایج تحقیقات در مورد قلمه‌های رز نیز نشان داد که هورمون IBA موفقیت ریشه‌زایی را افزایش می‌دهد (39). کاهش درصد ریشه‌زایی در غلظت 3000 میلی گرم در لیتر IBA نیز با برخی پژوهش‌ها مطابقت دارد با این استنباط که بکارگیری اکسین‌های سنتز شده با غلظت زیاد روی قلمه ساقه از نمو جوانه‌ها جلوگیری می‌کند (13). در این موارد به دلیل به هم خوردن تعادل هورمونی درصد قلمه‌های ریشه‌دار شده کاهش می‌یابد. اثر کاهنده اکسین بر درصد ریشه‌زایی در غلظت‌های بسیار بالا ممکن است ناشی از آسیب یاخته‌ها باشد (44). نتایج نشان می‌دهد که کاربرد IBA نسبت به NAA موثرتر بوده که با نتایج برخی از پژوهش‌ها در گل کاغذی (*Bougainvillea spectabilis*) و ختمی چینی (*Hibiscus rosa-sinensis*) همسو است (18 و 50) عدم وجود اختلاف معنی‌دار در درصد ریشه‌زایی بین سطوح مختلف تیمار هورمونی نفتالین استیک



شکل 2- اثر متقابل سه گانه IBA × NAA × بستر کاشت بر میانگین (± خطای استاندارد) تعداد ریشه اولیه قلمه رز مینیاتوری. تیمارهای دارای حروف مشابه براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

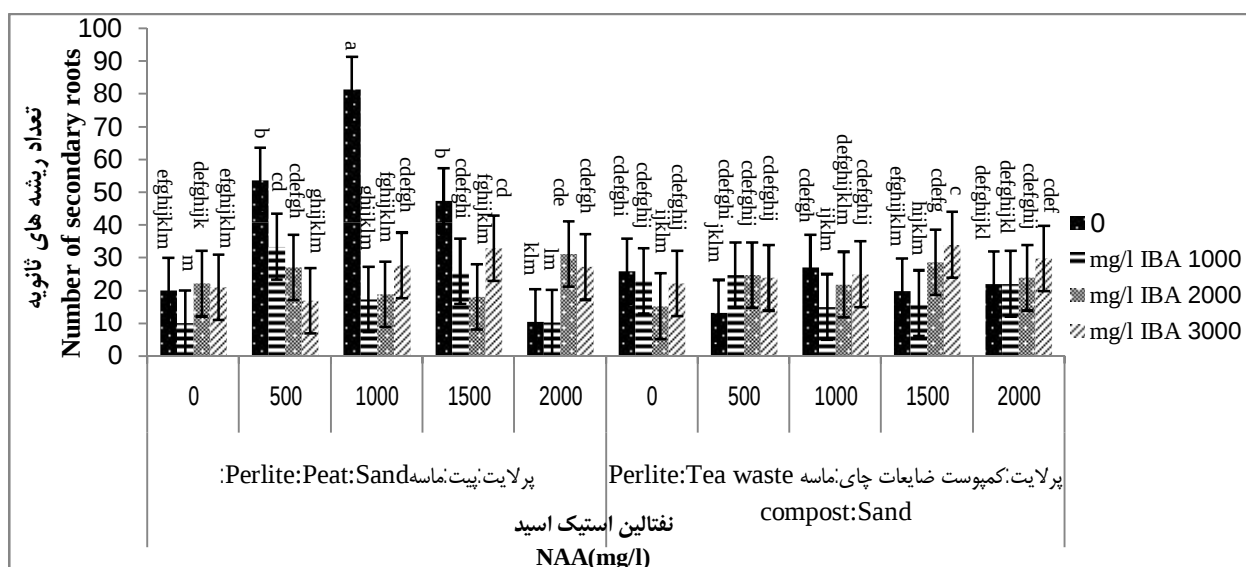
Figure 2- Interaction effects of IBA × NAA × rooting medium on the means (± standard error) of the number of primary roots of miniature rose cuttings. Similar letters above columns indicate no significant differences based on LSD test at %5 probably levels.

تعداد ریشه ثانویه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول 1) نشان می‌دهد که اثر تیمار IBA، NAA، بستر و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه تیمارها نیز بر تعداد ریشه‌های ثانویه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد.

مقایسه میانگین (شکل 3) اثر متقابل غلظت‌های اکسین IBA، اکسین NAA و بستر کشت نشان داد که در بستر پرلایت، کمپوست ضایعات چای، ماسه با نسبت 2:2:1 بیش‌ترین تعداد ریشه‌های ثانویه در غلظت 3000 میلی‌گرم در لیتر اکسین IBA در ترکیب با غلظت

1500 میلی‌گرم در لیتر اکسین NAA و کمترین تعداد ریشه‌های ثانویه در غلظت 1000 میلی‌گرم در لیتر اکسین NAA در ترکیب با غلظت 1000 میلی‌گرم در لیتر اکسین IBA مشاهده گردید. بیش‌ترین تعداد ریشه‌های ثانویه در بستر پرلایت، پیت، ماسه با نسبت 2:2:1 مربوط به تیمار 1000 میلی‌گرم در لیتر NAA بدون اکسین IBA بود و کمترین تعداد ریشه مربوط به تیمار شاهد NAA و غلظت 1000 میلی‌گرم در لیتر اکسین IBA در ترکیب با غلظت 2000 میلی‌گرم در لیتر اکسین NAA بود.



شکل 3- اثر متقابل سه گانه IBA × NAA × بستر کاشت بر میانگین (± خطای استاندارد) تعداد ریشه ثانویه قلمه رز مینیاتوری، تیمارهای دارای حروف مشابه براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

Figure 3- Interaction effects of IBA × NAA × rooting medium on the mean (± standard error) of the secondary roots number of miniature rose cuttings. Similar letters above columns indicate no significant differences based on LSD test at %5 probably levels

ریشه به مقدار اکسین درون زا و برون زا است. این موضوع به اثبات رسیده است که اکسین تشکیل ریشه نابجا در قلمه‌های ساقه را از طریق تحریک فعالیت آغازنده‌های ریشه و افزایش انتقال کربوهیدرات به انتهای قلمه تسهیل می‌کند و افزایش تعداد ریشه در قلمه‌ها به نظر می‌رسد تا حدودی به واسطه افزایش هیدرولیز ذخایر غذایی تحت تاثیر اکسین‌ها باشد (5، 21 و 32). همچنین بر اساس پژوهش‌های دیگر افزایش هیدرولیز کربوهیدرات‌ها در اثر کاربرد خارجی هورمون‌ها افزایش ریشه‌دهی در قلمه‌های تیمار شده با اکسین را توجیه می‌کند (37). در بستر پرلایت، پیت، ماسه با نسبت 2:2:1 تعداد ریشه اولیه کمتر از بستر پرلایت، کمپوست ضایعات چای، ماسه با نسبت 2:2:1 است.

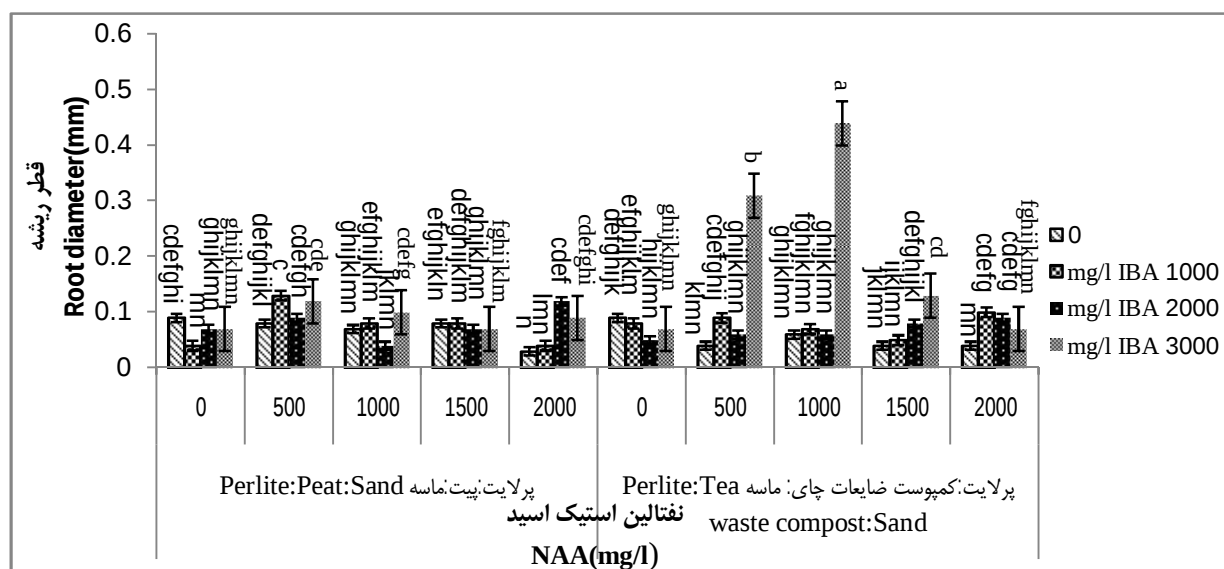
پس از درصد ریشه‌زایی، عامل مهم دیگر در ارزیابی میزان ریشه‌زایی میانگین تعداد ریشه در قلمه است، کیفیت نهال تولیدی به تعداد و طول ریشه و نبود کالوس در قاعده ساقه بستگی دارد که این موارد نقش مهمی در سازگاری گیاه بعد از انتقال به زمین اصلی دارند. در این آزمایش نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در بستر پرلایت، کمپوست ضایعات چای، ماسه با نسبت 2:2:1 تعداد ریشه‌های اولیه بیشتر و همچنین در این بستر به غلظت بالاتری از تنظیم کننده‌های رشد برای به وجود آمدن تعداد ریشه بیشتر نیاز است. در این بستر بیشترین تعداد ریشه ثانویه نیز در غلظت‌های بالاتر اکسین IBA در ترکیب با اکسین NAA بدست آمد که احتمالاً به دلیل اثر گذاری اکسین در آغازیدن ریشه‌های نابجا و وابستگی تقسیم سرآغازهای

ریشه‌زایی قلمه ماسه است اما فاقد مواد غذایی بوده و معمولاً واکنش خنثی داشته و قادر به جلوگیری از تغییر اسیدیته و ظرفیت تبادل کاتیونی بستر نیست و در ترکیب با بسترهای دیگر توصیه می‌گردد (19). در برخی مطالعات هنگامی که گیاهان در بستر پیت رشد کرده اند، حفظ تعادل غذایی و تهویه مطلوب مشکل بوده است (20)، به نظر می‌رسد در این پژوهش کاهش تعداد ریشه اولیه در بستر پرلایت: پیت: ماسه با نسبت 2:2:1 در مقایسه با بستر پرلایت: کمپوست: ضایعات چای: ماسه با نسبت 2:2:1 به علت تهویه نامناسب در این بستر باشد. مطابق با نتایج این پژوهش مشاهده شده است که عملکرد رویشی کاهو (*Lactuca sativa* cv. Great Leack) در کمپوست ضایعات چای نسبت به کمپوست پوست درخت بیشتر بود (34).

قطر ریشه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول 1) نشان می‌دهد که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد و اثر تیمارها بر روی قطر ریشه در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار شده است. همان‌طور که در نتایج مقایسه میانگین (شکل 4) مشاهده شد، بیشترین قطر ریشه در تیمار 3000 میلی‌گرم در لیتر اکسین IBA و در ترکیب با 1000 میلی‌گرم در لیتر NAA در بستر پرلایت: کمپوست ضایعات چای: ماسه با نسبت 2:2:1 بدست آمد. کمترین قطر ریشه در بستر پرلایت: پیت: ماسه با نسبت 2:2:1 در شرایط استفاده یا عدم استفاده از اکسین IBA و NAA مشاهده گردید.

گزارش شده است که خاک‌های تیمار شده با کمپوست دارای pH پایین‌تر بوده و سبب افزایش مواد آلی، مواد مغذی اولیه و نمک‌های محلول می‌شوند (11). عده‌ای از محققان بیان کردند که در کمپوست‌ها به دلیل فراوانی مواد غذایی و فعالیت بالای جمعیت میکروبی در منطقه ریزوسفر ریشه رشد افزایش می‌یابد (15). همچنین سطوح بالای مواد هیومیکی می‌تواند به عنوان محرک رشد عمل کند (28) که از مهم‌ترین آثار بیولوژیک مواد هیومیک می‌توان به تحریک تجمع نیتروژن، تحریک جذب عناصر غذایی معدنی و تحریک تجمع بیومس گیاهی اشاره کرد (52). مواد هیومیکی جذب نیترات و فعالیت آنزیم ATP را در غشا پلاسمایی سلول‌های ریشه افزایش می‌دهند و به نظر می‌رسد فعال شدن پمپ پروتون غشا سبب جذب عناصر غذایی گردد (40). مطالعات قبلی نیز نشان دادند که کمپوست مواد آلی راندمان مصرف نیتروژن را به علت آزاد سازی تدریجی آن افزایش می‌دهند (6). مواد هیومیک سبب افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز می‌شوند و در قابلیت دسترسی عنصر فسفر به عنوان عنصر موثر در رشد و توسعه سیستم ریشه نقش موثری خواهند داشت (33). از سوی دیگر افزایش فعالیت آنزیم‌های ذکر شده سبب افزایش تنفس ریشه و رشد بیشتر خواهد گردید. مواد هیومیک اثرات شبه هورمونی مانند اکسین و سایتوکینین نیز دارند که بر رشد و متابولیسم گیاه اثر گذار است (8). در حقیقت بستر آلی نسبت به بسترهای معدنی موجب عملکرد بالاتری می‌گردد (23)، با این حال استفاده از پرلایت در مخلوط خاکی به دلیل هوادهی بهتر، می‌تواند به طور مؤثری در رشد و توسعه گیاه نقش ایفا کند (43). از بسترهای معمول در



شکل 4- اثر متقابل سه گانه IBA × NAA × بستر کاشت بر میانگین (± خطای استاندارد) قطر ریشه قلمه رز مینیاتوری، تیمارهای دارای حروف مشابه براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

Figure 3- Interaction effects of IBA × NAA × rooting medium on the mean (± standard error) of the root diameter of miniature rose cuttings. Similar letters above columns indicate no significant differences based on LSD test at %5 probably levels

می‌شوند (46).

به طور کلی با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان گفت که جهت تسریع ریشه‌دار کردن قلمه‌های رز مینیاتوری بهتر است این قلمه‌ها با تیمار هورمون مصنوعی و در بستر پرلایت: کمپوست ضایعات چای: ماسه با نسبت 2:2:1 تحت سیستم مه‌افشان نوبتی کشت گردند. مواد آلی علاوه بر احیاء خاک، محیط ریشه را فعال می‌نماید و در تامین عناصر غذایی قابل جذب، استقرار ریشه، افزایش ظرفیت زراعی مزرعه، کاهش تبخیر از سطح خاک، کاهش هزینه‌ها نقش اساسی بر عهده دارند. بنابراین استفاده دقیق از این ترکیبات به منظور دستیابی به عملکرد بهتر تاکید می‌گردد.

سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر احمد معینی و مسئولین محترم گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس آقایان مهندس پاکیده و مهندس مقدم که در اجرای این پروژه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

در بستر پرلایت: کمپوست ضایعات چای: ماسه با نسبت 2:2:1 در غلظت بالای هورمون اکسین بیشترین قطر ریشه حاصل می‌گردد. زمانی که از کمپوست ضایعات چای در ترکیب با مواد دیگر به عنوان بستر کشت استفاده می‌شود قطر ریشه افزایش می‌یابد که این امر می‌تواند ناشی از حفظ قابلیت بالای جذب آب و مواد معدنی در این بستر باشد (47). کمپوست، محصول نهایی تخریب بقایای آلی است که به طور کلی خواص فیزیکی خاک مانند شکل گیری و ثبات دانه‌های خاک، نفوذ آب، تخلخل، مقاومت در برابر فشردگی و در دسترس بودن مواد مغذی را بهبود می‌بخشد (16 و 42)، همچنین ویژگی‌های بیولوژیکی خاک را بهبود بخشیده (29) و در نتیجه، اختلاط کمپوست به خاک می‌تواند رشد، عملکرد و کیفیت محصول را افزایش دهد. شواهدی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد کمپوست‌ها برخلاف پیت دارای تنظیم کننده‌های رشد گیاهی‌اند (3 و 7). در طول کمپوست، میکروب‌ها مانند قارچ، باکتری، مخمر، اکتینومیسیت، جلبک و غیره، قادر به تولید اکسین، جیبرلین و غیره، به مقدار قابل توجهی هستند (4). در واقع کمپوست‌ها با تحریک فعالیت‌های میکروبی سبب تولید تنظیم کننده‌های رشد گیاهی و در نتیجه رشد و نمو بهتر گیاه

منابع

1. Abad M., Noguera P., and Bures S. 2001. National inventory of organic waste for use as growing media for ornamental potted plant production: Case study in Spain. *Bioresource Technology*, 77: 197-200.
2. Abad M., Noguera P., Puchades R., Maquieira A., and Noguera V. 2002. Physico-chemical properties of some coconut dusts for use as a peat substitute for containerized ornamental plants. *Bioresource Technology*, 82: 241-245.
3. Ahmadi N. 2012. Rooting and growth of cuttings from ethylene-low or ethylene-high sensitive miniature rose genotypes under mist condition. *Acta Horticulturae*, 952: 893-898.
4. Arancon N Q., Edwards C. A., Bierman P., Welch C., and Metzger J. D. 2004. 'Influence of vermicomposts on field strawberries: effect on growth and yields'. *Bioresource Technology*, 93: 145-153.
5. Arteca R. N. 1996. Plant growth substances: principles and applications. Chapman and Hall, PP. 332.
6. Asghar H. N., Ishaq M., Zahir Z. A., Khalid M., and Arshad M. 2006. Response of radish to integrated use of nitrogen fertilizer and recycled organic waste. *Pakistan Journal of Botany*, 38(3): 691-700.
7. Atiyeh R. M., Edwards C. A., Subler S., and Metzger J. D. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physiochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology*, 78: 11-20.
8. Atiye R. M., Lee S., and Edwards C. A. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology*, 84: 7-14.
9. Awang Y., Shaharom A. S., Mohammad R. B., and Selamatm A. 2009. Chemical and physical characteristics of cocopeat-based media mixtures and their effects on the growth and development of *Celosia cristata*. *Agriculture and Biological Sciences*, 4(1): 63-71.
10. Beretta D., Vanoli M., and Eccher T. 1988. The influence of glucose, vitamins and IBA on rooting of *Camellia* shoots in vitro. *Acta Horticulturae*, 227: 473 - 475.
11. Bevacqua R. F., and Mellano V. 1993. Sewage sludge compost's cumulative effects on crop growth and soil properties. *Compost Science and Utilization*. Spring, 1993: 34-37.
12. Bilderback T. E., and Lorscheider M. R. 1992. A comparison of physical properties of double processed pine bark to other selected propagation substrates and their effects on rooting response of three ornamentals. *NCAN Nursery Notes*. 25(1): 35-38.
13. Blythe E. K., sibley J. L., Ruter J. M., and Tilt K. M. 2004. Cutting propagation of foliage crops using a foliar application of auxin. *Scientia Horticulturae*. 103: 31-37.
14. Carelli B. P., and Echeverrigaray S. 2002. An improved system for the in vitro propagation of rose cultivars.

- Scientia Horticulturae. 92(1): 69-74.
15. Chen Y., Inbar Y., and Hadar Y. 1988. Composted agricultural wastes as potting media for ornamental plants. Soil Science, 145: 298-303.
16. Clik I., Ortas I., and Likik S. 2004. Effect of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. Soil and Tillage Research, 78 (1): 59-67.
17. Epstein E., and Ludwig-Müller J. 1993. Indole-3-butyric acid in plants: occurrence, synthesis, metabolism and transport. Physiologia plantarum, 88(2): 382-389.
18. Gupta V. N., and Kher M. A. 1989. Studies on the rooting of Dombeya natalensis by semihardwood cutting under intermittent mist with the aid of auxins. C. A. B International. 3 p.
19. Jalili M. 1997. Study the effects of medium on root formation of grape cutting. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 1 (2): 31-38. (in Persian).
20. Jankauskiene J., and Brazaityte A. 2008. Lithuanian Institute of Horticulture Kauno. 27 (2) : 285-294.
21. Hartman H. T., Kester D. E., and Davies F. T. 1975. Plant propagation principles and practices. Prentice Hall Inc Newjersey.
22. Hartman H.T., Kester D.E., and Davies F.T. 1990. Plant Propagation: Principles and Practices ,5th Edition. Englewood Cliffs, Prentice Hall Inc Newjersey. 647p.
23. Ikeda H., Tan Y. A., and Oda M. 2001. Effects of soilless medium on the growth and fruit yield of tomatoes supplied with urea and/or nitrate. Acta Horticulturae. 548: 157-164.
24. khaligi A., and padasht-Dehkayee M. N. 2000. Iranian Jorنال Agricultural Sciences. 31 (3): 557-565 (in Persian).
25. Khosh khoi M. 2003. Multiplication plant (plant propagation) Principles and Practices (Volume II). Shiraz University Press, P ; 100. (in Persian).
26. Kigomo B. 2007. Guidelines for Growing Bamboo, Kenya Forestry Research Institute. PP.13
27. Leakey R., Mesén J., Tchoundjeu Z., Longman K., Dick Jmcp N. A., Matin A., Grace J., Munro R., and Muthoka P. 1990. Low-technology techniques for the vegetative propagation of tropical trees. Commonwealth Forestry Review, 69: 247-257.
28. Lee Y. S., and Bartlett R. J. 1976. Stimulation of plant growth by humic substances. Soil Science Society of America Journal, 40: 876-879.
29. Lee J. J., Park R. D., Kim Y. W., Shim J. H., Chae D. H., Rim Y. S., Sohn B. K., Kim T. H., and Kim K. Y. 2004. Effect of food waste compost on microbial population, soil enzyme activity and lettuce growth. Bioresource Technology, 93:21-28.
30. Long J. C. 1932. The influence of rooting media on the character of roots produced by cuttings. American Society for Horticultural Science, 29(3): 352-355.
31. Lumsden R. D., Millner P. D., and Lewis J. A. 1986. Suppression of lettuce drop caused by Sclerotinia minor with composted sewage sludge. Plant Disease, 70(3): 197-201.
32. Macdonald B. 1990. Practical woody plant propagation for nursery growers. Timber press, PP. 670.
33. Malcolm R. E., and Vaghuan D. V. 1979. Humic substances and phosphatase activies in plant tissues. Soil Biology and Biochemistry, 11:253-259.
34. Mastouri F., Hassandokht M. R., and Dehkaei M. P. 2005. The effect of application of agricultural waste compost on growing media and greenhouse lettuce yield. Acta Horticulturae, 697, 153.
35. McCann S. 1985. Miniature roses for home and garden: ARCO.
36. Mohammed S., and Kanimarani S. A. 2013. Effect of soil media on the rooting of Myrtus communes and Berberis thunbergii semi-hardwood cuttings. IOSR J. Agriculture and Veterinary Science, 5(4): 55-60.
37. Nanda K. K., and Anand V. K. 1970. Seasonal changes in auxin effects on rooting of stem cuttings of *Populus nigra* and its relationship with mobilization of starch. Physiology Plantarum, 23: 99-107.
38. Nordstrom A. C., Jacobs F. A., and Eliasson L. 1991. Effect of exogenous indole-3-acetic acid and indole-3-butyric acid on internal levels of the respective auxins and their conjugation with aspartic acid during adventitious root formation in pea cuttings. Plant Physiology, 96: 856-861.
39. Pati P. K., Prakash O., Sharma M., Sood A., and Ahuja P. S. 2004. Growth Performance of Cuttings Raised from in vitro and in vivo Propagated Stock Plants of *Rosa damascena* Mill. Biologia plantarum, 48(4): 609-611.
40. Pinton R., Cesco S., Iacolettig G., Astolfi S., and Varanini Z. 1999. Modulation of NO₃-uptake by water-extractable humic substances: involvement of root plasma membrane H⁺-ATPase. Plant and Soil, 215: 155 - 161.
41. Puri S., and Verma R. C. 1996. Vegetative propagation of *Dalbergia sissoo* Roxb using softwood and hardwood stem cuttings. Journal of Arid Environments, 34(2): 235-245.
42. Quedraogo E., Mndo A., and Zombre N. P. 2001. Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. Agriculture, Ecosystem and Environment, 84: 259-266.
43. Smith C. A., and Hall D. A. 1994. The development of perlite as a potting substrate for ornamental plants. Acta Horticulturae, 361: 159-166.
44. Tchoundjeu Z., and Leakey R. R. B. 1998. Vegetative propagation of *Prunus africana*, effect of rooting medium,

- auxin concentration and leaf area and cutting length. *New Forest*, 11: 125–136.
45. Tinus R. W., and McDonald S. E. 1979. How to grow tree seedlings in containers in greenhouses. General Technical Report Rm-60. Washington, DC: Rocky Mountain Forest and Range Experimental Station, USDA Forest Service.
46. Tomati U., Grappelli A., and Galli E. 1988. The hormone-like effect of earthworm cast on plants growth. *Biology of Fertility Soils*, 5: 288–294.
47. Toor R. K., and Savage G. P. 2005. Antioxidant activities in different fractions of tomato. *Food Research International*, 38: 487-494.
48. Van de pol Peter A. 2000. Promotion of root formation with other effects, Rhizophon.
49. Webber C. L., Whitworth J., and Dole J. 1999. Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) core as a containerized growth medium component. *International Crops Production*, 10: 97–105.
50. Widiastoety D., and Soebijanto. 1988. Rooting of stem cuttings of *Hibiscus rosa-sinensis*. *Buletin Penelition Horticultura*, 16: 73-83.
51. Wise F. C., Blazich F. A., and Hinesley L. E. 1985. Propagation of *Abies fraseri* by softwood stem cuttings. *Canadian Journal of Forest Research*, 15(6): 1172-1176.
52. Zachariakis M., Tzorakakis E., Kritsotakis I., Siminis C. I., and Manios V. 2001. Humic substances stimulate plant growth and nutrient accumulation in grapevine rootstocks. *Acta Horticulturae*, 549: 131-136.



ارزیابی میزان خسارت سرمازدگی در انگور و معرفی ارقام متحمل به سرما در استان همدان

خسرو پرویزی*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۴

چکیده

به منظور بررسی اثر سرمای زمستانه بر میزان خسارت به ارقام انگور و نیز ارزیابی میزان تحمل ارقام متداول انگور در استان همدان به سرما، این بررسی میدانی در سه منطقه رزن، ملایر و کلکسیون ارقام انگور مستقر در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان در سال زراعی ۱۳۸۷ به اجرا درآمد. بدین ترتیب پس از وقوع سرمای شدید در زمستان سال ۱۳۸۶ بعنوان یک تیمار طبیعی، در سه منطقه یاد شده ۸ رقم انگور شامل ارقام کشمش قرمز، کشمش سفید، عسکری، فخری، مهدیخانی، یاقوتی، گزنه و دوزول شناسایی شده و شاخه‌های یکساله جهت بررسی‌های آزمایشگاهی به مرکز تحقیقات منتقل شدند. شاخه‌های یکساله به سه قسمت تقسیم شده و با مشاهده میکروسکوپی جوانه‌های زنده و فعال در قسمت‌های مختلف ساقه‌ها شمارش شده و در هر سه بخش از ساقه یکساله درصد جوانه‌های زنده مشخص شدند. تعیین درصد جوانه زنده به عنوان معیاری در ارزیابی شدت خسارت و میزان تحمل ارقام انگور به سرمازدگی مد نظر قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که رقم‌های مورد مطالعه از نظر میزان زنده بودن جوانه‌ها در قسمت‌های مختلف ساقه یکساله با همدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند. بیشترین جوانه فعال در یک سوم ابتدای ساقه وجود داشت و به سمت انتهای ساقه بشدت از میزان زنده بودن آن‌ها کاسته شد. با مقایسه میانگین‌ها در ارقام مختلف، مشخص شد که دو رقم مهدیخانی و یاقوتی نسبت به سایر ارقام دارای درصد قابل توجهی جوانه زنده در هر سه ناحیه ساقه بودند. در مقایسه مناطق مزبور مشخصاً میزان خسارت در شهرستان همدان و رزن بیشتر از شهرستان ملایر بود.

واژه‌های کلیدی: درختچه مو، درصد زنده ماندن جوانه‌ها، سرمازدگی زمستانه

مقدمه

به سرما چند ژنی بوده و تحلیل ژنتیکی این مجموعه پیچیده هنوز حاصل نشده است (۱۳ و ۱۴). خطر سرمازدگی شاخه‌های انگور در اکثر ارقام تجاری انگور وجود دارد. محققان روسی در آزمایشی بر روی بیش از ۳۰ رقم انگور دریافتند که به استثنای برخی دورگ‌هایی که از تلاقی‌های بین گونه‌ای انگورهای گونه *vinifera* با گونه آسیایی مقاوم به سرما بدست آمده‌اند، بقیه ارقام از آسیب سرما مصون نبودند (۱۱).

ملکوتی (۹) ارزیابی و گزینش کلون‌های مقاوم به سرما را در رقم سفید بی دانه مورد بررسی قرار داد. بدین منظور آزمایشی در تاکستان‌های ۱۰ ناحیه مهم از منطقه قزوین اجرا گردید. پس از آزمون ELISA کلون‌های سالم و عاری از ویروس گزینش شده و بر اساس صفات مورفولوژیکی و دیگر صفات میوه با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. پس از اعمال تست تنش‌های سرما بر روی قلمه‌ها میزان زنده ماندن جوانه‌ها با شمارش جوانه‌های سالم در گلخانه انجام شد. در نهایت کلون‌های ۳۳ و ۳۴ بیشترین میزان زنده‌مانی جوانه‌ها را در دمای ۲۱- درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۲۴ ساعت نشان دادند و به عنوان کلون‌های برتر مقاوم به تنش سرما معرفی شدند. همچنین کرمی (۷) در

مقاومت به سرما را می‌توان به چندین روش، مشاهدات بصری بعد از انجماد و سرمازدگی طبیعی در باغ، انجماد درخت یا بخشی از آن در محل طبیعی خود و در درون اتاقک‌های قابل حمل، تیمار بخش‌های قطع شده درختان در اتاقک‌های انجماد در آزمایشگاه، و روش‌های بیوشیمیایی در آزمایشگاه، مطالعه و ارزیابی نمود. با مراجعه به باغ بعد از بروز یخبندان یا سرمازدگی طبیعی درختان، می‌توان اطلاعات مفیدی درباره قسمت‌های آسیب دیده و میزان خسارت جمع آوری کرد که با انطباق داده‌های هواشناسی مربوطه، می‌توان دما و طول مدت لازم برای بروز خسارت را ثبت نمود (۱، ۲ و ۸).

در مناطق سرد، میزان برودت سرمای زمستانه یکی از عوامل اصلی تأثیرگذار بر عملکرد نهایی محصول می‌باشد. مقاومت به سرما یک صفت ژنتیکی مهم بوده و با خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی متعدد حاصل می‌شود. اکثر صفات فیزیولوژیکی مقاومت

۱- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
(Email: kparvizi@yahoo.com)
(*) نویسنده مسئول:

به‌گزینی ارقام انگور کردستان در دو رقم انگور خوشناو و سیاوه کلون‌های مقاوم به تنش سرما را شناسایی کردند. در خارج از کشور نیز با گزینش در میان ۲۵ کلون از رقم Chardonnay در مؤسسه San Michele'Adige و در جنوب استرالیا در رقم Cabernet Sauvignon (۳) و نیز ارزیابی ارتباط بین ژنوتیپ و منطقه در مقاومت به سرما در برخی از تاکستان‌های فرانسه توسط اسفانینی و همکاران (۱۸) انجام شده است.

ندولکوفسکی و همکاران (۱۰) در بررسی آستانه خسارت سرما در چهار رقم انگور نتیجه گرفتند که دو رقم Chardonnay و Cabernet که توانایی بالاتری در ذخیره‌سازی نشاسته در شاخه‌های یکساله دارند، در مقایسه با دو رقم Vranec و Smederevka از درجه تحمل بالاتری به سرمازدگی زمستانه برخوردار هستند. در دو رقم Chardonnay و Cabernet که مقدار نشاسته ذخیره شده در محدوده ۱۱/۵۵-۱۱/۲۷ درصد وزن خشک بود، سرمازدگی جوانه‌ها در ۲۱- درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاد. در حالی که در دو رقم Vranec و Smederevka با مقدار نشاسته ذخیره شده در محدوده ۷/۵۶-۷/۰۹ درصد، خسارت سرمازدگی در جوانه‌ها در ۱۵- درجه سانتی‌گراد ایجاد شد. با نتایج پژوهش‌های مختلف مشخص شده است که عملیات باغبانی مناسب از قبیل هرس فرم مناسب و سازگار با منطقه، همچنین اعمال هرس باروری متناسب با قدرت رشد درختچه انگور، تغذیه متعادل، خودداری از حذف برگ‌ها بویژه در آخر فصل و دیگر اقدامات باغی که ذخیره کربوهیدرات‌ها را در آخر فصل در شاخه‌ها، بازوها و تنه درختچه انگور افزایش دهد، اثرات قابل توجهی در تکوین جوانه‌های گل، تنظیم باردهی و مقاومت‌سازی زمستانه^۱ جوانه‌های انگور دارد (۱۷).

نتایج پژوهش جلیلی مرنیدی در خصوص بررسی مقاومت به سرمای پنج رقم انگور داش قره، خلیلی، حسینی، بیدانه سفید و صابی نشان داد که درجه‌ی مقاومت جوانه‌های این رقم‌ها در مقابل سرما متغیر بوده و بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشت. پس از گذراندن دوره سرمایی ۲۰- درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌های زنده در ارقام داش قره، خلیلی، حسینی، بیدانه سفید و صابی به ترتیب ۳۳/۳۳، ۱۸/۵، ۱۳، ۱۶/۶۶ و ۲۷/۵ درصد بدست آمد (۶). شور و همکاران (۱۶) در پژوهشی تأثیر سرما را بر سه رقم کلاهداری، کج انگور و کشمش بررسی نمودند، نتایج آنان نشان داد که تأثیر سرما بر نوع ژنوتیپ و نیز برهمکنش ژنوتیپ و سن شاخه‌ها در سطح ۱ درصد معنی دار بود به طوری که شاخه‌های یک و دوساله رقم کلاهداری و شاخه دوساله رقم کج انگور دارای بیشترین میزان خسارت سرمازدگی بودند.

یکی از مهم‌ترین دلایل آفت عملکرد انگور در ایران، حساسیت به

سرما زمستانه می‌باشد. سرمازدگی از جمله عوامل غیر زنده‌ای است که کیفیت و کمیت محصول انگور را تحت تأثیر منفی قرار می‌دهد. عبارت دیگر در برخی سال‌ها بعثت بروز سرما شدید در زمستان، شاخه‌های یکساله، جوانه‌های زایشی و رویشی و حتی کورسون‌ها، بازوها و دیگر اندام‌های انگور دچار سرمازدگی شده و سبب کاهش تشکیل گل و میوه و گاهی حتی مرگ شاخه یا کل گیاه می‌گردد. در بعضی از سال‌ها گاهی تا ۹۵-۹۰ درصد محصول خسارت دیده و از بین می‌رود. بعنوان مثال ۹۹ درصد ارقام کشت شده انگور در ایران از ارقام گونه اروپایی (وینیفرا) هستند که در دمای پایتیز از ۱۵- درجه سانتی‌گراد آسیب شدید دیده و گاهی دچار مرگ بوته خواهند شد (۴). با شرایط جوی که در سال ۱۳۸۶ بوجود آمد و به صورت فراگیر آفت شدید و ناگهانی دما اکثر نقاط کشور از جمله همدان را نیز فرا گرفت، استان همدان نیز به طور مشخصی تحت تأثیر این حادثه طبیعی واقع شد. بنابراین شرایط ویژه‌ای بوجود آمد که از یک طرف میزان خسارت سرما در باغات انگور مورد بررسی قرار گیرد و از طرف دیگر ژنوتیپ و یا رقم متحمل به سرما در بین ارقام مورد مطالعه شناسایی شده و در احداث باغات جدید، اصلاح تاکستان‌های قدیمی و همچنین در برنامه‌های اصلاحی در آینده مورد استفاده قرار گیرند.

مواد و روش‌ها

با بررسی شرایط جوی حاکم بر کشور در طی فصل‌های پاییز و بخصوص زمستان سال ۱۳۸۶، سرمایی بی‌سابقه در کل کشور و به ویژه در استان همدان حاکم گردید. این کاهش شدید دما در شهرهای همدان و رزن بالاترین میزان را به خود اختصاص داد. حداقل مطلق دما در شهر همدان ۳۱/۱- و در شهر کبودرآهنگ ۳۲- درجه سلسیوس در روز ۲۷ دی رخ داد. حداقل دما در روزهای اواخر دی در شهر همدان زیر ۲۵-، در ملایر و نهاوند کمتر از ۲۰-، در تویسرکان زیر ۲۶- و در کبودرآهنگ پایین تر از ۲۷/۵- درجه سلسیوس بود.

در راستای اجرای این طرح و با توجه به وقوع سرمای شدید در زمستان ۱۳۸۶ ابتدا سه منطقه که نمادی از برآیند حاکم بر شرایط جوی استان می‌باشند، به طور مشخص در شهرستان‌های رزن، همدان و ملایر در ابتدای فروردین ۱۳۸۷ مشخص گردیدند. این سه ناحیه از استان وضعیت نسبتاً متفاوتی از نظر آب و هوایی داشته و به طور نسبی نماینده شرایط سه وضعیت دمایی نسبتاً متفاوت در استان همدان می‌باشند. در دو منطقه رزن و ملایر از باغات کشاورزان و در همدان کلکسیون ارقام موجود در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی را شامل می‌شد. در باغات مورد نظر در هر سه منطقه، عملیات خاکدهی در پاییز صورت نگرفته بود. با مراجعه اولیه در هر منطقه از طریق GPS مختصات جغرافیایی محل ثبت شد (جدول ۱).

از اوایل بهار و قبل از شروع فعالیت جوانه‌ها با مراجعات و

1- Winter hardiness.

واحدهای آزمایشی شامل ۹۶ عدد بود. با توجه به برداشت ۴ شاخه از هر درختچه انگور، لذا تعداد کل شاخه‌های برداشت شده ۳۸۴ عدد بود. به منظور تأمین شرایط لازم در فعال‌سازی جوانه‌هایی که از خطر سرما مصون مانده بودند، هر شاخه به سه قسمت ۲۰ سانتی‌متری تقسیم شده و برای بررسی علائم بروز صدمات سرمازدگی در تیمارهای مختلف از میکروسکوپ دیجیتالی (Dinolite- AM413T) استفاده شد (مطابق دستورالعمل طرح ملی مربوطه). رنگ سبز جوانه نشانه سالم بودن و بروز رنگ قهوه‌ای نشانه مرگ جوانه بود (۱۵ و ۱۹). در تمامی ارقام مورد بررسی، به منظور دستیابی به تعداد کل جوانه‌های موجود (آسیب دیده و سالم) در ارقام و مناطق مختلف، تعداد جوانه‌های موجود در هر سه قسمت شاخه ابتدا شمارش شده و مجدداً پس از بررسی و مشاهده میکروسکوپی جهت تعیین درصد جوانه سالم، تعداد جوانه‌های زنده و فعال شمارش شدند. شمارش تعداد جوانه‌های اولیه و ثانویه زنده پس از مشاهده میکروسکوپی، بعنوان معیار تخمین میزان زنده ماندن جوانه‌ها از خطر سرمازدگی بکار رفت (شکل ۱)

بازدیدهایی مکرر، از مناطق مورد نظر اقدام به نمونه‌برداری از شاخه‌های یکساله در تمامی ارقام از هر منطقه شد. در هر یک از مناطق و در هر باغ ۸ رقم در نظر گرفته شد. ۸ رقم انتخاب شده از سطح گسترش بیشتری در باغات استان برخوردار بوده و بیش از ۸۰ درصد باغات استان از دو رقم کشمش سفید و قرمز می‌باشد. پس از آن رقم‌های فخری، عسکری و یاقوتی قرار دارند. سه رقم مهدیخانی، دوزول و گزنه سطح پراکنش کمتری دارند. از نظر طول دوره رسیدگی ارقام مهدیخانی و یاقوتی در گروه زودرس، رقم‌های کشمش سفید و قرمز، فخری و عسکری در گروه نیمه‌دیررس و دو رقم دوزول و گزنه در گروه دیررس قرار می‌گیرند. از هر رقم ۴ درختچه انگور به صورت تصادفی پلاک کوبی شده و از هر بوته چهار شاخه یکساله با طول متوسط ۶۰ سانتی‌متر در چهار سمت بوته انتخاب و برداشت گردید (مطابق دستورالعمل طرح ملی مربوطه). این پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل و بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور منطقه مورد کشت انگور (۳ سطح) و رقم (۸ سطح) مورد تجزیه قرار گرفت. هر درختچه انتخاب شده در حکم یک تکرار بود. بنابراین تعداد کل

جدول ۱- مختصات جغرافیایی مناطق مورد بررسی و ارقام موجود انگور در ارزیابی خسارت سرمازدگی در استان همدان

Table 1- Geographic coordinates of the evaluated site selection and cultivated cultivar of Grape vine intending for cold injury evaluation in Hamedan province.

مناطق Selected Site	مختصات جغرافیایی محل Geographic Coordinates	ارقام مورد بررسی Evaluated Cultivars
همدان (کلکسیون ارقام انگور) Hamedan (Grape cultivar collection)	N 34° 52 65 E 48° 32 31 Elevation: 1735 m	Red and White tompson seedless, Askari, Fakhri, Mehdikhani, Yaghooti, ghazeneh and Dozool
رزن (باغ کشاورز)، حسین شاهپروری Razan (Private garden, Hosein Shahparvari)	N 35° 22 57 E 49° 03 12 Elevation: 1857 m	Red and White tompson seedless, Askari, Fakhri, Mehdikhani, Yaghooti, ghazeneh and Dozool
ملایر (باغ کشاورز)، محمد حسین کریمی Malayer (Private garden, Mohammad Hosien Karimi)	N 34° 31 25 E 48° 40 13 Elevation: 1720 m	Red and White tompson seedless, Askari, Fakhri, Mehdikhani, Yaghooti, ghazeneh and Dozool



شکل ۱- برش‌هایی از جوانه‌های انگور سالم و آسیب دیده در اثر سرمای زمستانه (سمت چپ: کاملاً آسیب دیده و سمت راست: کاملاً سالم)
Figure 1- Sectorial section of healthy and injured bud affected by winter cold injury (Left: totally injured, Right: totally healthy)

داده‌های حاصل از شمارش جوانه‌های موجود و زنده در قسمت‌های مختلف ساقه یکساله و در هر سه منطقه مورد بررسی توسط نرم افزار SAS تجزیه واریانس شده و میانگین‌های تیمارهای آزمایش با آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

با نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) مشخص شد که اثر منطقه مورد کشت انگور و نیز رقم در وجود تعداد جوانه زنده در هر سه ناحیه شاخه یکساله در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. همچنین در تعداد جوانه موجود در قسمت‌های مختلف ساقه مناطق مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری نشان دادند. اثر متقابل رقم و منطقه مورد مطالعه در تعداد جوانه در نواحی مختلف ساقه معنی‌دار شد. اما این اثر متقابل در تعداد جوانه زنده در هر سه ناحیه معنی‌دار نشد. این امر بیانگر این موضوع مهم می‌باشد که ارقام مورد بررسی مستقل از منطقه مورد کشت، پاسخ یکنواختی به خسارت سرمازدگی نشان دادند. با مقایسه میانگین داده‌های بدست آمده از تعداد کل جوانه‌ها در قسمت‌های مختلف ساقه یکساله مشخص شد که عموماً ارقام مورد بررسی شامل رقم‌های کشمش قرمز، کشمش سفید، عسکری، فخری، مهدیخانی، یاقوتی، گزنه (با پراکنش بالا در استان) از نظر میزان تعداد کل جوانه در قسمت‌های مختلف ساقه دارای تفاوت معنی‌دار از هم می‌باشند. همچنین این ارقام در هر سه منطقه مورد مطالعه و پس از خسارت سرمای زمستان تفاوت‌های معنی‌داری از نظر میزان جوانه‌های زنده در هر سه ناحیه ساقه داشتند. در هر سه منطقه دو رقم‌های مهدیخانی و یاقوتی با دارا بودن درصد بیشتر جوانه اولیه و ثانویه فعال در موقعیت اول قرار گرفتند که به ترتیب با متوسط $69/41$ و $66/19$ درصد جوانه فعال، اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با اکثر ارقام مورد بررسی داشتند. در ناحیه یک سوم انتهایی ساقه (دور از طوقه^۱)، رقم دیگر وضعیتی بسیار نزدیک بهم داشته و میزان خسارت در این ارقام بسیار بالا بود (متوسط درصد جوانه سالم در این ارقام در ناحیه یک سوم انتهایی ساقه $16/02$ درصد بوده است). دو رقم گزنه و دوزول در هر سه ناحیه ساقه با متوسط میزان $32/3$ درصد جوانه فعال، از کمترین میزان جوانه اولیه و ثانویه سالم و زنده پس از سپری شدن زمستان برخوردار شدند که نسبت به سایر ارقام تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان دادند (جدول ۳، ۴ و ۵).

در بیشتر ارقام (به جز دو رقم یاقوتی و مهدیخانی) در ناحیه دو سوم انتهایی شاخه‌ها، اکثر جوانه‌های مورد بررسی از خسارت سرما آسیب دیده و از بین رفتند. میزان خسارت در یک سوم ابتدای ساقه یکساله در اکثر ارقام نسبتاً کمتر بود. در هر سه منطقه مورد مطالعه دو

رقم یاقوتی و مهدیخانی به ترتیب با $60/76$ و $56/37$ درصد از بیشترین جوانه زنده و فعال در قسمت وسط ساقه برخوردار بودند. در مجموع در هر سه ناحیه ساقه و در سه منطقه مورد نظر میزان خسارت در دو رقم یاقوتی و مهدیخانی به طور مشخصی پایین‌تر از سایر ارقام بود. در این دو رقم در هر سه ناحیه ساقه به ترتیب $66/22$ و $68/45$ درصد جوانه زنده وجود داشت (داده‌های جداول ۳، ۴ و ۵). اگرچه در ساقه‌های یکساله بیشتر ارقام، بر جوانه‌های واقع در ناحیه یک سوم انتهایی ساقه، درصد نسبتاً بالاتری در مقایسه با دو ناحیه وسط و انتهایی خسارت سرما وارد شده بود، اما این ناحیه بدلیل اینکه جوانه‌های بارده کمتری دارد، لذا افزایش خسارت سرما در این ناحیه عملاً بر عملکرد کل تأثیر کمتری دارد و اثرات خسارت سرما بر تشکیل خوشه و عملکرد کل بر ناحیه وسط ساقه بیشتر ملموس و قابل توجه می‌باشد. در مشاهدات بعدی نیز مشخص شد که در دو رقم یاقوتی و مهدیخانی که نواحی وسط شاخه‌های یکساله کمتر آسیب دیده بودند، خوشه بیشتری تشکیل شده است. تفاوت حاصل در درجه تحمل به سرمازدگی زمستانه در ارقام مورد مطالعه در انگور در این پژوهش با یافته‌های جلیلی مرندی (۶)، شور و همکاران (۱۶)، ملکوتی (۹) و کرمی (۷) در پاسخ متفاوت کلون‌ها و ارقام انگور به سرما در داخل کشور و نیز ندولکوفسکی و همکاران (۱۰) در خارج از کشور هماهنگی دارد.

در هر سه منطقه به موازات کاهش دما و بروز دمای بحرانی، سرمازدگی اتفاق افتاده و شدت آن متناسب با درجه تحمل رقم بوده است. در دو منطقه رزن و همدان که شدت و تکرار سرمازدگی بیشتر بوده است، به همان نسبت نیز وخامت و درجه خسارت در اغلب ارقام بالا بوده است. رقم‌هایی نظیر دوزول، گزنه و فخری به ترتیب با متوسط $36/64$ ، $27/95$ و $38/00$ درصد در هر سه منطقه واکنش نسبتاً یکنواختی به خسارت سرما داشتند. این ارقام از درجه تحمل کمتری به سرما برخوردار بوده و درصد پائین‌تر جوانه‌های زنده در این ارقام در هر سه ناحیه از ساقه یکساله تأییدی بر این موضوع می‌باشد. همچنین با مقایسات میانگین مشخص شد که در هر سه منطقه مورد مقایسه نواحی یک سوم انتهایی ساقه یکساله تحمل کمتری به سرما در اغلب ارقام داشتند. هرچند این حساسیت متناسب با افزایش درجه تحمل رقم به سرما کاهش پیدا کرد (جدول ۳، ۴ و ۵).

در بررسی‌های صورت گرفته بر اساس این پژوهش مشخص شد که تا حدودی جوانه‌های موجود در نواحی ابتدای ساقه یکساله (ناحیه نزدیک به طوقه^۲) در بیشتر ارقام درجه تحمل بیشتری به سرمازدگی دارند، بنابراین می‌توان با برداشت زودتر محصول و کمک به ذخیره بیشتر فراورده‌های فتوسنتزی به چوبی شدن این نواحی کمک نموده

و از شدت خسارت بیشتر کاست. در این تحقیق و در هر سه منطقه، ارزیابی شدت خسارت در ارقام مختلف نشان داد که دو رقم یاقوتی و مهدیخانی که هر دو زودرس می‌باشند، در مجموع از میزان زنده‌مانی بیشتری در جوانه‌ها برخوردار شده و شدت خسارت سرما در آن‌ها به صورت معنی‌داری نسبت به سایر ارقام کمتر بود. بنابراین ممکن است کاهش شدت خسارت سرما در این ارقام علاوه بر مقاومت ذاتی و ویژگی‌های ژنتیکی این ارقام در تحمل به سرما، با زودرسی آنها نیز مرتبط باشد. برداشت زودتر محصول در این ارقام، در عمل فرصت بیشتری در حد ۲۵ تا ۳۰ روز را به انجام فتوسنتز موثر در آن‌ها فراهم می‌کند. با افزایش طول مدت ذخیره‌سازی مواد غذایی، اندوخته نشاسته شاخه‌های یکساله بالاتر رفته و ضمن افزایش مواد لیگنینی منجر به تشکیل بافتهای ثانویه بیشتر و چوبی‌شدن شاخه‌ها و در نتیجه افزایش تحمل بیشتر به سرما در آن‌ها می‌گردد (۱۷). در هر سه منطقه در باغ‌های انتخابی، عملیات خاکدهی از ابتدای احداث باغ (با

متوسط طول عمر بیست سال و بیشتر) در هیچ سالی صورت نگرفته بود. به نظر می‌رسد ارقام انتخابی حاصل به‌گزینی کلونی از بین ارقام موجود در منطقه مورد مطالعه باشند که در درازمدت با شرایط آب و هوایی منطقه سازگار شده و تا حدودی از آستانه تحمل بیشتری به سرما برخوردار شده‌اند. تمامی ارقام مورد بررسی از گونه وینیفرا می‌باشند، لذا از نظر درجه تحمل به سرما تابع خصوصیات این گونه بوده و مقاومت به سرما در ارقام این گونه تا حد زیادی منتفی بوده و بیشتر بحث تحمل به سرما آنها در برخی کلون‌ها مطرح می‌باشد. نتایج بررسی‌ها در سه منطقه ملایر، رزن و همدان نشان داد که در مجموع خسارت قابل توجهی در اکثر ارقام انگور در حد ۷۰ تا ۸۰ درصد (باغاتی که پوشش خاک نداشتند) بوجود آمد. در مجموع از نظر تفاوت بین مناطق مورد بررسی، در دو منطقه رزن و همدان درصد خسارت نسبت به ملایر ملموس‌تر بود (جداول ۳، ۴ و ۵).

جدول ۳- درصد جوانه‌های زنده در قسمت‌های مختلف ساقه یکساله از ارقام مختلف انگور در شهرستان همدان
Table 3- Percentage of living buds in different cane segments of different grapevine cultivars in Hamedan city

رقم Cultivar	درصد جوانه‌های زنده در یک سوم انتهای ساقه ^۱ Percentage of Survived Bud in one third of the Cane Distal End	درصد جوانه‌های زنده در یک سوم وسط ساقه ^۱ Percentage of Survived Bud in the Middle of Cane	درصد جوانه‌های زنده در یک سوم ابتدای ساقه ^۱ Percentage of Survived Bud in one third of the Cane Proximal End
کشمشی قرمز White tompson seedles	10.54 b	24.00 cd	75.22 a
کشمشی سفید Red tompson seedles	22.97 b	28.22 cd	52.00 b
عسکری Askari	15.22 b	32.55 c	72.22 a
فخری Fakhri	14.10 b	19.55 d	80.32 a
مهدیخانی Mehdi khani	58.06 a	50.99 ab	90.33 a
یاقوتی Yaghooti	53.93 a	57.62 a	82.32 a
گزنه Ghazaneh	14.00 b	20.32 cd	42.00 b
دوزول Dozool	19.32 b	35.22 c	50.00b

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن نداشته‌اند

۱- هر قسمت از ساقه یکساله شامل بیست سانتی‌متر از طول شاخه می‌باشد

Numbers followed by the same letter in every column are not significantly differentns ($P < 0.05$) based on Duncan's multiple range test

1- Every segment of cane has 20 cm in its length

جدول ۴- درصد جوانه‌های زنده در قسمت‌های مختلف ساقه یکساله از ارقام مختلف انگور در شهرستان رزن

Table 4- Percentage of living buds in different cane segments of different grapevine cultivars in Razan city

رقم Cultivar	درصد جوانه‌های زنده در یک سوم انتهای ساقه ^۱ Percentage of Survived Bud in one third of the Cane Distal End	درصد جوانه‌های زنده در یک سوم وسط ساقه ^۱ Percentage of Survived Bud in the Middle of Cane	درصد جوانه‌های زنده در یک سوم ابتدای ساقه ^۱ Percentage of Survived Bud in one third of the Cane Proximal End
کشمشی قرمز White tompson seedles	9.25 b	20.22 cd	30.79 a
کشمشی سفید Red tompson seedles	20.36 b	30.55 cd	50.00 b
عسکری Askari	16.91 b	37.28 bc	79.32 a
فخری Fakhri	13.21 b	23.22 d	78.00 a
مهدیخانی Mehdi khani	52.32 a	49.55 ab	88.56 a
یاقوتی Yaghooti	50.72 a	61.00 a	78.50 a
گزنه Ghazaneh	13.20 b	19.52 cd	39.00 b
دوزول Dozool	17.23 b	39.25 bc	52.00 b

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن نداشته‌اند

۱- هر قسمت از ساقه یکساله شامل بیست سانتی‌متر از طول شاخه می‌باشد

Numbers followed by the same letter in every column are not significantly differentns ($P < 0.05$) based on Duncan's multiple range test

1- Every segment of cane has 20 cm in its length

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش دو رقم مهدیخانی و یاقوتی از میزان تحمل بالاتری به سرمازدگی زمستانه برخوردار بودند. اما با توجه به اینکه درصد خسارت سرمازدگی در ارقام مهم‌تر استان (کشمشی سفید و قرمز) قابل توجه بوده است لذا پیشنهاد می‌گردد جهت پرهیز از عواقب ناشی از سرمازدگی در مناطق سرماخیز استان تدابیر لازم از طرف باغداران در نظر گرفته شود. این تدابیر می‌تواند اقدامات مختلف زیر و یا تلفیقی از آن‌ها را شامل شود: از قبیل اعمال برنامه تغذیه بهتر در طول فصل رشد، پرهیز از تأخیر در برداشت محصول، خودداری از

هر نوع عملیات حذف برگ‌ها به خصوص پس از برداشت محصول، انجام آبیاری صحیح و متوازن، انجام هرس مناسب فرم و باردهی که موجب نفوذ و دریافت نور بیشتر به داخل تاج درختچه انگور بشود، خودداری از هرس بسیار شدید بویژه در اواخر فصل رشد، خودداری از مصرف کود ازته در آخر فصل رشد، بهره‌گیری از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی (پاکلوپوترازول و مواد مشابه) که القاء کننده مقاومت به سرما می‌باشند، استفاده از مالچ‌های پوششی جاذب نور در فصل زمستان، بهره‌گیری از پیوندک‌های مقاوم‌تر در عملیات پیوند.

جدول ۵- درصد جوانه‌های زنده در قسمت‌های مختلف ساقه یکساله از ارقام مختلف انگور در شهرستان ملایر
Table 5- Percentage of living buds in different cane segments of different grapevine cultivars in Malayer city.

رقم Cultivar	درصد جوانه‌های زنده در یک سوم انتهای ساقه ^۱ Percentage of Survived Bud in one Third of the Cane Distal End	درصد جوانه‌های زنده در یک سوم وسط ساقه ^۱ Percentage of Survived Bud in the Middle of Cane	درصد جوانه‌های زنده در یک سوم ابتدای ساقه ^۱ Percentage of Survived Bud in one Third of the Cane Proximal End
کشمشی قرمز White tompson seedles	17.20 b	30.18 cd	89.30 a
کشمشی سفید Red tompson seedles	31.58 b	34.50 cd	54.00 b
عسکری Askari	19.29 b	47.28 ab	83.72 a
فخری Fakhri	14.10 b	23.09 d	76.58 a
مهدیخانی Mehdi khani	71.12 a	68.57 ab	96.60 a
یاقوتی Yaghooti	64.31 a	63.66 a	84.00 a
گزنه Ghazaneh	15.07 b	34.44 cd	54.00 b
دوزول Dozool	20.22 b	42.50 bc	54.02 b

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون چنددامنه‌ای دانکن نداشته‌اند

۱- هر قسمت از ساقه یکساله شامل بیست سانتی‌متر از طول شاخه می‌باشد

Numbers followed by the same letter in every column are not significantly different (P<0.05) based on Duncan's multiple range test

1- Every segment of cane has 20 cm in its length

منابع

- 1- Amberg H. 1994. Crown galls & winter injury. In J R McGrew J, pp 83-85.
- 2- Barabal C.K. 1990. Diagnosis of heat and cold resistance grape varieties from the bioelectrical reactions of the leaves. Fiziologiya Biokhimiya, 22(2): 170 -174.
- 3- Cirami R.M. 1993. Fine tuning of Sauvignon Blanc clonal selection for South Australia. Australian Grape grower and Wine, 352: 113-114.
- 4- Fennell A. 2004. Freezing tolerance and injury in grapevines. Journal of Crop Improvement, 10:201-235.
- 5- Howell G.S. 2003. Winter hardiness of grapevines: The challenge of culture under continental conditions and recovery approaches when damage has occurred. pp. 131-134.
- 6- Jalili Marandi R. 1998. Evaluation the cold resistance of some grapevine cultivar. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 7 (3&4): 161-172 (in Persian with English abstract)
- 7- Karami M.J. 2000. Preliminary results of clonal selective of two grape cultivars in Kurdistan province. Journal of Seed and Plant, 16(4), 437-425.
- 8- Lynn J.M., John C., Ferguson C and Markus K. 2006. Cold- hardiness evaluation of grapevine buds and cane tissues. American Journal of Enology and Viticulture, 57:194- 200.
- 9- Malakooti, H. 2007. Evaluation and selection of Grapevine Thompson seedless clones resistant to cold stress in Ghazvin province, M.S Thesis, Azad University, Karaj branch, Iran (in Persian with English abstract)
- 10- Nedelkovski D., Beleski K., Boskov K., Korunovska B and Milanov G. 2012. Studying the Content of Starch Correlated With Resistance to Low Winter Temperatures in Some Grapevine Varieties, Agrozanje J, 13: 681-686.
- 11- Nejatian M. A. 2013. Selection of clones resistant to cold in seedless Grape Cultivars of Iran. Seed and Plant Improvement Journal, 3: 1-28 (in Persian with English abstract)

- 12- Panagopoulos C.G and Psallidas P.G .1973. Characteristics of Greek *Vitis vinifera* cultivars. Proc. 4th Int. Conf. Grapevine genetic (Agers, France). 1: 221-228.
- 13- Patrik A and Laura D.L .2002. Clonal selection in Thompson seedless (*Vitis vinifera* L.) in order to cold resistance, *Vitis*, 48 (2): 247-252.
- 14- Perry K.L and Kado C.I .1981. Clonal selection in order to achieve resistance to winter cold injury of grape in California, *Vitis*, 36 (2): 249- 257.
- 15- Quamme H.A .1978. Plant Cold Hardiness and Freezing Stress. New York Academic Publishers, pp. 313-332.
- 16- Shoor M., Tehranifar A., Nematy S. H., Salahvarzy Y., Mokhtarian A and Rahmaty M. 2010. Evaluation and determination of chilling and freezing resistance in three commercial grape cultivars (*Vitis vinifera* L.) in north of Khorasan. *Environmental Stresses in Agricultural Sciences*, 2(2): 159-169 (in Persian with English abstract)
- 17- Smith J., Rogiers S., Quirk L and Holzapfel B .2009. Menagment of carbohydrate reserve accumulation as a tool for regulating vine productivity, hardiness and fruit quality. Australian Government. Grape and Wine Research and Development Corporation, p 185.
- 18- Stefanini M., Iacono F and Porro D .1995. New Strategies to optimize clonal variability of Pinot noir to Trentino Environment (northeastern Italy). In: *Proceedings of the International Symposium on clonal selection*, Portland, Oregon. J. M. Randtz (Ed), pp.143-147. American Society for Enology and Viticulture, Davis, CA.
- 19- Weiser C.J .1970. Achievements in plant chilling stress and injuries studies. *Science*, 169: 1269-1282.



پیش‌بینی تاثیر فضای سبز بر تغییرات خرد اقلیمی اماکن مسکونی مشهد طی گرم‌ترین دوره سال

زهره کریمیان^{۱*} - علی تهرانی‌فر^۲ - محمد بنایان^۳ - مجید عزیزی^۴ - فاطمه کاظمی^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۲۲

چکیده

با توجه به رشد جمعیت و اقلیم گرم و خشک اکثر شهرهای ایران، تامین و ایجاد آسایش دمایی مناسب در دوره‌های گرم سال ضروری است. به منظور ارزیابی و شبیه‌سازی تاثیر درصد فضای سبز و پوشش گیاهی بر تغییرات دما، رطوبت نسبی و آسایش دمایی شهروندان در دو سایت مسکونی در مشهد، در گرم‌ترین دوره سال ۱۳۹۱ آزمایشی انجام شد. در این آزمایش داده‌های اقلیمی ثبت شده در این دو سایت و داده‌های اندازه‌گیری شده مربوط به سازه‌های شهری و پوشش گیاهی با استفاده از برنامه کامپیوتری ان‌وای مت مدلسازی و تجزیه و تحلیل شدند. خروجی‌های مدل نشان داد که به‌رغم اختلاف اندک دما و رطوبت نسبی بین سایت‌های واقعی و شبیه‌سازی شده با پوشش گیاهی، تفاوتی از نظر شاخص متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده وجود نداشت و هر دو سایت با وجود پوشش گیاهی شبیه‌سازی شده تا حدود ۱۹/۵ درصد، در محدوده تنش گرمایی بسیار شدید قرار داشتند.

واژه‌های کلیدی: پوشش گیاهی، دما، رطوبت، شاخص آسایش دمایی

مقدمه

در دهه‌های اخیر به دلیل گسترش وسیع و سریع شهرها که همراه با افزایش تعداد ساختمان‌ها، خیابان‌ها، سنگفرش‌ها، و سایر سطوح دست ساز انسان بوده است، تغییرات ریز اقلیمی معنی‌داری در محدوده شهرها و محیط‌های پیرامون آن‌ها رخ داده است. گسترش و توسعه شهری باعث تغییر در توزیع بافت خاک، تغییر مسیر منابع آبی، کاهش میزان پوشش گیاهی، اضافه شدن مواد و مصالح ساختمانی به محیط، تغییر در توپوگرافی منطقه و ایجاد منابع آنتروپوژنیک حرارتی و آبی جدید خواهد شد. در نتیجه، توسعه شهری منجر به تغییر حالت فیزیکی منظر و محیط زیست شده و عناصر شهری را از نظر هیدرولوژی، دمایی، تابش و آئروپدینامیک تحت تاثیر قرار می‌دهد که خود باعث تغییر در تبادل حرارتی، توده‌ای و جنبشی بین سطح و اتمسفر خواهد شد (۱۱).

با در نظر گرفتن دو پدیده اقلیمی نامطلوب دمای بالا، یعنی جزایر گرمایی و گرمایش جهانی، تامین آسایش دمایی شهروندان در

شهرهای بزرگ با اقلیم‌های گرم و خشک، بویژه در طی گرم‌ترین دوره‌های سال بسیار مهم و حیاتی است. به طور کلی در مناطق گرم دنیا به دلیل تشعشع زیاد و افزایش زاویه تابش خورشید به صورت عمودی، غالباً شرایط آسایش دمایی در فضای باز در طول روز از سطح استاندارد قابل قبول، بسیار بیشتر است. ایران نیز کشوری است که بیش از ۶۰ درصد وسعت آن یعنی مساحتی معادل ۱۰۴۶۴۴۶ کیلومترمربع در اقلیم خشک و فراخشک واقع شده است (۱۸). در این بین شهر مشهد به دلیل قرار گرفتن در اقلیم عرض میانی خشک و نیمه خشک، به ترتیب با ثبت میانگین و حداکثر درجه حرارت ۳۲ و ۴۳ درجه سانتی‌گراد در گرم‌ترین دوره سال (اواسط تیر-اواسط مرداد)، میانگین بارش سالانه ۲۴۱ میلی‌متر با حداقل بارندگی صفر میلی‌متر (در ماه جولای معادل اواسط تیر تا اواسط مرداد ماه) و میانگین و حداقل رطوبت نسبی به ترتیب ۳۶ و ۲ درصد در فصل تابستان و همچنین مشهد به عنوان دومین کلان شهر ایران با جمعیت ثابت ۲/۷ میلیون نفر و ۱۴ میلیون زائر در سال (۱ و ۱۶) یک نمونه بارز از کلان شهری با اقلیم خشک و دارای ماه‌های گرم می‌باشد که از نقطه نظر بررسی تاثیر پوشش گیاهی و فضای سبز و نقش آن بر آسایش دمایی شهروندان و مسافران طی دوره‌های گرم سال در جایگاه حساسی قرار گرفته است.

پوشش‌های گیاهی و فضای سبز کافی و مناسب در شهرها، علاوه بر زیباسازی آن‌ها اثرات مثبتی بر اقلیم منطقه‌ای دارد. لذا

۱- استادیار گروه گیاهان زینتی، پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*) نویسنده مسئول: Email: zkarimian@um.ac.ir

۲، ۴ و ۵- به ترتیب استادان و استادیار گروه باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

اقدام به داده‌برداری میدانی در یک منطقه مسکونی از شهر مشهد شد. ان‌وای مت یک مدل سه بعدی است که به منظور شبیه‌سازی برهمکنش‌های بین سطح، گیاه و هوا در محیط شهری و با رزولوشن ۱-۵/۰ متر در فضا و ۱۰ ثانیه در زمان طراحی شده است. فضای معمول برای کاربرد و استفاده این مدل اقلیم شهری، معماری، طراحی ساختمان و طراحی محیط است. این مدل کامپیوتری شامل چندین نرم افزار ویرایشی و ابزارهای تجسم گرافیکی برای خروجی و نتایج مدل است. در این مدل، پوشش گیاهی نه تنها از منظر یک مانع متخلخل در مسیر باد و تابش خورشیدی، بلکه به عنوان جسمی بیولوژیک که دارای فرایندهای فیزیولوژیکی تبخیر و تعرق و فتوسنتز می‌باشد در نظر گرفته شده است. انواع مختلف پوشش گیاهی با ویژگی‌های خاص در این مدل قابل استفاده است. این مدل دارای یک پایگاه داده برای گیاهان است که قابل توسعه می‌باشد و امکان اضافه کردن گیاهان جدید با مشخصات خاص در آن وجود دارد (۲).

دو سایت مسکونی مورد مطالعه در منطقه قاسم آباد مشهد واقع شده‌اند و علت انتخاب این منطقه جهت ارزیابی، بافت شهری نسبتاً جدید، وجود ساختمان‌های هم ارتفاع و تقریباً هم‌شکل و همچنین دارا بودن تراکم جمعیتی نسبتاً بالا بود که ارزیابی این دو سایت را توسط مدل ان‌وای مت دارای اهمیت و تسهیل می‌ساخت (شکل ۱).

به منظور اندازه‌گیری دما و رطوبت نسبی سایت‌ها، از دستگاه ثبت کننده دما و رطوبت^۲ و برای ثبت سرعت باد از دستگاه ثبت کننده سرعت باد^۳ استفاده شد.

در هر دو سایت به طور همزمان در طی گرم‌ترین دوره سال یعنی از اواسط تیر الی اواسط مرداد ماه (ماه جولای) سال ۱۳۹۱ و در بازه زمانی ۸ صبح الی ۱۸ بعد از ظهر دستگاه‌های ثبت کننده دما و رطوبت و همچنین دستگاه ثبت سرعت باد در ارتفاع ۱/۵ متری (ارتفاع میانگین قد انسان در حالت ایستاده و نشسته) از سطح زمین نصب شدند. این دستگاه‌ها، دما، رطوبت نسبی و سرعت باد را در بازه زمانی ذکر شده به صورت هر ۵ ثانیه یک‌بار ثبت کردند و سپس با انتقال داده‌های دستگاه‌های ثبت کننده به کامپیوتر، میانگین روزانه دما و رطوبت نسبی به صورت ساعتی و در ساعات ۸-۱۸ هر روز و منطبق با داده‌برداری استاندارد در ایستگاه‌های هواشناسی محاسبه شد. میزان ابرناکی آسمان به صورت چشمی و با اختصاص دادن اعداد اکتاز مناسب برای درصدهای مختلف پوشش ابری به دست آمد که بر حسب درصد بیان می‌شود. به عنوان مثال عدد هشت نشان دهنده پوشش تمام ابری و عدد صفر آسمان کاملاً صاف است.

ضرورت فضای سبز از سال‌ها پیش در کشورهای مختلف دنیا بویژه کشورهای پیشرفته قابل احساس است. پوشش‌های گیاهی عمدتاً با سه روش سایه‌دهی، تبخیر و تعرق و شکست باد، باعث تغییر خرداقلیم در محیط پیرامون خود می‌شوند (۱۴). پوشش‌های گیاهی به طور غیرمستقیم نیز از طریق به دام انداختن رطوبت خاک می‌توانند بر محیط پیرامون خود تاثیرگذار باشند. در واقع درختان اجزای بیولوژیک شهری هستند که با محیط پیرامون خود از طریق تبادل گرما و بخار آب برهمکنش دارند (۵). درون یک ساختار شهری، کارایی اقلیمی پوشش گیاهی به نسبت سطوح سبز به سطوح ساختمانی، اندازه، جایگاه و همچنین ویژگی‌های گیاهی نظیر گونه، تراکم، شکل، اندازه، حجم، سن و غیره وابسته است. مزایای پوشش گیاهی بر بهبود آسایش دمایی با افزایش در میزان موارد نام برده شده، افزایش خواهد یافت (۴). پوشش‌های گیاهی بویژه درختان با تعدیل دما، رطوبت و باد، ریز اقلیمی به وجود می‌آورند که آسایش دمایی مناسبی برای زیست انسان در پی دارد (۲).

پیرماتر و همکاران (۱۹) و همچنین شاشوآبار و همکاران (۲۲) گزارش کردند در فضاهای گرم و خشک شهری مانند مراکز شهرها، خنک‌سازی حاصل از تبخیر و تعرق فضای سبز و درختان می‌تواند به طور چشمگیری باعث بهبود آسایش دمایی انسان شوند.

علی‌تودرت و مایر (۳) در تحقیقی نشان دادند که سایه درختان می‌تواند آسایش دمایی افراد را در خیابان‌ها به طور چشمگیری بهبود ببخشد. در تحقیقی دیگر (۲) اگرچه تاثیر پوشش گیاهی و فضای سبز را تابع عوامل مختلف شهرسازی، ویژگی‌های هندسی خیابان‌ها و ساختمان‌ها و غیره می‌داند اما بر نقش موثر فضای سبز بر تغییرات مثبت خرداقلیمی و آسایش دمایی انسان نیز تاکید کرده است.

در مورد تاثیر پوشش گیاهی و فضای سبز شهری بر آسایش دمایی انسان در مناطق دارای تابستان‌های گرم مطالعات زیادی در سطح دنیا انجام نشده است. در ایران نیز با وجود اهمیت این مسئله به نظر می‌رسد تا امروز مقاله یا گزارش مکتوبی منتشر نشده است. هدف از انجام این تحقیق ارزیابی و شبیه‌سازی تاثیر پوشش گیاهی و فضای سبز موجود و پیشنهادی بر آسایش دمایی انسان و تغییرات خرداقلیمی در اماکن مسکونی طی دوره‌های گرم سال در شهر مشهد با استفاده از مدل‌سازی و شبیه‌سازی در برنامه کامپیوتری ان‌وای مت^۱ بود.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تغییرات خرد اقلیمی و آسایش دمایی افراد طی گرم‌ترین دوره سال ۱۳۹۱ با کمک مدل ان‌وای مت در دو سایت،

2- Standard ST-171, Temperature and Humidity Data Logger
3- Metal Vane Thermo-Anemometer/Datalogger-SDL300

1- ENVI-met Computer Program



شکل ۱- اعداد ۱ و ۲ به ترتیب نشان دهنده: بلوک‌های مسکونی اندیشه و حسابی در مشهد (Google earth, 2014)
Figure 1- the Number 1 and 2 respectively, represent: Andishe and Hesabi residential blocks

گیاهی گونه‌های موجود در هر سایت نیز به طور میدانی اندازه‌گیری و به مدل وارد شدند. شاخص سطح برگ برای گونه‌های مورد ارزیابی در هر سایت یا با استفاده از داده‌های شاخص سطح برگ گونه‌های موجود در پایگاه اطلاعاتی ان‌وای‌مت^۳ محاسبه شد و یا از منابع مختلف که این متغیر را در مورد گونه‌های مورد نظر محاسبه کرده بودند استفاده شد (۲۵، ۱۵ و ۲۰).

مراحل شبیه‌سازی دو سایت مذکور نیز مانند مراحل ارزیابی آن بود. ابتدا اطلاعات واقعی موجود در هر سایت به مدل وارد شدند. از آنجایی که مهم‌ترین بخش و هدف این تحقیق مربوط به نقش پوشش گیاهی و فضای سبز در تغییرات خرداقلیمی و آسایش دمایی شهروندان بود، در گام بعدی اقدام به شبیه‌سازی فضای سبز در هر سایت شد. در این شبیه‌سازی‌ها از گونه‌های گیاهی غالب و سازگار با فضای سبز مشهد استفاده شد. همچنین با توجه به محدودیت منابع آبی در این شهر، سعی شد تا حد ممکن گونه‌های مقاوم به خشکی مورد استفاده قرار گیرند. برای مثال در بین گونه‌های درختی از ااقیا، چنار، زبان گنجشک، کاج، توت زینتی و زیتون تلخ و در بین و گونه‌های بوته‌ای از زرشک، شمشاد و شیرخشت در این مدل استفاده شد (۲۱).

در شبیه‌سازی با پوشش گیاهی، در چند قسمت از محدوده مورد مطالعه سایت مسکونی اندیشه، فضای سبز و پوشش گیاهی در مدل تعریف شد که از کل مساحت سایت، حدود ۴۲۷۰ مترمربع به عنوان فضای سبز تعریف شد که حدود ۱۲۸۰ مترمربع آن با پوشش درختی و حدود ۳۰۰۰ مترمربع آن با گیاهان شبیه سازی شده بود (شکل ۲).

اگرچه گزارشات مختلف نشان می‌دهد که مدل ان‌وای‌مت در ارزیابی آسایش دمایی انسان و تغییرات خرداقلیم شهری پیش‌بینی و عملکرد دقیق و قابل اعتمادی دارد (۲) اما به منظور اعتبار سنجی این مدل، داده‌های واقعی یا اندازه‌گیری شده در هر سایت با داده‌هایی که از مدل ان‌وای‌مت در این سایت‌ها به دست آمده بود در طی ساعات ۱۱ الی ۱۵ (ساعاتی که از نظر بررسی آسایش دمایی افراد در طی دوره‌های گرم سال دارای اهمیت می‌باشند). جهت مقایسه با استفاده از الگوریتم جی‌ال‌ام^۱ یا مدل خطی عمومی در نرم افزار مینی‌تب تجزیه واریانس شدند. در نهایت مشخص شد بین این دو گروه داده، تفاوت آماری معنی‌داری وجود ندارد که نشان می‌دهد مدل ان‌وای‌مت در هر سایت به درستی عمل شبیه‌سازی داده‌ها را انجام داده است و خروجی‌های این مدل در سایت‌های مورد بررسی در شهر مشهد قابل اعتماد است. مهم‌ترین داده‌های ورودی به مدل ان‌وای‌مت در جدول ۱ آمده است.

برای محاسبه ارزش یو^۲ (نشان دهنده میزان از دست دادن حرارت از بام، کف و دیوارهای ساختمان است و هر چه این میزان بیشتر باشد مقدرا هدر رفت یا از دست دادن حرارت از ساختمان بیشتر خواهد بود) بام‌ها و دیوارها در این تحقیق از نرم‌افزار آنالین و سما استفاده شد.

اطلاعات مربوط به پوشش گیاهی از جمله نوع گیاه (C3 یا C4) و خزان پذیر یا همیشه سبز بودن گونه‌های مورد نظر با استفاده از منابع مختلف به مدل وارد شدند (۸ و ۱۳). ارتفاع و گستره پوشش

1- GLM (General Linear Model)

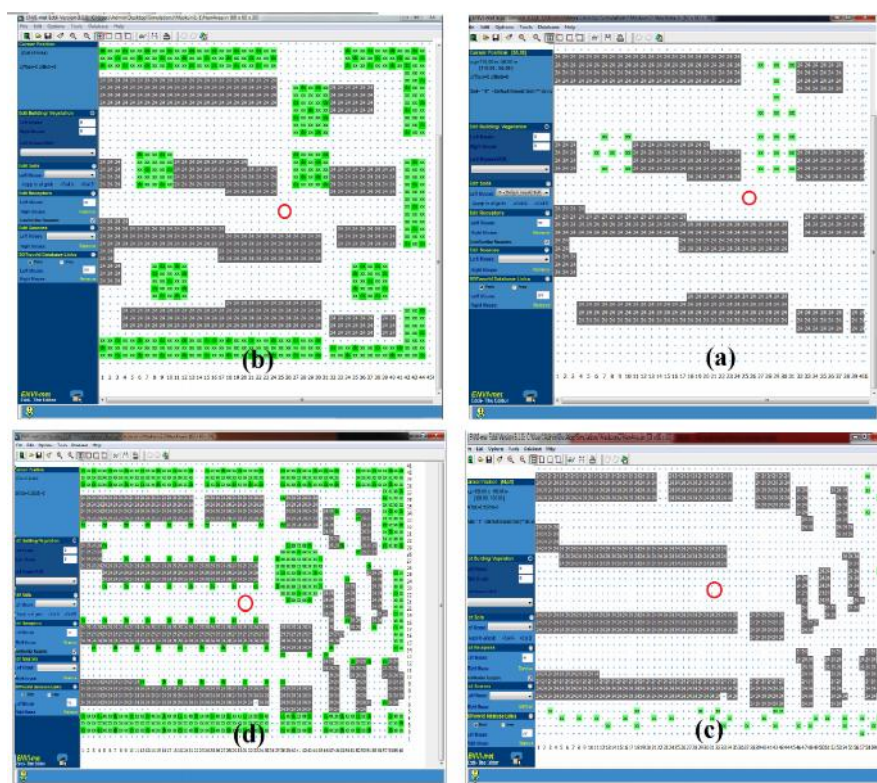
2- U-Value

3- Plant Database PLANTS.DAT

جدول ۱- داده‌های هواشناسی، خاک، گیاه و ساختمانی به عنوان ورودی در مدل ان‌وای‌مت

Table 1- Data of weather, soil, plant and building as input on ENVI-met model

داده‌های ساختمانی Building Data	داده‌های گیاهی Plant Data	داده‌های خاک Soil Data	داده‌های هواشناسی Weather Data
دمای داخل ساختمان Building Indoor Temperature	نوع گیاه Plant Type	دمای خاک Soil Temperature	دمای هوا Air Temperature
ارزش یو دیوارها U-Value of Walls	ارتفاع گیاه Plant Height	رطوبت خاک Soil Humidity	رطوبت نسبی Relative Humidity
ارزش یو بامها U-Value of Roofs	شاخص سطح برگ Leaf Area Index	بافت خاک Soil Texture	سرعت باد Wind Velocity
-	-	-	جهت باد Wind Direction
-	-	-	میزان ابرناکی Cloudy Cover



شکل ۲- الف: سایت واقعی و ب: سایت شبیه‌سازی شده با پوشش گیاهی بلوک مسکونی اندیشه، س: سایت واقعی و د: سایت شبیه‌سازی شده با پوشش گیاهی بلوک مسکونی حسابی طی گرم‌ترین دوره سال ۱۳۹۱ (رنگ سبز: پوشش گیاهی، رنگ خاکستری: ساختمان، رنگ قرمز: ایستگاه اندازه‌گیری)

Figure 2- Actual site (a) and simulated site with vegetation in Andishe Residential block (b), Actual site (c) and simulated site with vegetation in Andishe Residential block (d) during the hottest period of 2012 (Green: Vegetation, Gray: Building, Red: Recorded station)

مترمربع آن را پوشش درختی و حدود ۲۹۰۰ متر مربع دیگر آن با گیاهان علفی شبیه‌سازی شده بود (شکل ۲). به طور کلی در شبیه‌سازی‌ها در هر دو سایت حدود ۱۹/۵ درصد به فضای سبز موجود اضافه شد.

در شبیه‌سازی با پوشش گیاهی در بلوک مسکونی حسابی نیز در چند قسمت از سایت مورد مطالعه پوشش گیاهی به مدل ان‌وای‌مت وارد شد. به طوری که حدود ۴۴۶۰ متر مربع از کل مساحت سایت بصورت پوشش گیاهی در مدل وارد شد که از این بین مساحت ۱۵۶۰

آنالیز خروجی‌های دو سایت مسکونی اندیشه و حسابی در ارزیابی نشان داد که روند تغییرات دما در هر سه ایستگاه در ساعات مورد بررسی (۱۵-۱۱) تقریباً مشابه است. به طور کلی بیشترین اختلاف دما بین ایستگاه‌ها، در ساعت ۱۳ به دست آمد. به طوری که بالاترین دما در بخش شمال غربی (۳۶/۶۲ درجه سانتی‌گراد) و کمترین آن در بخش جنوب غربی (۳۵/۵۲ درجه سانتی‌گراد) با اختلاف دما حدود ۱/۱ درجه سانتی‌گراد بود.

در سایت مسکونی حسابی بیشترین اختلاف درجه حرارت بین ایستگاه‌های بخش مرکزی و جنوب غربی و مربوط به ساعات ۱۱ به میزان ۰/۷۶ درجه سانتی‌گراد بود.

روند تغییرات رطوبت نسبی نیز در دو سایت مسکونی اندیشه و حسابی بسیار مشابه بودند. در این دو ایستگاه بیشترین اختلاف رطوبت نسبی در ساعات ۱۲ به میزان ۱/۱۶ درصد بین دو ایستگاه بخش شمال شرقی و بخش جنوب غربی محاسبه شد.

در هر یک از این سایت‌های مسکونی نیز ۳ ایستگاه یا دریافت کننده در نرم‌افزار ان‌وای‌مت تعریف شد. این ایستگاه‌ها در سایت مسکونی اندیشه در جنوب غربی، مرکز و شمال غربی و در سایت مسکونی حسابی در جنوب غربی، مرکز و شمال شرقی تعریف شدند.

نتایج و بحث

اگر چه معنی‌دار بودن یا نبودن متغیرهای مختلف در ارزیابی و شبیه‌سازی سایت‌های مورد مطالعه مانند دما و رطوبت نسبی به طور مستقل دارای اهمیت نمی‌باشد زیرا در نهایت روابط بین عوامل مختلف هواشناسی است که تعیین کننده تاثیر این تفاوت‌ها بر آسایش دمایی افراد خواهد بود با این وجود علامت بار استاندارد به منظور قایل شدن تفاوت معنی‌داری یا عدم معنی‌داری در شکل‌ها وارد شده است. برای مثال گاهی اختلاف چند دهم درجه سانتی‌گراد علی‌رغم معنی‌دار نبودن از نظر آماری ممکن است منجر به تغییر دامنه آسایش دمایی افراد شود و یا بر عکس.

جدول ۲- مقادیر آستانه شاخص متوسط نظرسنجی پیش‌بینی در درجات مختلف حساسیت انسان
Table 2- The threshold amounts of predicted mean vote index in different degrees of human sensitivity

تنش فیزیولوژیک Physiological stress	حساسیت حرارتی Thermal Sensitivity	متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده Predicted Mean Vote Index
تنش سرمای شدید Extreme Cold Stress	خیلی سرد Very Cold	- 3.5
تنش سرمای زیاد Strong Cold Stress	سرد Cold	-2.5
تنش سرمای متوسط Moderate Cold Stress	خنک Cool	-1.5
تنش سرمای اندک Slight Cold Stress	نسبتاً خنک Slightly Cool	-0.5
بدون تنش دمایی No Thermal Stress	راحت Comfortable	(-0.5)-(0.5)
تنش گرمای اندک Slight Heat Stress	کمی گرم Slightly Warm	0.5
تنش گرمای متوسط Moderate Cold Stress	گرم Warm	1.5
تنش گرمای شدید Strong Cold Stress	داغ Hot	2.5
تنش گرمای بسیار شدید Extreme Cold Stress	خیلی داغ Very Hot	3.5

با این وجود با مراجعه به جدول ۲ (مقادیر آستانه شاخص متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده در درجات مختلف حساسیت انسان) می‌توان نشان داد که هر سه ایستگاه موجود در بلوک مسکونی اندیشه در محدوده تنش گرمایی بسیار شدید قرار داشتند. بیشترین و کمترین میانگین متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده به ترتیب در بخش شمال غربی (۴/۵۷)، جنوب غربی (۳/۵۲) و مرکزی (۳/۴۸) به

همچنین روند تغییرات شاخص متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده^۱ در بلوک مسکونی اندیشه نشان داد که این تغییرات در ساعات ۱۵-۱۱ در بخش جنوب غربی و مرکزی بسیار به هم شبیه بودند و علی‌رغم این که این تغییرات در بخش شمال غربی کمی متفاوت بود

1- PMV (Predicted Mean Vote)

شده با مقدار $3/35$ در محدوده تنش گرمایی شدید و کمتر از سایر ساعات قرار داشت (به دلیل محدودیت اتخاذ شده در تعداد اشکال هر مقاله از طرف مجله علوم محیطی از قرار دادن نمودارهای مربوط به دما، رطوبت نسبی و شاخص متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده در این بخش خودداری شد).

مقایسه نتایج نشان می‌دهد که اختلاف دمایی، رطوبتی و همچنین میزان متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده بین داده‌های واقعی و شبیه‌سازی شده در سایت مسكونی اندیشه بسیار ناچیز هستند. به طوری که میانگین این اختلافات در ساعات مورد ارزیابی در مورد دما، رطوبت نسبی و متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده به ترتیب برابر با $0/09$ درجه سانتی‌گراد، $0/46$ درصد و $0/22$ بود. در نهایت مهم‌ترین متغیر در این مطالعه میزان شاخص متوسط نظرسنجی پیش‌بینی بود که بررسی نتایج نشان داد که افزایش میزان فضای سبز در بلوک مسكونی اندیشه با حدود $13/3$ درصد پوشش علفی و $9/7$ درصد پوشش درختی تفاوتی در محدوده آسایش دمایی افراد در گرم‌ترین دوره سال 1391 نداشته است (شکل ۳).

نتایج مقایسه داده‌های اندازه‌گیری شده و شبیه‌سازی شده در بلوک مسكونی حساسی نیز نشان داد که میانگین اختلاف دما، رطوبت نسبی و متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده در ساعات مورد ارزیابی بین داده‌های اندازه‌گیری شده و شبیه‌سازی شده بسیار ناچیز و به ترتیب برابر با $0/15$ درجه سانتی‌گراد، $0/68$ درصد و $0/22$ بوده است.

همچنین مقایسه داده‌های مربوط به شاخص متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده نشان داد که در بلوک مسكونی حساسی نیز با افزایش میزان فضای سبز به میزان $12/9$ درصد با پوشش علفی و $6/9$ درصد پوشش درختی تفاوتی از نظر محدوده آسایش دمایی نداشته است و هر دو سایت واقعی و شبیه‌سازی شده در طی گرم‌ترین دوره سال 1391 در محدوده تنش گرمایی بسیار شدید قرار داشته‌اند (شکل ۴).

اگر چه در این بخش از تحقیق به طور متوسط در هر دو سایت تا حدود $19/5$ درصد فضای سبز شبیه‌سازی شد اما عملاً تأثیری بر آسایش دمایی افراد در محدوده زمانی مورد نظر نداشت. طبیعتاً علل مختلفی در توجیه این مساله دخیل هستند مانند درصد و نوع پوشش گیاهی، عوامل مربوط به توپوگرافی و جغرافیای منطقه، توزیع و تراکم ساختمانی، نوع و رنگ مصالح ساختمان‌ها و سطوح و غیره (۱۲). از آنجایی که در سایت‌های واقعی و شبیه‌سازی شده تقریباً به استثناء پوشش گیاهی همه عوامل ثابت در نظر گرفته شده بودند بنابراین احتمالاً با تغییر در درصد و نسبت پوشش گیاهی (پوشش درختی و علفی) تغییر در دما، رطوبت نسبی، تشعشع و بنابراین آسایش دمایی را خواهیم داشت. در همین رابطه گیل و همکاران (۹) و همچنین ان‌جی و همکاران (۱۷) در تحقیقات خود نشان دادند که درصد فضای سبز اختصاص یافته در هر فضا تأثیر زیادی بر کاهش درجه حرارت آن محیط خواهد داشت و برای کاهش حدود یک درجه سانتی‌گراد تا

دست آمد. در بلوک مسكونی حساسی نیز روند تغییرات شاخص متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده در بخش جنوب غربی و مرکزی بسیار به هم شبیه بودند و در بخش شمال شرقی روند تغییرات متفاوتی وجود داشت و در این سایت نیز مشابه سایت مسكونی اندیشه، هر سه ایستگاه در محدوده تنش تنش گرمایی بسیار شدید قرار داشتند.

در بلوک مسكونی حساسی به ترتیب بیشترین تا کمترین میزان متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده متعلق به بخش شمال شرقی ($4/75$)، بخش مرکزی ($3/96$) و بخش جنوب غربی ($3/70$) بود.

تغییرات دما و رطوبت نسبی سایت شبیه‌سازی شده با پوشش گیاهی نشان داد که روند تغییرات دما و رطوبت نسبی در هر سه ایستگاه تعریف شده در این سایت مشابه هم هستند. دما از ساعت ۱۱ تا ۱۲ رو به کاهش و پس از آن تا ساعت ۱۴ افزایش یافت و مجدداً از ۱۴ تا ۱۵ کاهش نشان داد. رطوبت نسبی از ساعت ۱۱ تا ۱۲ کاهش و پس از آن تا ساعت ۱۵ تقریباً کاهش یافت. بیشترین و کمترین میانگین دما در ایستگاه‌های این سایت به ترتیب مربوط به بخش شمال غربی ($36/24$ درجه سانتی‌گراد) و بخش مرکزی ($36/05$ درجه سانتی‌گراد) با اختلاف ناچیز $0/19$ درجه سانتی‌گراد محاسبه شد. بیشترین و کمترین رطوبت نسبی نیز مربوط به بخش مرکزی ($18/93$ درصد) و بخش جنوب غربی ($18/57$ درصد) با تفاوت رطوبتی بسیار جزئی $0/9$ درصد بود.

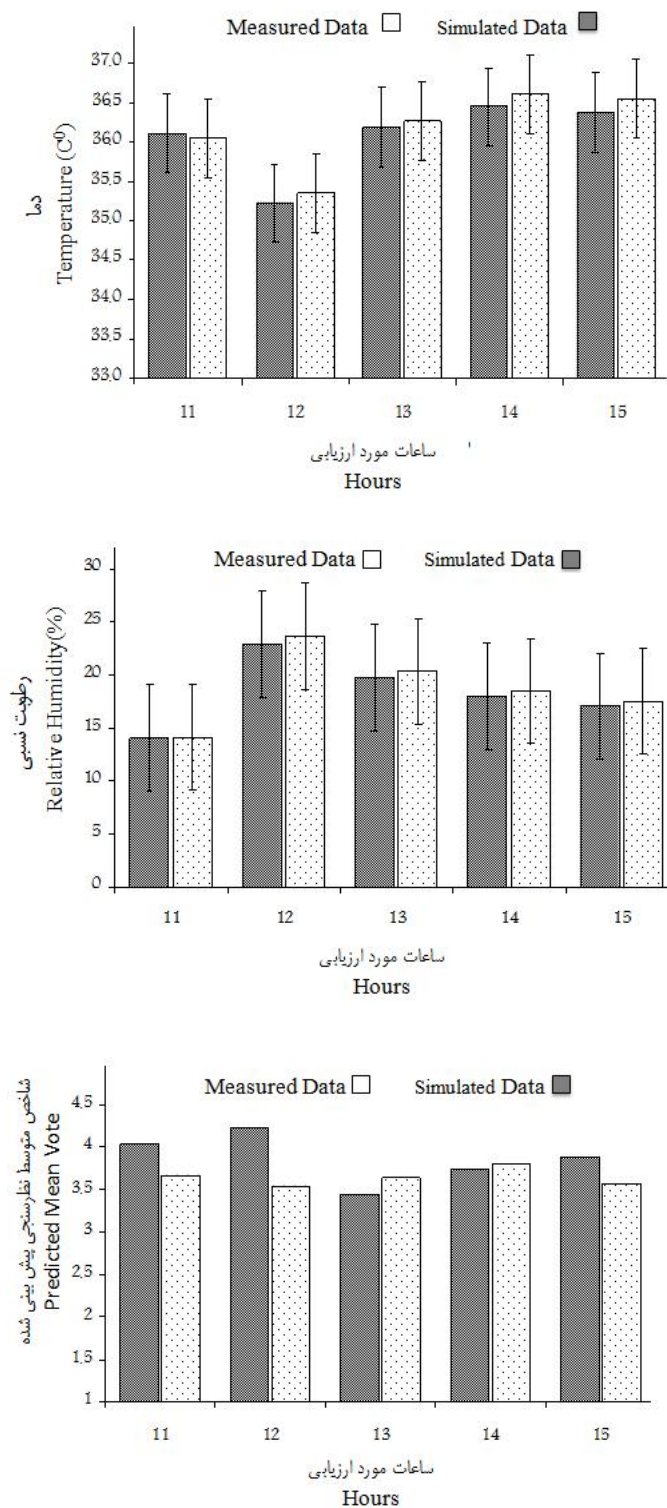
شاخص متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده در سایت شبیه‌سازی شده با پوشش گیاهی در بلوک مسكونی اندیشه نشان داد که روند تغییرات متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده در ایستگاه‌های این سایت تقریباً منظم و مشابه نیستند. میانگین متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده به ترتیب در ایستگاه‌های شمال غربی، جنوب غربی و مرکز برابر با $3/73$ ، $3/66$ و $3/53$ بودند و با توجه به جدول ۲ در ابتدای محدوده تنش حرارتی بسیار شدید قرار دارند.

روند تغییرات دما در ایستگاه‌های تعریف شده سایت مسكونی حساسی بسیار مشابه هم بودند. به طوری که دما از ساعت ۱۱ تا ۱۲ کاهش و پس از آن تا ساعت ۱۵ روند افزایشی را نشان می‌داد.

روند تغییرات رطوبت نسبی دقیقاً معکوس دما بود. اختلاف دمایی بین ایستگاه‌ها بسیار اندک بود و حداکثر این اختلاف به میزان $0/21$ درجه سانتی‌گراد بین بخش شمال شرقی ($36/32$ درجه سانتی‌گراد) و جنوب غربی ($36/11$ درجه سانتی‌گراد) مشاهده شد. همچنین بیشترین اختلاف رطوبت نسبی بین بخش شمال شرقی ($20/01$ درصد) و جنوب غربی ($18/97$ درصد) و به میزان $1/04$ درصد محاسبه شد.

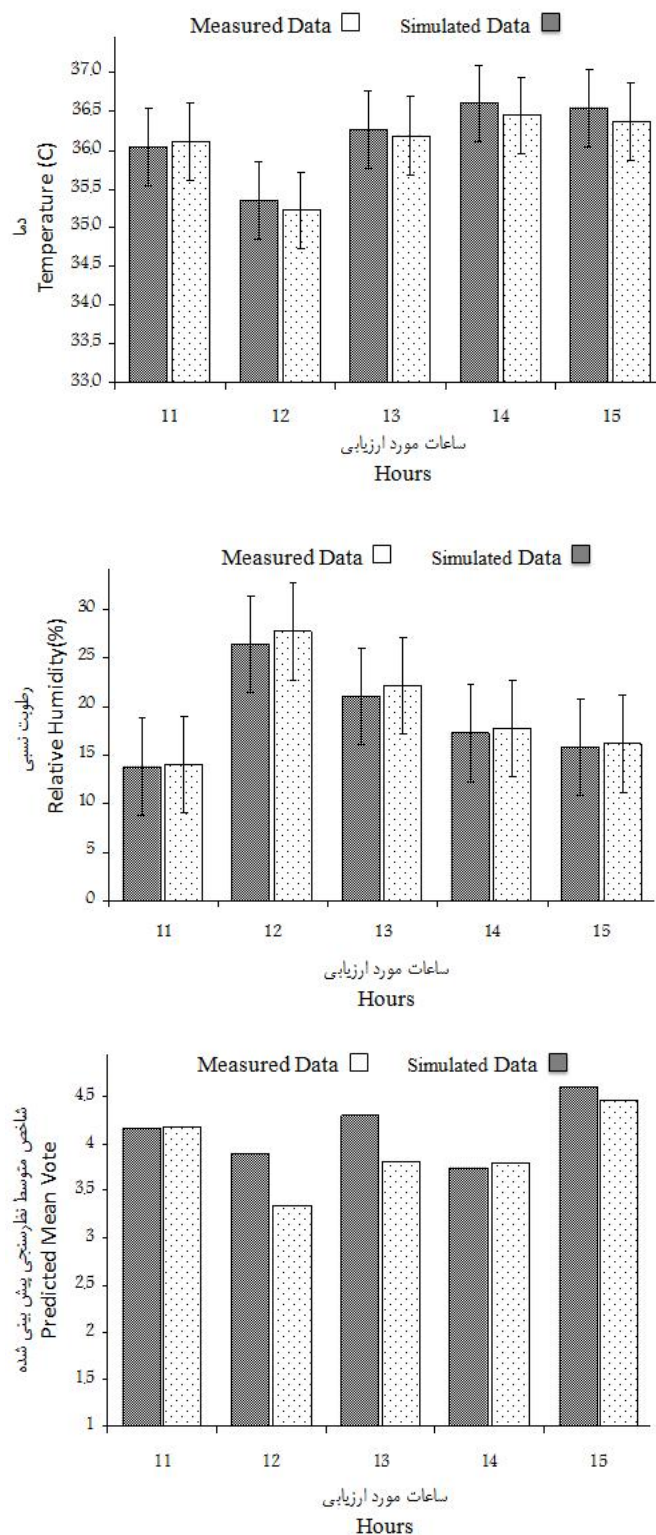
روند تغییرات متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده در بخش جنوب غربی و مرکزی بسیار مشابه و در بخش شمال شرقی متفاوت بود. این تغییرات نشان می‌دهد که هر سه ایستگاه با توجه به جدول ۲ در محدوده تنش گرمایی بسیار شدید قرار دارند. در بین ساعات مختلف روز تنها در ساعت ۱۲ میانگین متوسط نظرسنجی پیش‌بینی

حدود یک سوم محیط باید زیر پوشش گیاهی قرار گیرد.



شکل ۳- مقایسه دما، رطوبت نسبی و شاخص متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده در سایت شبیه‌سازی شده با پوشش گیاهی و سایت واقعی با داده‌های ثبت شده در بلوک مسکونی اندیشه در ساعات ۱۱-۱۵ طی گرم‌ترین دوره سال ۱۳۹۱

Figure 3- Comparison of temperature, relative humidity and predicted mean vote on the simulated site with vegetation and the actual site with recorded data in Andisheh residential block in 11-15 hours during the hottest period of 2012



شکل ۴- مقایسه دما، رطوبت نسبی و شاخص متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده در سایت شبیه‌سازی شده با پوشش گیاهی و سایت واقعی با داده‌های اندازه‌گیری شده در بلوک مسکونی حسابی در ساعات ۱۱-۱۵ طی گرم‌ترین دوره سال ۱۳۹۱

Figure 4- Comparison of temperature, relative humidity and predicted mean vote on the simulated site with vegetation and the actual site with recorded data in Hesabi residential block in 11-15 hours during the hottest period of 2012

مسکونی اندیشه و حسابی امکان تخصیص فضای سبز بیش از این در این دو سایت وجود نداشت. اما ممکن بود با تخصیص درصد بیشتری از فضای سبز به پوشش درختی وضعیت آسایش دمایی در این سایت‌ها تغییر کند.

نتیجه‌گیری کلی

در این تحقیق نهایتاً می‌توان به این مهم دست یافت که علی‌رغم کاهش اندک دما و افزایش ناچیز رطوبت نسبی در سایت‌های شبیه‌سازی شده، محدوده آسایش دمایی سایت‌ها با حدود ۲۰ درصد شبیه‌سازی پوشش گیاهی مفروض در مقایسه با سایت‌های واقعی یکسان بودند و در محدوده تنش گرمایی بسیار شدید قرار داشتند. بنابراین در مطالعات بعدی باید به شبیه‌سازی فضای سبز بصورت افزایش سطح افقی و عمودی، تغییر در نوع فضای سبز از نظر ترکیب گونه‌های درختی، بوته‌ای و پوششی و همچنین آزمون ترکیب‌های متفاوت درصد و نوع فضای سبز اقدام کرد.

تشکر و قدردانی

از جناب آقای مهندس فرزاد سلمانیان، کارشناس ارشد جغرافیای شهری و کارمند املاک و اراضی آستان قدس رضوی به دلیل کمک‌های خالصانه و بی‌دریغشان در پاسخ به سوالات و حل مشکلات مربوط به خروجی مدل ان‌وای‌مت که در پیشبرد این مقاله بسیار تاثیرگذار بود، سپاسگزاری و قدردانی می‌کنم.

تحقیقات دیگر نشان می‌دهند که با تغییر در میزان و درصد پوشش گیاهی و گستره برگ و تاج (به‌ویژه درختان)، تاثیر بر خرداقلیم متفاوت خواهد بود (۷ و ۲۴). هر چند در این بخش از تحقیق سایر عوامل به جز پوشش گیاهی ثابت بودند اما گاهی به علل بیان شده در بالا، درجه حرارت در طی دوره‌های گرم سال به حدی بالا است که افزایش نسبی در پوشش گیاهی تاثیر چندانی بر آسایش دمایی نخواهد داشت.

مقالات و تحقیقات علمی مختلف نشان می‌دهد وجود فضای سبز و پوشش گیاهی نقش مهمی در بهبود خرداقلیم شهری مانند دما و رطوبت نسبی دارد اما میزان این تاثیر که تعیین کننده تغییر در میزان شاخص‌های آسایش دمایی مختلف و محدوده آسایش دمایی افراد است به مساحت پوشش گیاهی، نوع گونه‌ها که تعیین کننده سطح برگ آن‌ها است و همچنین نسبت این گونه‌های گیاهی در سطح مورد مطالعه وابسته است (۱۰ و ۲۳). بنابراین ممکن است سطح شبیه‌سازی شده در این سایت‌ها و همچنین نوع و نسبت گونه‌های انتخاب شده به منظور کاهش دما و افزایش رطوبت تا حدی که بتواند منجر به بهبود آسایش دمایی افراد شود کافی نبوده است. در همین رابطه تحقیقی جامع در ژاپن وجود دارد که با مطالعه بر روی ۹۲ پارک گزارش کرد که کاهش محسوس درجه حرارت و بهبود دما در سطح شهرها با وجود پارک‌ها و فضاهایی سبزی با بیش از ۲ هکتار دیده می‌شود (۶). مطالعات میدانی این دو سایت مسکونی نشان داد که با توجه به تراکم جمعیتی بالا در این دو سایت و اختصاص فضای کافی برای عبور و مرور افراد و بازی کودکان و همچنین با در نظر گرفتن فضای کافی جهت ورود و خروج خودروها به محوطه بلوک‌های

منابع

1. Afsharkohan J., Balali A. and Ghodsi M. 2012. Investigation of social aspects of problem of urban traffic (Case study: Mashhad). Urban Studies, 4(2): 50-90. (In Persian)
2. Ali-Toudert F. and Mayer H. 2007. Thermal comfort in an east-west oriented street canyon in Freiburg (Germany) under hot summer conditions. Theoretical and Applied Climatology, 87(1-4): 223-37.
3. Ali-Toudert, F. 2005. Dependence of outdoor thermal comfort on street design in hot and dry climate, PhD thesis, University of Freiburg, Germany.
4. Avissar R. 1996. Potential effects of vegetation on urban thermal environment. Atmospheric Environment, 30: 437-448.
5. Azad R.S. Atmospheric Boundary Layer for Engineers, Kluwer Academic Prees, Dordrecht; 1993. pp. 565.
6. Cao X., Onishi A., Chen J. and Imura H. 2010. Quantifying the cool island intensity of urban parks using ASTER and IKONOS data. Landscape & Urban Planning, 96(4): 224-31.
7. Chatzidimitriou A., Chrissomallidou N. and Yannas S. 2005. Microclimate modifications of an urban street in northern Greece. 2005. Proceedings of the PLEA-Passive and Low Energy Architecture. PLEA International, Beirut, Lebanon, pp. 689-694.
8. Ghahraman A. 2003. Basic Botany, Volume I, Tehran University, Ninth Edition, P. 784. (In Persian)
9. Gill S.E., Handley J.F., Ennos A.R., Pauleit S., Theuray N. and Lindley S.J. 2008. Characterising the urban environment of UK cities and towns: A template for landscape planning. Landscape and Urban Planning, 87(3): 210-22.
10. Hardin P.J. 2007. Jensen R.R. The effect of urban leaf area on summertime urban surface kinetic temperatures: a

- Terre Haute case study. *Urban Forestry & Urban Greening*, 6: 63-72.
11. Karimian z. 2014. The Optimizing of Urban Green Space for Thermal Comfort of the Hottest Period of the Year by Modeling Technics Ph.D.: Horticulture sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, pp. 198. (In Persian)
12. Matzarakis A. Climate and bioclimate information for tourism in Greece. Proceedings of the First International Workshop on Climate, Tourism and Recreation. Ed. A. Matzarakis and C. R. de Freitas. International Society of Biometeorology, Commission on Climate Tourism and Recreation; December 2001. WP13, 1-13.
13. Mauseth J. 1998. Botany: An Introduction to Plant Biology. Jones & Bartlett Publishers; 2nd edition, pp. 837.
14. McPherson E.G. 1994. Energy-saving potential of trees in Chicago. Chicago's urban forest ecosystem: Results of the Chicago urban forest climate project. USDA forest service, General Technical Report NE, 186: 95-113.
15. Nagler P., Glenn E., Thompson T. and Huete A. 2004. Leaf area index and normalized difference vegetation index as predictors of canopy characteristics and light interception by riparian species on the Lower Colorado River. *Agricultural and Forest Meteorology*, 1-17.
16. National weather service, <http://www.weatherbase.com>, assessed: 2013/01/01.
17. Ng E., Chen L., Wang Y., Yuan C. 2011. A study on the cooling effects of greening in a high-density city: An experience from Hong Kong. *Building and Environment*, 47: 256-71.
18. Office stabilizes sand and non-desertification. Summary of the National Management Program of deserts (2006-2025), Forest, Rangeland and Watershed Organization; 2006. Tehran. (In Persian)
19. Pearlmutter D., Kruger E.L. and Berliner P. 2009. The role of evaporation in the energy balance of an open-air scaled urban surface. *International Journal of Climatology*, 29: 911-20.
20. Pokorný R. and Stojnič S. 2012. Leaf area index of Norway spruce stands in relation to age and defoliation. *Beskydy*, 5(2): 173-180.
21. Shaban M., Khajedin S.J., Karimzadeh H. 2007. *Iran-Watershed Management Science & Engineering*, 1(2): 58-63. (In Persian)
22. Shashua-Bar L., Pearlmutter D. and Erell E. 2011. The influence of trees and grass on outdoor thermal comfort in a hot-arid environment, *International Journal of Climatology*, 31(10): 1498-506.
23. Specht R.L. and Specht, A. 2003. *Australian plant communities: dynamics of structure, growth and biodiversity*, Oxford University Press, South Melbourne.
24. Streiling S. and Matzarakis A. 2003. Influence of single and small clusters of trees on the bioclimate of a city: a case study. *Journal Arboriculture*, 29(6): 309-316.
25. Yin J., He F., Qiu G., He K., Tian J., Zhang W., Xiong Y., Zhao S. and Liu J. 2012. Characteristics of leaf areas of plantations in semiarid hills and gully loess regions. *Frontiers of Forestry in China*, 4(3): 351-357.



تاثیر اسپرمیدین روی القای تحمل به سرما در گیاهچه‌های خیار رقم 'سوپردامینوس'

گلنار قاضیان تفریشی¹ - حسین آروئی^{2*} - مجید عزیزی³ - حمیدرضا خزاعی⁴ - سعیدرضا وصال⁵

تاریخ ارسال: 1394/05/22

تاریخ پذیرش: 1394/10/22

چکیده

خیار یک گیاه فصل گرم و حساس نسبت به سرمازدگی می‌باشد و در صورت مواجهه با سرمای بهاره رشد آن به شدت کاهش یافته یا متوقف می‌شود. به منظور بررسی تاثیر مواد تنظیم کننده رشد (اسپرمیدین) بر ایجاد مقاومت به سرما در گیاهچه‌های خیار رقم سوپردامینوس، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار و در سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل: دو سطح دما (6 و 12 درجه سانتی‌گراد) و چهار سطح اسپرمیدین (0، 0/25، 0/5 و 0/75 میلی‌گرم در لیتر) بود. وزن خشک ریشه‌چه، نسبت وزن ریشه به اندام‌های هوایی و درصد کلروفیل برگ تحت اثر تنش سرما و کاربرد اسپرمیدین قرار گرفتند. اثرات متقابل کاربرد اسپرمیدین و تنش سرما بر طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن خشک اندام‌های هوایی و نشت الکترولیت برگ و ریشه معنی‌دار بود ($p < 0.01$). نسبت وزن ریشه به اندام‌های هوایی با کاهش دما افزایش یافت که به دلیل اثر کمتر تنش بر وزن ریشه نسبت به وزن اندام هوایی بود. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در دمای 6 درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای 12 درجه سانتی‌گراد بیش از 79 درصد کاهش یافت. کاربرد سطوح 0/25 و 0/5 میلی‌گرم اسپرمیدین سبب افزایش طول ریشه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و اندام هوایی و محتوی کلروفیل گردید. بین صفات محتوی کلروفیل و وزن خشک اندام‌های هوایی همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r^2 = 0.96^{**}$) مشاهده شد. اما با افزایش غلظت تا 0/75 میلی‌گرم در لیتر میزان این صفات کاهش یافت. میزان نشت الکترولیت در برگ و ریشه با کاهش دما، افزایش یافت، اما میزان افزایش نشت الکترولیت برگ کمتر از ریشه بود. سرما سبب بروز کلروز در برگ‌ها و کاهش محتوی کلروفیل برگ‌های خیار شد (از 52 درصد در 12 درجه سانتی‌گراد به حدود 37 درصد در 6 درجه سانتی‌گراد). بنابراین تیمار بذر خیار با استفاده از سطح 0/25 میلی‌گرم در لیتر اسپرمیدین جهت ایجاد مقاومت به سرما در گیاهچه‌ها پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: طول ساقه‌چه، محتوی کلروفیل، نشت الکترولیت، وزن خشک ریشه‌چه

مقدمه

از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد و تولید گیاهان در سراسر جهان است. صدمات سرما معمولاً شامل ایجاد تغییرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در گیاهان می‌گردد. گزارش‌ها نشان می‌دهد که سرما سبب تخریب لیپیدهای موجود در غشاء و تغییر در نفوذپذیری آنها، (5) و همچنین تغییر در مقدار رنگدانه‌های فتوسنتزی (12) و نهایتاً کاهش فتوسنتز می‌گردد (17).

سرما سبب کاهش سیالیت غشاء در گیاهان حساس و افزایش انرژی فعال‌سازی آنزیم‌های غشایی می‌گردد و نهایتاً تعادل متابولیک سلول را به هم زده سبب تجمع متابولیت‌های سمی می‌شود (33).

محققین بسیاری به نقش مثبت پلی‌آمین‌ها در مقابله گیاهان با تنش‌های محیطی اشاره کرده‌اند (1، 4 و 11). پلی‌آمین‌ها محافظت کننده‌های اسمزی هستند (24) که به طور طبیعی در بافت‌های گیاه یافت می‌شوند. امروزه از پلی‌آمین‌ها به عنوان تنظیم کننده‌های رشد یاد می‌شود که شامل اسپرمین، اسپرمیدین، و پوترسین هستند و

خیار (*Cucumissativus*) یکی از سبزی‌های جالیزی متعلق به تیره کدوئیان است که از نظر اقتصادی مقام چهارم را دارد (31). خیار به طور معمول در دماهای 20 تا 25 درجه سانتی‌گراد رشد می‌کند و به دماهای زیر 10 درجه سانتی‌گراد حساس است (3). در مناطق سردسیر ایران که کشاورزان خیار را در اوایل بهار کشت می‌کنند، بروز سرماهای بهاره در اول فصل رشد باعث کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های خیار می‌شود. سرما (دماهای پایین اما بالای صفر)، یکی

1، 2، 3- دانشجوی دکتری، دانشیار و استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی،

دانشگاه فردوسی مشهد

(* - نویسنده مسئول: Email: aroiee@um.ac.ir)

4-استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

5-استادیار، دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکده علوم گیاهی

نقش مهمی در تنظیم فعالیت‌های فیزیولوژیک گیاه دارند (۲۳) و سبب بهبود فعالیت‌های فیزیولوژیک گیاه در شرایط تنش می‌شوند (۳۰). پلی‌آمین‌ها می‌توانند به عنوان پیام‌رسان تنش در شرایط محیطی مختلف عمل کنند (۲۵).

روی و همکاران (۳۲) و کویس (۲۱) اعلام کردند که کاربرد اسپرمیدین بر برنج و خیار مانع از آسیب غشاء سلولی در شرایط تنش سرمایی و در نتیجه کاهش نشت الکترولیت و خروج آمینواسیدها از سلول می‌شود.

اثرات کاربرد اسید سالیسیلیک بر رشد ریشه-چه و برگ‌های گیاهچه خیار (۱۹) و گوجه‌فرنگی (۱۵) در شرایط تنش سرما نشان داد که سرما سبب افزایش نشت الکترولیت هیپوکوتیل گیاهچه‌ها شد. همچنین کاربرد اسید سالیسیلیک سبب افزایش گلوتاتیون و کاهش اثرات سرما در هیپوکوتیل خیار و گوجه‌فرنگی گردید.

ژانگ و همکاران (۳۶)، اعلام کردند که تحمل خیار به سرما با کاربرد پلی‌آمین‌ها افزایش می‌یابد. نتایج نشان داد که کاربرد اسپرمیدین و پوترسین، سبب کاهش نشت الکترولیت و مقدار مالون‌دی‌آلدید در برگ‌های ارقام مقاوم به سرما شد. آن‌ها اعلام کردند که نقش پلی‌آمین‌ها در مواجهه با تنش سرما از طریق فرآیندهای اکسیداتیو است.

در سال‌های اخیر سرمازدگی باعث بروز خسارت در محصول خیار مزرعه‌ای شده و با توجه به افزایش قیمت محصول در اثر افت تولید ناشی از سرما، در این تحقیق امکان ایجاد مقاومت به سرما در گیاهچه‌های خیار سوپر دامینوس با کاربرد اسپرمیدین مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار و در سه تکرار انجام شد. فاکتورها شامل دو سطح دما (۶ و ۱۲ درجه سانتی‌گراد) و چهار سطح اسپرمیدین (۰، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی‌گرم در لیتر) بود. به منظور اجرای آزمایش، تعداد ۲۴ عدد پتری دیش در نظر گرفته شد. در هر پتری دیش تعداد ۲۵ بذر خیار رقم سوپر دامینوس روی کاغذ صافی مرطوب قرار گرفتند و پتری دیش‌ها به اتاقک رشد با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد و شرایط تاریکی منتقل شد. پس از ۴۸ ساعت بذور جوانه زده شده (با طول ریشه‌چه ۵ میلی‌متر)، برای اعمال تیمارها آماده شدند (۱۴). تعداد ۲۰ گیاهچه در هر پتری دیش قرار گرفت. تیمارهای مختلف در هر پتری اعمال شد. سپس گیاهچه‌های تیمار شده به گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۱۰ سانتی‌متر و پر شده از خاک پیت (مخلوط ۱:۱ پیت ماس: کوکوپیت: خاک مزرعه) منتقل شده و سپس گلدان‌ها به دو گروه تقسیم و جهت اعمال بعدی تیمار

سرما در اتاقک‌های رشد مجزا با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۱۲ ساعت روشنایی در روز قرار گرفتند. پس از اینکه گیاهچه‌ها به مرحله سه برگ حقیقی رسیدند، جهت اعمال تیمار سرما، به مدت ۲۴ ساعت دمای اتاقک‌های رشد روی ۶ و ۱۲ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. پس از گذشت این زمان، به منظور گرم شدن مجدد، گیاهچه‌ها به مدت ۲۴ ساعت دیگر در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس صفات محتوای کلروفیل، طول ساقچه‌چه و ریشه‌چه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه‌ها، نسبت وزن خشک اندام‌هوائی به ریشه، و نشت الکترولیت برگ و ریشه در آن‌ها اندازه‌گیری شد.

در انتهای دوره آزمایش بوته‌ها از اتاقک رشد خارج و میزان کلروفیل برگ نمونه‌ها توسط دستگاه SPAD (مدل OPTI-SCIENCES CCM-200) اندازه‌گرفته شد. اندازه‌گیری نشت الکترولیت بر اساس روش مارکوسکی و اسکرولیک (۲۷) انجام شد. به منظور ارزیابی اثرات منفی سرما، بوته‌ها به روش مشاهده چشمی بررسی و در گروه‌های زیر طبقه‌بندی شدند:

گروه ۱: بدون علائم سرمازدگی، گروه ۲: نقاط نکروزه شده کوچک بر اندام‌های هوایی (نکروزه شدن کمتر از ۵ درصد سطح برگ)، بدون تاثیر منفی بر رشد، گروه ۳: مشاهده نقاط نکروزه در ۵ تا ۲۵ درصد سطح برگ و اندام‌های هوایی، گروه ۴: وجود ۲۶ تا ۵۰ درصد نقاط نکروزه در برگ و اندام‌های هوایی و بروز اثرات منفی شدید بر رشد گیاهچه، بدون مشاهده مرگ بوته‌ها، گروه ۵: نکروزه شدن کل اندام‌های هوایی و مرگ گیاهچه (۲۰).

در گیاهچه‌های حاصله، پس از خارج کردن ریشه‌ها از گلدان، ریشه‌ها جهت حذف باقیمانده محیط کشت به دقت در داخل ظرف آب شستشو داده شده و اندام هوایی در محل طوقه از ریشه جدا شد. در هر تیمار طول ریشه‌چه و ساقچه‌چه در ده گیاهچه اندازه‌گیری و میانگین آن ثبت گردید. سپس گیاهچه‌های هر تیمار به طور جداگانه در پاکت‌های کاغذی قرار گرفته به آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. پس از ۴۸ ساعت وزن خشک نمونه‌ها ثبت شد.

داده‌های حاصل از آزمایش توسط نرم‌افزار آماری SAS ver. 9.8 آنالیز شدند. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن و به کمک نرم افزار MSTATC انجام شد.

نتایج و بحث

گیاهچه‌هایی که در معرض دمای پایین قرار گرفته بودند نشانه‌های تنش سرما، شامل نکروزه شدن ۵ تا ۲۵ درصد سطح برگ را نشان دادند. با کاربرد سطوح ۰/۲۵ و ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر اسپرمیدین، علائم نکروزه سطح برگ به ۵ درصد کاهش یافت. کاربرد سطح ۰/۷۵ میلی‌گرم در لیتر اسپرمیدین باعث افزایش ۵۰ درصدی علائم نکروزه در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد شد (جدول ۱). بر اساس

نشت الکترولیت ریشه با کاهش دما بیش از ۵۲ درصد افزایش یافت اما درصد افزایش نشت الکترولیت در برگ‌ها تقریباً ۳۵ درصد افزایش یافت. تغییر در نفوذپذیری غشاء و اختلال در ساختار غشاء در شرایط مواجهه با تنش سرما سبب افزایش نشت الکترولیت برگ‌ها می‌شود (۸ و ۵).

گزارش شده که در خیار (۱۹) و گوجه‌فرنگی (۱۵) افزایش نشت الکترولیت در مواجهه با سرما نشان دهنده میزان حساسیت گیاه به تنش است. در گیاه کلزا مشاهده شد که میزان نشت الکترولیت در ارقام متحمل به سرما کمتر از ارقام حساس به تنش بود (۲۹).

سرما سبب کاهش میزان کلروفیل برگ‌های خیار شد، به طوری که میزان کلروفیل از ۵۲ درصد در دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد به حدود ۳۷ درصد در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت (جدول ۲). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین میزان کلروفیل برگ و وزن خشک اندام‌های هوایی مشاهده شد ($r^2=0.96^{**}$). کاهش محتوی کلروفیل در دمای پایین (۶ درجه سانتی‌گراد) سبب کاهش تجمع ماده خشک در گیاه گردید. کلروفیل‌ها انرژی نورانی را به دام انداخته و به دستگاه فتوسنتزی منتقل می‌کنند، بنابراین محتوی کلروفیل برگ به طور مستقیم بر میزان فتوسنتز برگ و در نتیجه تجمع مواد فتوسنتزی و وزن خشک تاثیر می‌گذارد (۷ و ۹).

کلروز برگ‌ها یک نشانه اولیه سرما است که به دلیل کاهش در رنگیزه‌های فتوسنتزی پدید می‌آید (۳۳). کاهش رنگیزه‌ها می‌تواند به علت تاثیر سرما در افزایش میزان پراکسیداسیون باشد. این تخریب می‌تواند در غشاء کلروپلاست‌ها و تیلاکوئیدها رخ دهد و به کاهش میزان رنگیزه‌ها منتهی گردد (۳۵).

بروز تنش اکسیداتیو در کلروپلاست‌ها به دلیل انتقال انرژی مولکولهای کلروفیل تحریک شده در وضعیت سه تایی به اکسیژن و ایجاد اکسیژن رادیکال است. رادیکال اکسیژن ایجاد شده بسیار مخرب بوده و اثر نامطلوبی بر پروتئین‌ها و مرکز واکنش فتوسیستم II می‌گذارد (۱۶).

مشاهدات چشمی، در دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد کمترین (۱ نمره) و بیشترین (۱/۶ نمره) میزان خسارت به ترتیب متعلق به تیمارهای کاربرد سطوح ۰/۷۵ و ۰/۲۵ میلی‌گرم بر لیتر اسپرمیدین بود. در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد نیز به ترتیب کمترین (۱/۵ نمره) و بیشترین (۳/۶ نمره) میزان خسارت در تیمارهای کاربرد سطوح ۰/۲۵ و ۰/۷۵ میلی‌گرم بر لیتر اسپرمیدین مشاهده شد. بروز خسارت در بافت‌های گیاهی در غلظت‌های بالای اسپرمیدین توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است. طبق گزارشات موجود، اسپرمیدین در غلظت بالا برای سلول‌های گیاهی سمی است (۲۱، ۲۲، ۲۸).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر دما، کاربرد مواد تنظیم‌کننده رشد و اثر متقابل دما و کاربرد مواد تنظیم‌کننده رشد بر طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک اندام‌های هوایی، نشت الکترولیت ریشه‌چه و برگ معنی‌دار بود اما وزن خشک ریشه‌چه، نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه و درصد کلروفیل فقط تحت اثر دما و سطوح اسپرمیدین قرار گرفت ($p<0.01$) (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که، وزن خشک ریشه‌چه با کاهش دما، کاهش یافت در حالی که نسبت وزن ریشه‌چه به اندام‌های هوایی در مواجهه با سرما افزایش یافت. دلیل این امر اثر کمتر تنش سرما بر وزن خشک ریشه‌چه نسبت به وزن خشک اندام‌های هوایی بود. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد بیش از ۷۹ درصد کاهش یافت (جدول ۳).

در زمان مواجهه شدن ریشه و اندام هوایی با تنش سرما، در اغلب گیاهان حساس به سرما، نشانه‌های تنش کمبود آب در گیاه ظاهر می‌شود که به عنوان تنش آبی ناشی از سرمازدگی شناخته می‌شود (۱۰).

نتایج بررسی میزان نشت الکترولیت در گیاهان مورد تیمار نشان داد که میزان نشت الکترولیت در برگ و ریشه با کاهش دما، افزایش یافت (جدول ۲). اما میزان افزایش نشت الکترولیت برگ کمتر از ریشه بود به طوری که با کاهش دما نشت الکترولیت در برگ‌ها در حدود ۲۵ درصد و در ریشه‌ها بیش از ۷۵ درصد بود به طوری که

جدول ۱- اثرات تنش سرما و کاربرد اسپرمیدین بر میزان علائم خسارت سرما به روش مشاهده چشمی

Table 1-The effect of cold temperature and spermidine application on the degree of visual damage symptoms

Degree نمره	Treatment تیمار
3	6 °C
1.5	
1.6	
3.6	
1.1	
1	12 °C
1.1	
1.1	
1.6	

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف گیاهچه‌های خیار رقم 'سوپر دامینوس' تحت تأثیر سطوح مختلف دما و کاربرد اسپرمیدین
Table 2- ANOVA of cucumber different characteristics cv. 'Super-Dominus' effected by different spermidine and temperature levels

میانگین مربعات										
Means of squares										
میزان کلروفیل برگ	نشست الکترولیت برگ	نشست الکترولیت ریشه چه	نسبت الکترولیت ریشه به	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه چه	طول ساقه چه	طول ریشه چه	درجه آزادی	منابع تغییر	
Leaf Chl	Leaf EL	Root EL	Root/Shoot	Shoot Dry Weight	Root Dry Weight	Shoot Length	Root Length	DF	S.O.V	
**1350	**1552	**7632	**0.09	**0.61	**1.35	**718	**13471	1	دما Temperature	
**55.38	**55	**98.83	**0.01	**0.05	**0.08	**27.83	**64.10	3	اسپرمیدین Spermidine	
1.66	**41.4	**65.33	0.001	**0.005	0.001	**9.67	**5.60	3	دما+اسپرمیدین T× S	
1.16	1.29	1.58	0.0007	2.12	0.002	0.02	0.21	16	خطا Error	
1350	1552	7632	0.09	0.61	1.35	718	13471	23	کل Total	
9.67	11.98	10.38	9.8	11.69	12.84	9.08	11.23		ضریب تغییرات CV (%)	

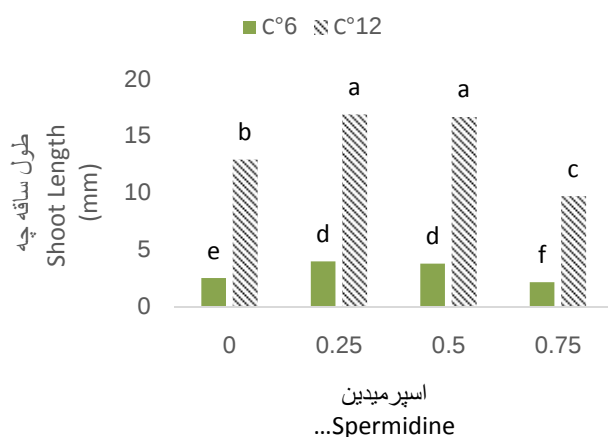
* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد
*, ** significant at 0.05 and 0.01 probability levels respectively
EL: Electrolyte leakage, Chl: Chlorophyll content

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد اندازه‌گیری در خیار رقم 'سوپر دامینوس' تحت اثر تیمارهای دمایی و کاربرد اسپرمیدین
Table 3-Effect of different spermidine and temperature levels on some characteristics of cucumber cv. 'Super-Dominus'

کروفیل برگ Leaf Chl (%)	وزن ریشه چه / وزن اندام های هوایی Root/Shoot	وزن خشک ریشه چه Root Dry Weight (g)	تیمار Treatments
36.91 ^b	0.37 ^b	0.65 ^b	6°C
51.91 ^a	0.50 ^a	1.13 ^a	12°C
42.33 ^b	0.41 ^b	0.86 ^b	0 mg/L Spd
46.50 ^a	0.48 ^a	1.00 ^a	0.25mg/L Spd
47.50 ^a	0.48 ^a	0.96 ^a	0.5 mg/L Spd
41.33 ^b	0.39 ^b	0.73 ^c	0.75 mg/L Spd

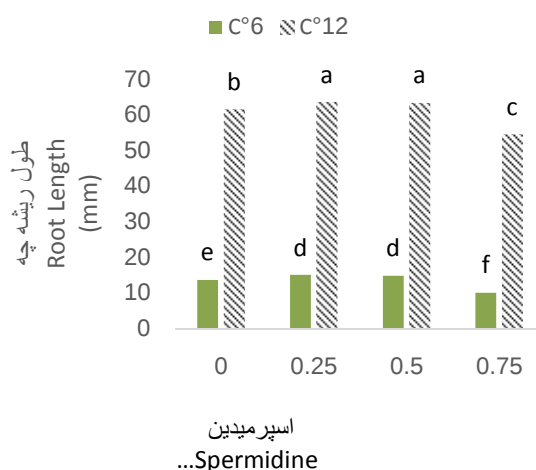
آوندی و همچنین ضخامت دیواره سلولی در آنها افزایش می‌یابد. در چنین شرایطی، فرآیندهای مربوط به طویل شدن سلول‌ها نسبت به فرآیندهای تقسیم سلولی از آسیب‌پذیری بیشتری برخوردار هستند (۶). گزارش شده است که کاهش رشد گوجه‌فرنگی در مواجهه با تنش سرما به دلیل کاهش میزان فتوسنتز و کمبود کربوهیدرات‌ها در گیاهچه است (۲). کاهش وزن خشک گیاهچه‌ها به دلیل کاهش رشد آنها است (۱۳). گزارش شده که فعالیت و رشد ریشه بوته‌های سرما زده با مصرف ۰/۵ تا ۱ میلی مول اسپرمیدین افزایش می‌یابد (۲۶). وزن خشک اندام‌های هوایی نیز با کاربرد دما کاهش یافت اما کاربرد اسپرمیدین میزان اثر سرما بر این صفت را کاهش داد. افزایش میزان اسپرمیدین سبب کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی چه در شرایط تنش و چه در شرایط بدون تنش گردید (شکل ۳).

کاربرد سطوح ۰/۲۵ و ۰/۵ اسپرمیدین در هردو شرایط دمایی سبب افزایش طول ریشه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و اندام هوایی و درصد کلروفیل گردید. اما میزان این صفات با مصرف ۰/۷۵ میلی گرم در لیتر اسپرمیدین کاهش یافت. به جز در مورد وزن خشک اندام‌های هوایی، تفاوت معنی‌داری بین کاربرد سطوح ۰/۵ و ۰/۲۵ اسپرمیدین مشاهده نشد (جدول ۲). گزارش شده که حداکثر فعالیت ریشه خیار در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی مولار حاصل می‌شود (۳۰). مقایسه اثرات متقابل نشان داد که طول ریشه‌چه و ساقه‌چه خیار با کاهش دما کاهش یافت، اما کاربرد مقادیر ۰/۲۵ و ۰/۵ میلی مولار اسپرمیدین، هم در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد و هم در دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد سبب افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گردید (شکل ۱ و ۲). در گیاهان حساس به سرما معمولاً اندازه سلول‌ها در بافت‌هایی که در شرایط کم آبی قرار می‌گیرند، کاهش یافته و میزان بافت‌های

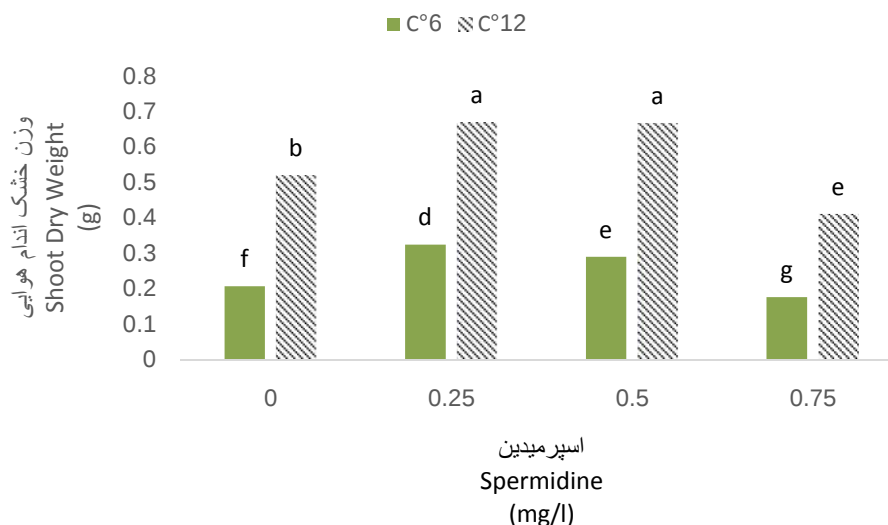


شکل ۲- اثر متقابل دما و اسپرمیدین بر طول ساقه چه خیار رقم 'سوپر دامینوس'

Figure 2-The effect of spermidine and temperature levels on shoot length of cucumber cv. 'Super-Dominus'



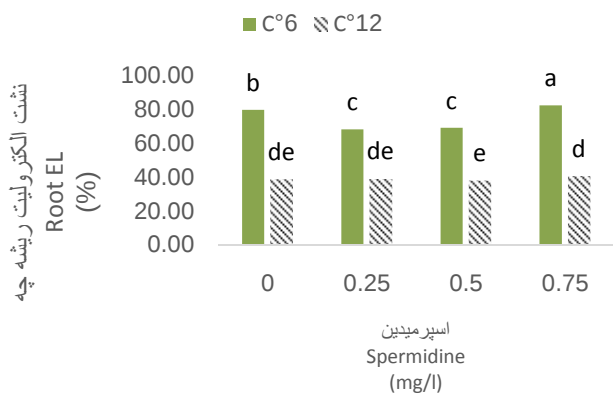
شکل ۱- اثر متقابل دما و اسپرمیدین بر طول ریشه چه خیار 'سوپر دامینوس'
Figure 1-The effect of spermidine and temperature on root length of cucumber cv. 'Super-Dominus'



شکل ۳- اثر متقابل دما و اسپرمیدین بر وزن خشک اندام‌های هوایی خیار رقم 'سوپر دامینوس'
Figure 3-The effect of spermidine and temperature levels on shoot dry weight of cucumber cv. 'Super-Dominus'

الکترولیت در برگ‌ها و ریشه در دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد و با کاربرد سطوح ۰/۲۵ و ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر اسپرمیدین مشاهده شد. بیشترین میزان نشت الکترولیت مربوط به کاربرد سطح ۰/۷۵ میلی‌گرم بر لیتر اسپرمیدین در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد بود (شکل ۴ و ۵).

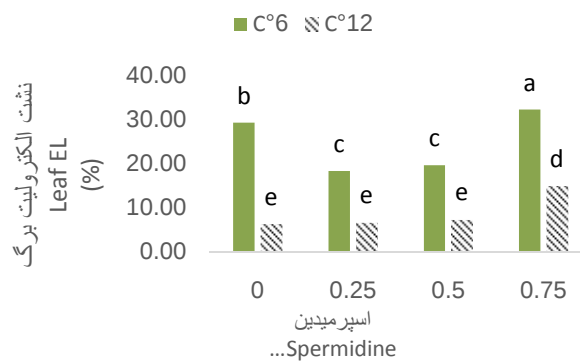
میزان نشت الکترولیت برگ و ریشه در مواجهه با تنش سرما افزایش یافت و کاربرد اسپرمیدین سبب کاهش نشت الکترولیت در برگ و ریشه چه شد، اگرچه مصرف سطح ۰/۷۵ اسپرمیدین سبب افزایش نشت الکترولیت در برگ و ریشه گردید. کمترین میزان نشت



شکل ۵- اثر متقابل دما × اسپرمیدین بر میزان نشت الکترولیت در ریشه خیار رقم 'سوپر دامینوس'

Figure 5-The effect of spermidine×temperature on root electrolyte leakage of cucumber cv. 'Super-Dominus'

و (۳۴). همچنین گزارش شده که پلی‌آمین‌ها از طریق به دام انداختن گونه‌های فعال اکسیژن، اثرات مخرب تنش سرما را در گیاهان کاهش می‌دهند (۱۱ و ۱۸).



شکل ۴- اثر متقابل دما × اسپرمیدین بر میزان نشت الکترولیت در برگ خیار رقم 'سوپر دامینوس'

Figure 4-The effect of spermidine×temperature on leaf electrolyte leakage of cucumber cv. 'Super-Dominus'

اسپرمیدین از طریق افزایش ثبات غشاء سلولی، اثرات منفی ناشی از تنش را کاهش می‌دهد و سبب کاهش نشت الکترولیت سلول‌ها می‌شود (۳۲). اسپرمیدین نقش مهمی را در مقاومت به سرمای خیار بازی می‌کند که این کار را احتمالاً از طریق جلوگیری از فعالیت حاصل از سرمای NADPH اکسیداز در میکروزوم‌ها رخ می‌دهد (۳۰)

نتیجه‌گیری کلی

بررسی در شرایط تنش سرما گردید. تفاوت معنی‌داری بین مصرف مقادیر ۰/۵ و ۰/۲۵ میلی گرم اسپرمیدین مشاهده نشد. اما مصرف ۰/۷۵ میلی گرم اسپرمیدین چه در شرایط تنش سرما و چه در شرایط بدون تنش بر صفات اندازه‌گیری شده اثر منفی داشت.

نتایج نشان داد که صفات طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی، میزان نشت الکترولیت ریشه و برگ و میزان کلروفیل برگ خیار تحت تاثیر تنش سرما قرار گرفت. مصرف مقدار ۰/۲۵ میلی گرم در لیتر اسپرمیدین سبب بهبود صفات مورد

منابع

1. Alcazar R., García-Martínez J.L., Cuevas J.C., Tiburcio A.F. and Altabella T. 2005. Overexpression of ADC2 in Arabidopsis induces dwarfism and late-flowering through GA deficiency. *Plant Journal*, 43(3):425-436.
2. Allen D.J. and Ort D.R. 2001. Impact of chilling temperature on photosynthesis in warm climate plants. *Trends in Plant Science*, 6: 36-42.
3. Borowski E. 2009. Response to chilling in cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants treated with triacontanol and Asahi SL. *Acta Agrobotanica*, 62 (2): 165-172.
4. Bouchereau A., Aziz A., Larher F. and Martin Tanguy J. 1999. Polyamines and environmental challenges: recent development. *Plant Science*, 140: 103-125.
5. Chen Y.Y. and Lin C. 1993. Effect of LAB 173711, an ABA analogue, on low – temperature resistance of mung-bean seedlings. *Journal of Plant Growth Regulation*, 12: 51-55.
6. Claudio L. and Andrea S. 1998. Effects of water stress on vessel size and xylem hydraulic conductivity in *Vitis vinifera* L. *Journal of Experimental Botany*, 49(321): 693-70.
7. Curran P.J., Dungan J.L. and Gholz H. L. 1990. Exploring the relationship between reflectance red edge and chlorophyll content in slash pine. *Tree Physiology*, 17:33-48.
8. DeKok J.L. and Kuiper P.J.C. 1977. Glycolipid degradation in leaves of the thermophiles *Cucumis sativus* affected by light and low temperature treatment. *Physiological Plantarum*, 39:23-128.
9. Filella I., Serrano I., Serra J. and Penuelas J. 1995. Evaluating wheat nitrogen status with canopy reflectance indices and discriminant analysis. *Crop Science*, 35:1400-1405.
10. Francois O. 2007. Cold acclimation and freezing tolerance in plants. *Encyclopedia of life sciences*, 53:67-78.
11. Groppa M.D. and Benavides M.P. 2008. Polyamines and abiotic stress: recent advance. *Amino Acids*, 34: 35-45.
12. Haldimann P. 1998. Low growth temperature induced changes to pigment composition and photosynthesis in *Zea mays* genotypes differing in chilling sensitivity. *Plant Cell and Environment*, 21: 200-208.
13. Hassibi P., Moradi F. and Nabipour M. 2007. Screening of rice genotypes for low temperature stress-using chlorophyll fluorescence. *Iranian Journal of Crop Science*, 9(1): 14-31. (in Persian with an English summary).
14. He L., Nada K. and Tachibana S. 2002. Effects of Spermidine Pretreatment through the Roots on Growth and Photosynthesis of Chilled Cucumber Plants (*Cucumis sativus* L.). *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 71(4): 490-498.
15. Hosseini-Nia S. 2010. An investigation on the effect of chilling stress on physiological characteristics of tomato. MSc thesis. Science department, Razi University, Iran. (in Persian with an English summary).
16. Jin E.S., Yokthongwattana K., Polle J.E.W. and Melis A. 2003. Role of the reversible xanthophyll cycle in the photosystem II damage and in *dunaliella salina*. *Plant Physiology*, 132:325-364.
17. Jun S. S., Kim J., Lee Ch. 2001. A comparative study on the effect of chilling treatment in the light and in the dark on subsequent photosynthesis in cucumber. *Australian Journal of Plant Physiology*, 28 (6): 489-496.
18. Kakkar R. K. and Sawhney V.K. 2003. Polyamine research in plants—a changing perspective. *Physiologia Plantarum*, 116, 281-292.
19. Kang H.M. and Saltveit M. E. 2002. Chilling tolerance of maize, cucumber and rice seedling leaves and roots are differentially affected by salicylic acid. *Physiologia Plantarum*, 115: 571-576.
20. Korkmaz A. 2002. Amelioration of chilling injuries in watermelon seedlings by Absciscic acid. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26: 17-20.
21. Kubis J. 2008. Exogenous spermidine differentially alters activities of some scavenging system enzymes, H₂O₂ and superoxide radical levels in water-stressed cucumber leaves. *Journal of Plant Physiology*, 165:397-406.
22. Kumar A., Taylor M., Altabella T. and Tiburcio A.F. 1997. Recent advances in polyamine research. *Trends in Plant Science*, 2(4): 124-130.
23. Kusano T., Yamaguchi K., Berberich T. and Takahashi Y. 2007. Advances in polyamine research. *Journal of Plant Research*, 120: 345-350.
24. Lee T.M., Lur H.S., Lin Y.H. and Chu C. 1996. Physiological and biochemical changes related to methyl jasmonate-induced chilling tolerance of rice (*Oryza sativa* L.) seedlings. *Plant Cell and Environment*, 19: 65-74.

25. Liu J.H., Kitashiba H., Wang J., Ban Y. and Moriguchi T. 2007. Polyamines and their ability to provide environmental stress tolerance to plants. *Plant Biotechnology*, 24:117-126.
26. Lu-lu Y., Xiu-hua Y., Kun K., Dao-jie H., Ying-hua W., Zhen-hang X. and Xian-chang Y. 2007. Effect of spermidine on chilling tolerance in cucumber seedlings. *Acta Horticulturae Sinica*, 34: 1309-1312.
27. MarkowskiSkurdlik G. 1995. Electrolyte leakage, ATP content in leaves and intensity of net photosynthesis in maize seedlings at permanent or different daily exposure to low temperature. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 175:109-117.
28. Masgrau C., Altabella T., Farras R., Flores D., Thompson A.J., Besford R.T. and Tiburcio A.F. 1997. Inducible overexpression of oat arginine decarboxylase in transgenic tobacco plants. *The Plant Journal*, 11(3): 465-473.
29. Nezami A., Borzui A., Jahani M., Azizi M. and Sharif A. 2007. Electrical leakage as a freezing injury factor in canola. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 5 (1): 167.174. (in Persian with an English summary).
30. Parvanova D., Konstantinova T., Atanasov A., Tsvetkov T. and Djilianov D. 2002. Cold stress tolerance in seeds of tobacco lines, transformed to accumulate various osmo-protectants. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 16: 28-32.
31. Peyvast Gh. 2009. *Vegetable Crop Production*. 5th edition. DaneshPazir publication. Tehran. Iran (In Persian).
32. Roy P., Niyogi K., SenGupta D.N. and Ghosh B. 2005. Spermidine treatment to rice seedlings recovers salinity stress induced damage of plasma membrane and PM bound H⁺-ATPase in salt-tolerant and salt-sensitive rice cultivars. *Plant Science*, 168: 583-591.
33. Seppanen M.M. 2000. Characterization of freezing tolerance in *Solanum commersonii* with special reference of the relationship between and oxidative stress. University of Helsinki publication. Finland. 52 p.
34. Shen W., Nada K. and Tachibana Sh. 2000. Involvement of polyamines in the chilling tolerance of cucumber cultivars. *Plant Physiology*, 124 (1): 431-440.
35. Sopher C.R., Krol, M., Huner, N.P., Moor A.E. and Fletcher R.A. 1999. Chloroplastic changes associated with paclobutrazol-induced stress protection in maize seedling. *Canadian Journal of Botany*, 77:297-290.
36. Zhang W., Jiang B., Li W., Song



مقایسه‌ی کودهای آلی و شیمیایی در تراکم‌های مختلف گاو زبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch & Mey.) در شرایط مشهد

محمد بهزاد امیری^{۱*} - پرویز رضوانی مقدم^۲ - محسن جهان^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۰۸

چکیده

با توجه به استفاده‌ی روزافزون از گیاهان دارویی در سطح جهان، اهمیت کشت و پرورش گیاهان دارویی به‌ویژه در سیستم‌های اکولوژیک، بیشتر آشکار شده است. به‌منظور بررسی اثر تراکم بوته و مقایسه‌ی کودهای آلی و شیمیایی در زراعت گاو زبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch & Mey.)، پژوهشی در سه سال زراعی متوالی ۹۱-۱۳۹۰، ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به‌صورت اسپلیت پلات در زمان در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی شامل ترکیب فاکتوریل ۳ تراکم کاشت (۳، ۵ و ۱۰ بوته در متر مربع) و ۴ نوع کود آلی و شیمیایی مختلف (کمپوست، ورمی کمپوست، کود گاوی، کود شیمیایی نیتروژن و شاهد) بود و زمان نمونه‌گیری و ثبت صفات مورد مطالعه (سال‌های زراعی دوم و سوم) به‌عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شد. در این آزمایش صفاتی نظیر وزن خشک گل در بوته، تعداد گل در بوته، تعداد و وزن دانه در بوته، شاخص برداشت گل، عملکرد گل خشک و عملکرد دانه بررسی شدند. نتایج آزمایش نشان داد که اثر تراکم گیاهی بر عملکرد گل خشک معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بیشترین مقدار عملکرد گل خشک (۸۱۶ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۵ بوته در متر مربع بدست آمد و به‌ترتیب ۲۳ و ۱۵ درصد نسبت به تیمارهای ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع بیشتر بود. در هر دو سال زراعی مورد مطالعه اثر کودهای آلی و شیمیایی مختلف در تراکم ۵ بوته در متر مربع تشدید شد، به عنوان مثال در سال زراعی دوم استفاده از کمپوست در تراکم ۵ بوته در متر مربع به‌ترتیب منجر به افزایش ۳۰ و ۲۵ درصدی عملکرد دانه نسبت به کاربرد این کود در تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع شد. اگر چه استفاده از کود شیمیایی در بهبود عملکرد و اجزای عملکرد گاو زبان ایرانی بی‌تأثیر نبود، ولی تأثیرگذاری آن به مراتب کمتر از کودهای آلی بود. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از کودهای آلی به ویژه کود ورمی کمپوست در تراکم‌های مطلوب گیاهی می‌تواند ضمن بهبود خصوصیات کمی گاو زبان ایرانی، اثرات مخرب ناشی از مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داده و سلامت محصول و پایداری تولید را تضمین کند.

واژه‌های کلیدی: سلامت محصول، سیستم اکولوژیک، عملکرد گل خشک، کشاورزی پایدار، گیاه دارویی

مقدمه

کودهای آلی به‌خصوص در خاک‌های فقیر از عناصر غذایی علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیه‌ی خصوصیات، حفظ کیفیت و افزایش مواد آلی خاک نسبت به کاربرد کودهای معدنی دارد، از جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی نیز مثر و ثمر واقع شده و می‌توانند جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی در درازمدت باشند (۲۷). در دهه‌های گذشته کاربرد کمپوست به‌منظور حفظ و افزایش ثبات و پایداری خاکدانه‌ها، افزایش حاصلخیزی و باروری خاک‌های زراعی و باغی سبب گردیده کاربرد کمپوست از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شود (۲۵). کمپوست شامل مواد باقی‌مانده از تخریب کامل یا جزئی انواعی از ترکیبات شیمیایی توسط مجموعه‌ای از میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. جامعه‌ی میکروبی موجود در کمپوست، مواد آلی تجزیه‌پذیر را تبدیل به ماده‌ای هوموسی و معدنی با ثبات بیشتر می‌کند (۷). در پی افزایش

از دیدگاه کشاورزی پایدار، خاک نه تنها یک بستر فیزیکی و شیمیایی به‌شمار می‌رود، بلکه همچون یک پیکره‌ی زنده است که با مدیریت موجودات زنده‌ی آن، می‌توان تنوع زیستی آن را حفظ کرده و افزایش داد. به همین منظور جهت برخورداری از یک سیستم کشاورزی پایدار، استفاده از نهاده‌هایی که علاوه بر تأمین نیازهای گیاه و کاهش مخاطرات زیست‌محیطی، جنبه‌های اکولوژیکی سیستم را بهبود بخشند، ضروری به نظر می‌رسد (۲۳). بدون تردید، کاربرد

۱- استادیار مجتمع آموزش عالی گناباد

(Email: amiri@gonabad.ac.ir)

*- نویسنده مسئول:

۲ و ۳- استاد و دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد

گزارشات مبنی بر بهبود ساختار خاک با استفاده از کمپوست زباله شهری، گرایش به سمت اعمال این منبع بوم‌سازگار در زمین‌های کشاورزی گسترش یافته است. در یک پژوهش، اثر کودهای مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی آویشن (*Thymus vulgaris* L.) و مرزنجوش (*Origanum majorana* L.) بررسی و گزارش شد که کاربرد ۹ تن در هکتار کود کمپوست خصوصیات کمی گیاهان مذکور را به میزان قابل توجهی بهبود بخشید (۱۱). بررسی اثر کودهای آلی بر چند گیاه دارویی نشان داد که افزودن کمپوست باعث افزایش ارتفاع گیاه در سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.) و افزایش وزن تر و خشک گیاه در بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) شد (۱۲).

ورمی کمپوست نوعی کود آلی است که در نتیجه فعالیت گونه‌های از کرم‌های خاکی بر روی ضایعات شهری، صنعتی و کشاورزی تولید می‌شود. این کود آلی، سبک، فاقد بو و عاری از بذر علف‌های هرز بوده و تهیهی آن نسبت به کمپوست آسان‌تر و در مدت زمان کوتاهی انجام می‌گیرد. ورمی کمپوست غنی از مواد شبه هورمونی و ویتامین‌ها بوده و عصاره‌ی آن به عنوان یک آفت‌کش قوی زیستی مطرح است که باعث افزایش جامعه‌ی میکروبی خاک و نگهداری عناصر غذایی برای دوره‌ای طولانی‌تر بدون اثرات منفی بر محیط می‌گردد. ورمی کمپوست دارای خلل و فرج و زهکش مناسب، ظرفیت نگهداری آب بالا و توانایی بالای جذب مواد غذایی می‌باشد که به عنوان اصلاح‌کننده‌ی آلی خاک در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاهان مختلف نقش مؤثری ایفا می‌کند (۳۵). آلبیاج و همکاران (۲) گزارش کردند که کاربرد ۲۴ تن در هکتار ورمی کمپوست طی ۴ سال، عوامل موجود در خاک شامل ماده‌ی آلی، اسیدهیومیک، جمعیت میکروارگانیسم‌ها و پایداری ساختمان خاک را به طور معنی‌داری افزایش داد. در پژوهشی دیگر، اثر کودهای آلی و بیولوژیک مختلف روی گیاه دارویی مرزه (*Satureja khuzistanica* Jamzad.) مورد مطالعه قرار گرفت و گزارش شد که ورمی کمپوست چه به تنهایی و چه در کاربرد همزمان با کودهای بیولوژیک نیتروکسین و نیتراژین منجر به بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه شد (۴۱). لیاک و پانک (۲۸) گزارش کردند که کاربرد ورمی کمپوست در گیاه دارویی بابونه رومی (*Chamaemelum nobile* L.) باعث افزایش تعداد گل و درصد اسانس شد.

کودهای دامی حاوی اکثر عناصر مورد نیاز گیاهان هستند و علاوه برداشتن عناصر پرمصرف، دارای ریزمغذی‌ها بوده و استفاده از آن‌ها در درازمدت تعادل عناصر غذایی خاک را در پی خواهد داشت. نتایج بررسی‌ها نشان داده است که کودهای آلی سبب بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده و عملکرد محصول را افزایش داده‌اند (۳۶ و ۴۸). کود گاوی مقادیر مناسبی از عناصر پرمصرف و کم‌مصرف را برای گیاه تأمین می‌کند و جایگزین کم-

هزینه‌ای برای کودهای معدنی محسوب می‌شود. در منابع متعدد به اثر مثبت کودهای دامی بر گسترش و ترکیب جوامع میکروبی، فون و فلور خاک و نیز تشدید فرآیندهای متابولیکی در داخل خاک، ریشه و شاخ و برگ گیاهان تأکید شده است (۳۷ و ۴۸). نتایج تحقیق دوساله‌ی جهان و همکاران (۲۰) حاکی از واکنش مثبت کود پوست‌کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) نسبت به سیستم تولید ارگانیک و استفاده از کود گاوی بود، به طوری که با کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی و عدم استفاده از قیم، بیشترین عملکرد میوه و دانه حاصل شد. بررسی اثر کمپوست، ورمی کمپوست و کود دامی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) نشان داد که مصرف کودهای آلی و دامی باعث افزایش عملکرد دانه، عملکرد ماده‌ی خشک، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و ارتفاع بوته شد (۴۴).

اگر چه عوامل محیطی تأثیر به‌سزایی بر کمیت و کیفیت محصول بدست آمده از گیاهان دارویی دارد، با این حال کنترل کامل این عوامل امکان‌پذیر نیست، ولی می‌توان با استفاده از روش‌هایی اثرات محیطی را به شکلی مدیریت نمود که گیاه تحت هر شرایطی حداکثر توانایی خود را بروز دهد. از جمله‌ی مهم‌ترین این تکنیک‌ها، انتخاب تراکم گیاهی مطلوب برای کشت و کار گیاه است که به عنوان یک عامل زراعی تحت کنترل، نقش مؤثری در عملکرد محصولات مختلف ایفا می‌کند و مشخص نمودن تراکم گیاهی از اصول اولیه‌ی زراعت هر محصول و از جمله مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر تولید گیاهان دارویی به شمار می‌رود (۱۹). تراکم بوته مطلوب تراکمی است که در نتیجه‌ی آن کلیه‌ی عوامل محیطی به طور مؤثر مورد استفاده گیاه قرار گرفته و در عین حال رقابت‌های درون بوته‌ای و بین بوته‌ای در حداقل باشند تا حداکثر عملکرد ممکن با کیفیت مطلوب بدست آید (۸). در یک بررسی، اثر تراکم‌های مختلف (۱۲/۵، ۱۶/۶ و ۲۵ بوته در متر مربع) بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) مطالعه و گزارش شد که با افزایش تراکم، تعداد چتر در بوته، وزن هزار دانه و وزن خشک بوته با کاهش مواجه شد (۱). در آزمایشی دیگر، پس از بررسی اثر تراکم‌های مختلف گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) گزارش شد که با افزایش فاصله‌ی بین ردیف‌های کاشت از ۵۰ به ۱۰۰ سانتی متر، عملکرد گل افزایش یافت (۳۱).

گاو زبان ایرانی با نام علمی (*Echium amoenum* Fisch & Mey.) گیاهی چند ساله و متعلق به خانواده‌ی گاو زبان^۱ می‌باشد و در طب سنتی ایران از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (۲۹). از گذشته‌های دور گاو زبان ایرانی جهت رفع عوارض زکام و سرماخوردگی، به عنوان

زراعی این گیاهان و سازگار کردن آن‌ها به شرایط موجود در سیستم‌های زراعی به‌ویژه از طریق انتخاب تراکم گیاهی مطلوب، راهکاری منطقی برای جلوگیری از نابودی و فراموش شدن آن‌ها محسوب می‌شود، از طرفی نکته حائز اهمیت در تولید گیاهان دارویی، بهبود خواص کمی و کیفی آن‌ها بدون اثرات زیست‌محیطی زیان‌آور می‌باشد. با توجه به موارد مذکور و همچنین نظر به اهمیت گاو زبان ایرانی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات دارویی که در بسیاری از صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد، این پژوهش با هدف مقایسه‌ی نهاده‌های اکولوژیک و شیمیایی در تراکم‌های مختلف گاو زبان ایرانی در شرایط اقلیمی مشهد انجام گرفت.

تنظیم‌کننده‌ی فشارخون، آرام‌بخش و معرق به‌صورت سنتی مورد استفاده قرار می‌گرفته است. در کتب قدیمی طب ایرانی مثل تحفه-الحکیم، مخزن الادویه و کتاب قانون ابن سینا از این گیاه به‌عنوان آرامش‌بخش یاد شده و قرن‌ها در طب سنتی ایران از این گیاه به‌منظور کاهش‌دهنده‌ی اضطراب استفاده می‌شده است (۴۶). با توجه به ارزش بسیار بالای فیتواسترول‌ها ازجمله بتاستواسترول و استیگماسترول در صنعت داروسازی، بذر گاو زبان ایرانی می‌تواند منبع مناسبی برای این استروئیدهای گیاهی ارزشمند در صنعت داروسازی باشد (۱۴).

با توجه به نیاز مداوم به فرآورده‌های حاصل از گیاهان دارویی و نیز تخریب روزافزون رویشگاه‌های طبیعی آن‌ها، انجام مطالعات

جدول ۱- میانگین سالانه متغیرهای آب و هوایی مشهد
Table 1- Annual average of Mashhad climatic variables

میانگین دمای حداقل Average Minimum Temperature (°C)	میانگین دمای حداکثر Average Maximum Temperature (°C)	کل بارندگی Total Rainfall (mm)
7.03	21.18	253.95

جدول ۲- میانگین ماهیانه‌ی دما و بارندگی مشهد در سال‌های ۱۳۹۱، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳
Table 2- Monthly average of temperature and rainfall of Mashhad in 2012, 2013 and 2014 years

سال Year	ماه‌های سال Months	فروردین April	اردیبهشت May	خرداد June	تیر July	مرداد August	شهریور September	مهر October
۱۳۹۱ 2012	میانگین دما Average temperature (°C)	16.2	18.6	25.2	28.5	27.6	23.1	17.7
	بارندگی Rainfall (mm)	18	52.7	8.8	1.6	0	0	1.3
۱۳۹۲ 2013	میانگین دما Average temperature (°C)	13.6	18.6	25.0	27.8	27.4	24.9	19.2
	بارندگی Rainfall (mm)	18.6	23.5	14.9	0	2.4	0	11.4
۱۳۹۳ 2014	میانگین دما Average temperature (°C)	12.5	22.3	25.1	28.6	27.5	24.8	18.1
	بارندگی Rainfall (mm)	67.4	24.2	22	0	0	0	16.7

سطح دریا در زمینی به مساحت حدود ۸۰۰ متر مربع اجرا شد. بر اساس مطالعات اشرف و همکاران (۴) با توجه به شاخص UNEP^۱ در یک دوره‌ی ۴۸ ساله‌ی آمار هواشناسی، منطقه مشهد با میانگین بارندگی سالیانه‌ی ۲۵۳ میلی‌متر، دارای رژیم آب و هوایی نیمه‌خشک

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سه سال زراعی متوالی ۱۳۹۰-۹۱، ۱۳۹۱-۹۲ و ۱۳۹۲-۹۳ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه‌ی شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه‌ی شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از

1- United Nations Environment Program

و متوسط درجه حرارت سالیانه آن ۱۴ درجه‌ی سانتی‌گراد است (جدول ۱). روند تغییرات میانگین ماهانه‌ی درجه حرارت و بارندگی به تفکیک سال‌ها و ماه‌های تحقیق با اقتباس از داده‌های ثبت‌شده از ایستگاه‌های هواشناسی مشهد در جدول ۲ نشان داده شده است. آزمایش به صورت اسپلیت پلات در زمان در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. کرت‌های اصلی شامل ترکیب فاکتوریل ۳ تراکم کاشت (۳، ۵ و ۱۰ بوته در متر مربع) (به ترتیب با فواصل کاشت ۶۰، ۴۰ و ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف) و ۴ نوع کود آلی و شیمیایی مختلف (کمپوست، ورمی‌کمپوست، کود گاوی، کود

شیمیایی نیتروژن و شاهد) بود و زمان (سال‌های زراعی دوم و سوم) به عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است با توجه به اینکه گیاه گاو زبان ایرانی در سال اول به صورت رزت رشد می‌کند و تولید گل ندارد، داده‌برداری‌ها از سال‌های دوم و سوم آزمایش انجام شد.

قبل از انجام آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌گیری انجام و به منظور تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد (جدول ۳).

جدول ۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه‌آزمایشی

Table 3- Physical and chemical characteristics of experimental field soil

هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)	اسیدیته pH	پتاسیم Potassium (ppm)	فسفر Phosphorous (ppm)	نیتروژن Nitrogen (ppm)	بافت خاک Soil Texture
1.1	7.3	417	13.4	15.7	لومی-سیلت Silty loam

برای اعمال کودهای آلی، میزان عناصر غذایی هر یک از کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گاوی تعیین (نتایج تجزیه‌ی کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش در جدول ۴ آورده شده است) و بر حسب درصد نیتروژن موجود در خاک و کودهای آلی به ترتیب بر مبنای ۱۰ تن در هکتار کود کمپوست، ۷ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست و ۳۰ تن در هکتار کود گاوی، در اسفندماه ۱۳۹۰ در سطح کرت‌های مورد نظر به طور یکنواخت پخش و بلافاصله توسط بیل دستی وارد خاک شدند. لازم به ذکر است که در اسفندماه ۱۳۹۱ نیز به منظور تقویت رشد مجدد گیاه و ایجاد شرایط مساعد برای رشد

گیاه در سال‌های بعد، همین میزان کود به خاک کرت‌های مربوطه اضافه شد. بر اساس منابع موجود (۳۴)، نیاز کودی گاو زبان ایرانی برای نیتروژن از منبع شیمیایی (کود اوره)، ۹۰ کیلوگرم در هکتار تعیین شد که نیمی از این مقدار در زمان کاشت و نیم دیگر آن بعد از انجام عملیات تنک به خاک مزرعه اضافه گردید، ضمن اینکه در دومین و سومین سال زراعی (۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲) نیز همین میزان کود شیمیایی طی دو مرحله (آغاز رشد مجدد گیاه در سال دوم و سوم و مرحله‌ی چهار برگی) در اختیار گیاه قرار گرفت.

جدول ۴- خصوصیات کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش

Table 4- Used organic fertilizers characteristics in experiment

نوع کود آلی Type of Organic Fertilizer	نیتروژن Nitrogen (%)	فسفر Phosphorous (%)	پتاسیم Potassium (%)
کمپوست Compost	0.64	0.44	0.49
ورمی‌کمپوست Vermicompost	0.89	1.53	0.96
کود گاوی Cow manure	0.21	0.29	1.04

برای آماده‌سازی زمین با تأکید بر عملیات زراعی اکولوژیک، خاک‌ورزی حداقل انجام شد، به این ترتیب که پس از انجام دیسک سبک، کرت‌های آزمایشی با ابعاد ۴/۸۰×۲/۵۰ متر ایجاد شدند. به دلیل کودی بودن ماهیت تیمارها و جلوگیری از اختلاط تیمارها با هم، برای هر بلوک آزمایشی یک لوله‌ی آبیاری جداگانه در نظر گرفته شد. بذور گاو زبان ایرانی با منشاء توده‌ی مشهد از مزرعه‌ی تحقیقاتی

گیاهان دارویی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه و اواسط فروردین‌ماه ۱۳۹۱ در ردیف‌هایی به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و بسته به تیمار مورد بررسی با فاصله‌ی روی ردیف ۲۰، ۴۰ و ۶۰ سانتی‌متر از یکدیگر کشت شدند. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر ۷ روز یکبار تا آخر فصل رشد به روش کرتی انجام شد. برای رسیدن به تراکم مناسب، پس از رسیدن گیاه به

و ۱۴ درصد و تعداد گل در بوته را به ترتیب ۱۴ و ۱۱ درصد نسبت به تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع افزایش داد (جدول ۶). از آنجایی که با افزایش تعداد بوته در واحد سطح، فضای اختصاص یافته به هر بوته کاهش می‌یابد، به نظر می‌رسد در تراکم‌های بالای گیاهی (۱۰ بوته در متر مربع)، کاهش دسترسی بوته‌ها به عوامل محیطی از قبیل نور، آب و عناصر معدنی (۳۷) از عوامل بسیار تأثیرگذار در کاهش وزن و تعداد گل در بوته باشد. در یک پژوهش، اثر تراکم‌های مختلف (۱۲/۵، ۱۶/۶ و ۲۵ بوته در متر مربع) بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی گشنیز بررسی و گزارش شد که با افزایش تراکم، تعداد چتر در بوته، وزن هزار دانه و وزن خشک بوته با کاهش مواجه شد (۱).

اثر کودهای آلی و شیمیایی مختلف بر وزن گل خشک در بوته معنی‌دار بود (جدول ۵)، به طوری که تمامی کودهای آلی و شیمیایی مورد مطالعه منجر به افزایش وزن گل خشک در بوته در مقایسه با شاهد شدند و وزن گل خشک در بوته در کودهای کمپوست، ورمی کمپوست، گاوی و شیمیایی به ترتیب ۴۵، ۴۳، ۳۴ و ۲۴ درصد بیشتر از شاهد بود (جدول ۶). بیشترین تعداد گل در بوته (۱۶۳۳ گل در بوته) در تیمار کمپوست مشاهده شد، ضمن این که کودهای کمپوست، ورمی کمپوست و گاوی به ترتیب افزایش ۲۸، ۲۵ و ۱۳ درصدی تعداد گل در بوته را در مقایسه با کود شیمیایی به همراه داشتند (جدول ۶). به نظر می‌رسد که کودهای آلی از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک (۳۵)، افزایش ظرفیت نگهداری آب و تأثیر بر فراهمی و جذب بیشتر عناصر غذایی (۳۳)، سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده‌ی خشک گیاهی شدند که این مسئله در نهایت به افزایش گلدهی گیاه انجامیده است. در یک پژوهش اثر کودهای آلی و بیولوژیک مختلف روی گیاه دارویی مرزه مورد مطالعه قرار گرفت و گزارش شد که ورمی کمپوست چه به تنهایی و چه در کاربرد همزمان با کودهای بیولوژیک نیتروکسین و نیتراژین منجر به بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه شد (۴۱).

در بررسی اثرات متقابل تراکم گیاهی و کودهای آلی و شیمیایی مختلف مشاهده شد که در تمامی تراکم‌های گیاهی مورد مطالعه، کاربرد کودهای آلی و شیمیایی، افزایش وزن گل خشک در بوته و تعداد گل در بوته را سبب شد که البته اثر مثبت کودهای آلی و شیمیایی مختلف در بهبود صفات مذکور در تراکم ۵ بوته در متر مربع به طور محسوس‌تری نمایان شد، به عنوان مثال کاربرد کود کمپوست در تراکم ۵ بوته در متر مربع، وزن گل خشک در بوته را به ترتیب ۲۲ و ۲۱ درصد و تعداد گل در بوته را به ترتیب ۱۴ و ۱۳ درصد نسبت به کاربرد این کود در تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع افزایش داد (جدول ۷).

مرحله‌ی ۴ برگی عملیات تنک کردن انجام گرفت. به منظور کنترل علف‌های هرز، تنها سه نوبت وجین دستی در سال اول (به ترتیب ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز پس از کاشت) و یک نوبت وجین دستی در هر یک از سال‌های دوم و سوم (۳۰ روز پس از رشد مجدد گیاه در سال دوم و سوم) انجام شد. مهم‌ترین علف‌های هرز موجود در مزرعه، سلمه‌تره (*Convolvulus arvensis*)، پیچک (*Chenopodium album* L.)، خاکشیر شیرین (*Descurainia sophia* L.) و خاکشیر تلخ (*Sisymbrium officinale* L.) بودند. در زمان آماده‌سازی زمین و در طول دوره‌ی رشد، هیچ گونه علف کش، آفت کش و قارچ کش شیمیایی استفاده نشد.

در سال‌های زراعی دوم و سوم (۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲)، از ابتدا تا انتهای فصل گلدهی، گلبرگ تمام سطح کرت‌های آزمایشی به صورت روزانه برداشت و وزن تر و خشک گل‌ها اندازه‌گیری شد. مجموع وزن خشک گل‌ها در طی دوره‌ی گلدهی به عنوان عملکرد گل در هر کرت در نظر گرفته شد، ضمن اینکه ۳ بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و در طول مرحله‌ی گلدهی تعداد گل‌های آن‌ها شمارش شدند و وزن تر و خشک گل آن‌ها تعیین گردید. به منظور حفظ کمیت و کیفیت مواد مؤثره گیاه، نمونه‌های گل در سایه و در درجه حرارت محیط خشک شدند. در اواخر فصل رشد، با آغاز مرحله‌ی رسیدگی دانه‌ها و خشک شدن اندام هوایی گیاه، تعداد ۳ بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و صفاتی نظیر تعداد دانه در بوته و وزن دانه در بوته اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد دانه، بوته‌های تمام سطح کرت‌های آزمایشی با رعایت اثر حاشیه‌ای از سطح زمین برداشت و وزن دانه آن‌ها تعیین گردید. شاخص برداشت گل از درصد نسبت عملکرد گل به عملکرد ماده‌ی خشک بدست آمد. تجزیه و تحلیل واریانس داده‌ها (ANOVA) و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS Ver. 9.1، MS Excel Ver. 11 و Slide Write Ver. 2 و مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. لازم به ذکر است که با توجه به چند ساله بودن گاو زبان ایرانی و جمع‌آوری اطلاعات در دو سال زراعی (۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲)، برای نشان دادن اثر سال در نتایج، آنالیز داده‌ها به صورت اسپلیت پلات در زمان انجام شد.

نتایج و بحث

وزن گل خشک و تعداد گل در بوته

تراکم گیاهی به طور معنی‌داری بر وزن گل خشک و تعداد گل در بوته تأثیر داشت (جدول ۵)، به طوری که بیشترین مقدار این صفات (۱۶/۳۷ گرم در بوته) در تراکم ۵ بوته در متر مربع بدست آمد (جدول ۶). تراکم ۵ بوته در متر مربع، وزن گل خشک در بوته را به ترتیب ۲۰

جدول ۵- تجزیه واریانس برخی خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد گاو زبان ایرانی تحت تأثیر تراکم‌های مختلف و کاربرد کودهای الی و شیمیایی در دو سال زراعی.
Table 5- ANOVA of some morphological characteristics and yield of Iranian ox plant affected by different plant density and application of organic and chemical fertilizers.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	Means of squares						
		وزن گل خشک در بوته Dry Flower Weight per Plant (g)	تعداد گل در بوته Flower Number per Plant	وزن دانه در بوته Seed Weight per Plant (g)	تعداد دانه در بوته Seed Number per Plant	عملکرد گل خشک Dry Flower Yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه Seed Yield (kg.ha ⁻¹)	شاخص برداشت گل Flower Harvest Index (%)
بلوک Block	2	0.72ns	2762ns	8.04ns	34581**	6067**	270.76ns	7.11*
تراکم گیاهی Plant density	2	86.75**	403000**	165.31**	92149**	262165**	162899**	200.04**
کود Fertilizer	4	197.06**	825465**	178.13**	1939674**	322372**	244000**	92.96**
تراکم کاشت×کود Plant density×Fertilizer	8	9.06*	11273**	14.45**	99283**	21368**	26709**	58.60**
خطای یک Error1	28	5.20	1191	3.97	3351	901	785.55	1.96
سال Year	1	150.87**	336772**	77.15**	442652**	306110**	167254**	222.74**
تراکم کاشت×سال Plant density×Year	2	11.70*	26619**	3.54ns	15223*	23703**	16708**	20.51**
کود×سال Fertilizer×Year	4	19.50**	13305**	9.76*	3270*	20674**	16789**	15.91**
تراکم کاشت×کود×سال Plant density×Fertilizer×Year	8	12.79**	11939**	3.43ns	7106*	10178**	8717**	8.41**
بلوک×سال Block×Year	2	2.81ns	42.14ns	12.21ns	7660ns	1241**	867.38ns	1.51ns
خطای دو Error 2	28	3.37	1157	5.72	3559	865	1255	1.82
ضریب تغییرات CV (%)	-	22.67	22.35	23.13	22.61	24.12	23.94	25

ns و * و ** به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی داری.
**، * and ns are significant at the 0.01 and 0.05 of probability level and non-significant, respectively

جدول ۶- مقایسه میانگین برخی ویژگی‌های کمی گاو زبان ایرانی تحت تأثیر تراکم‌های مختلف و کاربرد کودهای آلی و شیمیایی در سال‌های زراعی مختلف.
Table 6- Mean comparison of some quantitative characteristics of *Echium amoenum* affected by different densities and application of organic and chemical fertilizers in different agronomic years.

	تراکم گیاهی Plant density (plant per m ²)			کودهای مختلف Different fertilizers					سال Year	
	3	5	10	کمپوست Compost	ورمی کمپوست Vermicompost	کود گاوی Cow Manure	کود شیمیایی Chemical Fertilizer	شاهد Control	2 nd	3 rd
وزن گل خشک در بوته Dry flower weight per plant (g)	13.06c*	16.37a	14.05b	17.85a	17.18a	14.82b	12.88c	9.73d	15.79a	13.20b
تعداد گل در بوته Flower number per plant	1354c	1575a	1403b	1633a	1599b	1513c	1365d	1108e	1505.45a	1383.11b
وزن دانه در بوته Seed weight per plant (g)	17.40b	20.86a	16.38b	21.14a	21.20a	18.76b	15.63c	14.33c	19.14a	17.29b
تعداد دانه در بوته Seed number per plant	2274b	2341a	2231c	2535a	2575a	2401b	2103c	1797d	2352a	2211b
عملکرد گل خشک Dry flower yield (kg.ha ⁻¹)	693.91b	816.01a	632.35c	857.52a	840.93a	691.59b	633.64c	546.77d	15.79a	13.20b
عملکرد دانه Seed yield (kg.ha ⁻¹)	865.8b	981.45a	844.52c	1012a	993a	919b	830c	733d	940.37a	854.15b
شاخص برداشت گل Flower harvest index (%)	24.92c	29.89a	26.18b	29.18a	28.23a	23.77c	25.50b	28.31a	28.57a	25.42b

* در هر ردیف و برای هر عامل، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

* In each row and for each factor, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range test.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل تراکم‌های مختلف و کاربرد کودهای آلی و شیمیایی بر برخی ویژگی‌های کمی و عملکرد گاو زبان ایرانی.

Table 7- Mean comparison of interaction effects of different densities and chemical fertilizers application on some quantitative characteristics and yield of <i>Echium amoenum</i> .							
تیمارهای کودی Fertilizer Treatments	وزن گل خشک در بوته Dry Flower Weight per Plant (g)	تعداد گل در بوته Flower Number per Plant	وزن دانه در بوته Seed Weight per Plant (g)	تعداد دانه در بوته Seed Number per Plant	عملکرد گل خشک Dry Flower Yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه Seed Yield (kg.ha ⁻¹)	شاخص برداشت گل Flower Harvest Index (%)
				تراکم ۳ بوته در متر مربع Density of 3 plants per m ²			
کمپوست Compost	16.29b*	1542.58bc	19.18de	2464bc	722.07c-e	947.18bc	24.19ef
ورمی کمپوست Vermicompost	15.81bc	1482.63b-d	20.63b-d	2546ab	691.48d-f	862.27c-e	23.36f
گاو Cow Manure	12.76b-e	1466.83cd	14.11fg	2042g	613.76e-h	890.56b-e	21.66f
شیمیایی Chemical Fertilizer	11.58d-f	1248.34e	14.87fg	2109fg	628.15ef	827.92d-g	27.46c-e
شاهد Control	8.86f	1032.81f	13.96g	1587i	506.29h	694.68h	27.93cd
				تراکم ۵ بوته در متر مربع Density of 5 Plants per m ²			
کمپوست Compost	20.79a	1794.76a	25.34a	2627a	1013.91a	1168.77a	33.54a
ورمی کمپوست Vermicompost	20.20a	1787.66a	23.47ab	2597ab	1006.45a	1157.88a	33.42a
گاو Cow Manure	15.39bc	1595.13b	22.38a-e	2524ab	760.63b-d	971.01b	25.07d-f
شیمیایی Chemical Fertilizer	14.81b-d	1476.55b-d	17.22ef	2194ef	679.62d-f	845.79d-f	24.62d-f
شاهد Control	10.67ef	1221.73e	15.88fg	1760h	619.49e-g	763.84f-h	32.79ab
				تراکم ۱۰ بوته در متر مربع Density of 10 Plants per m ²			
کمپوست Compost	16.48b	1561.90bc	18.91de	2513ab	836.62b	918.93b-d	29.80bc
ورمی کمپوست Vermicompost	15.51bc	1529.30bc	19.51c-e	2579ab	691.48d-f	959.24b	27.92cd
گاو Cow Manure	16.31b	1479.89b-d	19.79c-e	2364cd	700.40d-f	894.04b-e	24.58d-f
شیمیایی Chemical Fertilizer	12.27c-f	1372.40d	14.81fg	2004g	593.16f-h	816.29e-g	24.41ef
شاهد Control	9.67ef	1071.77f	13.14g	2042g	514.53gh	740.55gh	27.93cd

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف یک احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌داری با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.
* In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range test.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل سه‌گانه‌ی تراکم‌های گیاهی و کاربرد کودهای آلی و شیمیایی در سال‌های زراعی مختلف بر برخی ویژگی‌های کمی و عملکرد گاو زبان ایرانی.
Table 8- Mean comparison of triple interaction effects of plant densities and chemical fertilizers application on some quantitative characteristics and yield of *Echium unguiculatum* in different agronomic years.

سال سوم 2 nd Year	تیمارهای کودی Fertilizer Treatments	وزن گل خشک در بوته Dry Flower Weight per Plant (g)	تعداد گل در بوته Flower Number per Plant	وزن در بوته Seed weight per plant (g)	تعداد دانه در بوته Seed number per plant	عملکرد گل خشک Dry flower yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha ⁻¹)	شاخص برداشت گل Flower harvest Index (%)
سال دوم 2 nd Year	کمپوست Compost	17.49b-c*	1565cd	20.63c-g	2572b-d	764.78e-g	979.66b-d	25.26f-i
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	18.07bc	1539d	23.36bc	2670ab	724.26f-h	925.56d-f	24.03i-l
	کود گاوی Cow manure	12.77f-i	1512d	14.70h-l	2383fg	664.37f-k	909.16e-g	23.05j-l
	کود شیمیایی Chemical fertilizer	12.52f-m	1284f	15.65h-l	2172jz	648.65j-k	850.26h-k	27.78d-g
	شاهد Control	9.87k-n	1076k	13.69j-l	1664m	511.80n-p	717.32o-q	27.88d-g
سال سوم 3 rd Year	کمپوست Compost	15.09b-h	1520d	17.73f-j	2455d-g	679.36b-j	914.71e-g	23.13j-l
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	13.56e-k	1425f	17.90f-j	2487c-f	658.69i-k	798.98k-n	22.70lm
	کود گاوی Cow manure	12.74f-i	1420f	13.53j-l	2344gh	563.15mn	871.95f-i	20.27m
	کود شیمیایی Chemical fertilizer	10.64i-n	1212j	14.09i-l	2045k	607.65k-m	805.58j-m	27.15d-h
	شاهد Control	7.86n	988m	12.60i	1510n	500.78op	672.04q	27.98d-f
سال دوم 2 nd Year	کمپوست Compost	24.11a	1945a	27.75a	2730a	1171.57a	1301.91a	37.70a
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	25.22a	1964a	25.52ab	2729a	1170.97a	1322.72a	37.43a
	کود گاوی Cow manure	16.44b-f	1624bc	23.27b-d	2582b-d	776.73ef	994.93bc	25.19g-k
	کود شیمیایی Chemical fertilizer	13.47f-k	1506de	17.38f-i	2254hi	725.12f-h	858.11g-j	26.16e-i
	شاهد Control	12.61f-i	1311h	15.45b-l	1885i	668.89h-k	780.76l-n	34.48b
سال سوم 3 rd Year	کمپوست Compost	17.47b-c	1644b	22.94b-c	2523c-e	856.24c	1035.63b	29.39cd
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	15.19b-h	1610bc	21.43b-f	2466c-g	841.92cd	993.04bc	29.41cd
	کود گاوی Cow manure	14.34c-i	1565cd	21.50b-f	2466c-g	744.52e-g	947.09c-e	24.94h-l
	کود شیمیایی Chemical fertilizer	16.15b-g	1446f	17.06f-i	2134i-k	634.13jk	833.47h-l	23.09j-l
	شاهد Control	8.73mn	1131k	16.32g-l	1634m	570.10l-n	746.92n-p	31.10c
سال دوم 2 nd Year	کمپوست Compost	18.92b	1671b	18.86e-h	2509c-f	960.54b	948.22c-e	33.90b
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	15.22b-h	1540d	20.73c-g	2589bc	858.70c	988.43b-c	28.66c-e
	کود گاوی Cow manure	17.55b-d	1523d	20.91c-f	2387fg	774.60ef	927.08d-f	23.05j-l
	کود شیمیایی Chemical fertilizer	12.41g-m	1395fg	14.53h-l	2096jk	620.66i-m	830.28i-l	24.89h-l
	شاهد Control	10.17j-n	1119k	14.71h-l	2053jk	544.60no	771.17m-o	25.54fk
سال سوم 3 rd Year	کمپوست Compost	14.03d-i	1452ef	18.97d-h	2418e-g	712.69g-i	889.64e-h	23.13j-l
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	15.80b-h	1518d	18.30f-i	2504c-f	791.09de	930.05d-f	27.19d-h
	کود گاوی Cow manure	15.08b-h	1436f	18.67e-h	2239hi	626.20j-l	860.99g-j	22.55lm
	کود شیمیایی Chemical fertilizer	12.13h-m	1349gh	15.10h-l	1913i	565.65mn	802.29j-n	23.94i-l
	شاهد Control	9.18i-n	1023lm	13.21k	2031k	484.46p	709.92pq	22.86kl

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.
* In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range test.

جدول ۹- مقایسه میانگین اثرات متقابل کاربرد کودهای آلی و شیمیایی در سال‌های زراعی مختلف بر برخی ویژگی‌های کمی و عملکرد گاو زبان ایرانی.
Table 9- Mean comparison of interaction effects of organic and chemical fertilizers application on some quantitative characteristics and yield of *Echium amoenum* in different agronomic years.

Table 2. Mean comparison of organic and chemical fertilizers application on quantitative characteristics and yield of <i>Zinnia officinalis</i> in different years.							
	وزن گل خشک در بوته Dry flower weight per plant (g)	تعداد گل در بوته Flower number per plant	وزن دانه در بوته Seed weight per plant (g)	تعداد دانه در بوته Seed number per plant	عملکرد گل خشک Dry flower yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha ⁻¹)	شاخص برداشت گل Flower harvest index (%)
	سال دوم 2 nd Year						
کمیپوست Compost	20.17a*	1727a	22.41ab	2604ab	965.63a	1076.60a	32.29a
ورمی کمیپوست Vermicompost	19.50a	1681a	23.20a	2663a	917.98a	1078.90a	30.04ab
کود گاوی Cow manure	15.59b	1553b	19.62bc	2451cd	738.57bc	943.72b	24.95de
کود شیمیایی Chemical fertilizer	12.80bc	1395cd	15.85de	2174e	664.81b-d	846.22cd	26.27b-e
شاهد Control	10.88cd	1169e	14.61e	1868g	575.10de	756.42de	29.30a-c
	سال سوم 3 rd Year						
کمیپوست Compost	15.53b*	1538b	19.88bc	2465cd	749.43bc	946.66b	26.07c-e
ورمی کمیپوست Vermicompost	14.85b	1518b	19.21bc	2486bc	763.90b	907.36bc	26.43b-e
کود گاوی Cow manure	14.05b	1474bc	17.90dc	2350d	644.62cd	893.35bc	22.58e
کود شیمیایی Chemical fertilizer	12.97bc	1336d	15.41de	2031f	602.48de	813.78cd	24.72de
شاهد Control	8.59d	1048f	14.04e	1725h	518.45e	709.63e	27.31b-d

* In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range.
* در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۱۰ - مقایسه میانگین اثرات متقابل تراکم‌های گیاهی در سال‌های زراعی مختلف بر برخی ویژگی‌های کمی و عملکرد گاو زبان ایرانی.
Table 10- Mean comparison of interaction effects of plant densities on some quantitative characteristics and yield of *Echium amoenum* in different agronomic years.

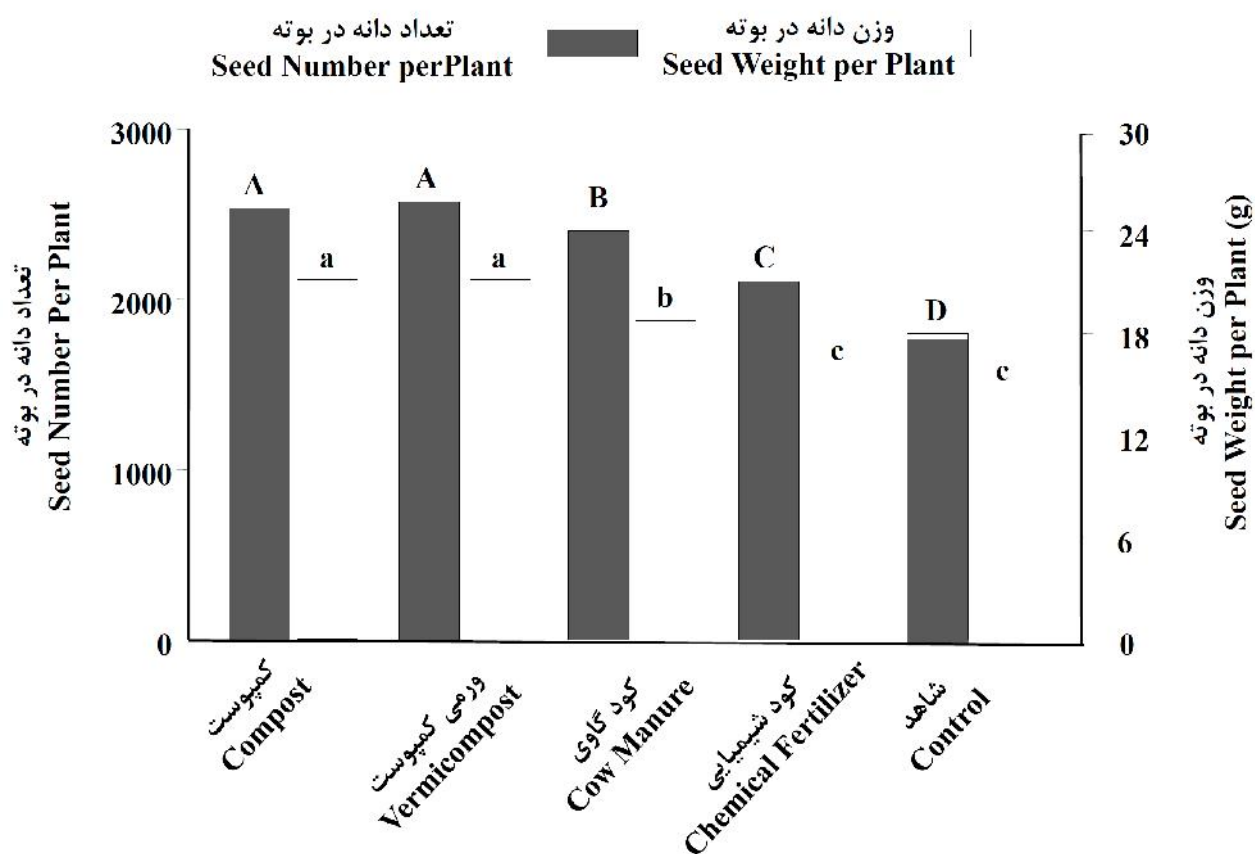
وزن گل خشک در بوته	وزن گل در بوته	تعداد گل در بوته	تعداد بوته در بوته	وزن دانه در بوته	تعداد دانه در بوته	عملکرد گل خشک	عملکرد دانه	شاخص برداشت گل
Dry flower weight per plant (g)	Flower number per plant	Seed number per plant	Seed weight per plant (g)	Seed number per plant	Seed yield (kg.ha ⁻¹)	Dry flower yield (kg.ha ⁻¹)	Seed yield (kg.ha ⁻¹)	Flower harvest index (%)
تراکم ۳ بوته در متر مربع Density of 3 plants per m ²								
سال دوم 2 nd Year	14.14b*	1395b	17.60bc	2292ab	662.77b-d	876.39b	25.60bc	
سال سوم 3 rd Year	11.98b	1313b	15.17c	2168b	601.93d	812.65b	24.25c	
تراکم ۵ بوته در متر مربع Density of 5 plants per m ²								
سال دوم 2 nd Year	18.37a	1670a	21.87a	2436a	902.66a	1051.69a	32.19a	
سال سوم 3 rd Year	14.37b	1479b	19.85ab	2245ab	729.38bc	911.23b	27.58b	
تراکم ۱۰ بوته در متر مربع Density of 10 plants per m ²								
سال دوم 2 nd Year	14.85b	1450b	17.94bc	2327ab	751.82b	893.04b	27.92b	
سال سوم 3 rd Year	13.24b	1356b	16.85bc	2221ab	636.02cd	838.58b	24.44c	

* In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range.
در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

وزن و تعداد دانه در بوته

اثر تراکم گیاهی بر وزن دانه در بوته و تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۵). بیشترین وزن دانه در بوته (۲۱ گرم در بوته) در تراکم گیاهی ۵ بوته در متر مربع حاصل شد، ولی از این نظر بین تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تعداد دانه در بوته نیز در تراکم ۵ بوته در متر مربع به ترتیب ۵ و ۳ درصد بیشتر از تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع بود (جدول ۶). به منظور دستیابی به حداکثر عملکرد و اجزای عملکرد محصولات مختلف، تعیین تراکم مناسب آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد، زیرا از یک سو اگر تعداد بوته در واحد سطح کمتر از حد بهینه باشد، منابع موجود به طور کامل مورد بهره‌برداری قرار نمی‌گیرند و از سوی دیگر کاشت با تراکم‌های خیلی بالا به دلیل افزایش رقابت درون و برون گونه‌ای در مراحل مختلف رشد، منجر به کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه خواهد شد (۱۰).

به نظر می‌رسد که در تراکم متعادل گیاهی، بهره‌وری از عوامل محیطی افزایش یافته (۳۸) و در نتیجه در این شرایط وزن خشک و تعداد گل در بوته در مقایسه با شاهد از افزایش چشمگیری بهره‌مند شد. همان‌طور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود، در هر دو سال زراعی اثرات مثبت کودهای آلی در افزایش تعداد گل در بوته در تراکم ۵ بوته در متر مربع تشدید شد، به عنوان مثال در سال زراعی دوم تعداد گل در بوته در تیمار کود گاوی و تراکم ۵ بوته در متر مربع به ترتیب ۹ و ۶ درصد بیشتر از تیمار استفاده از کود گاوی در تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع در همین سال بود. به نظر می‌رسد که در تراکم‌های گیاهی بیش از حد مطلوب، عوامل محیطی و تابش خورشیدی به اندازه‌ی کافی در اختیار گیاه قرار نگرفتند و در تراکم‌های کمتر از حد مطلوب از امکانات محیطی موجود به نحو کارآمد استفاده نشد (۸)، در نتیجه در هر دو حالت تعداد گل در بوته کمتر از تراکم‌های متوسط گیاهی (۵ بوته در متر مربع) بود.



شکل ۱- اثر کودهای آلی و شیمیایی مختلف بر وزن و تعداد دانه در بوته‌ی گاو زبان ایرانی

Figure 1- Effect of different organic and chemical fertilizers on seed weight and number of *Echium amoenum*

برای هر صفت، میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

In each trait, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range test

مطالعه منجر به بهبود صفاتی نظیر وزن دانه در بوته و تعداد دانه در بوته نسبت به شاهد شد، که البته از نظر صفات مذکور بیشترین اثرات مثبت کودهای آلی در تراکم ۵ بوته در متر مربع بروز یافت، به‌عنوان مثال کود کمپوست در تراکم ۵ بوته در متر مربع به‌ترتیب منجر به افزایش ۲۴ و ۲۵ درصدی وزن دانه در بوته نسبت به کاربرد این کود در تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع شد و کود گاوی در تراکم ۵ بوته در متر مربع به‌ترتیب افزایش ۷ و ۶ درصدی تعداد دانه در بوته را نسبت به کاربرد این کود در تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع سبب شد (جدول ۷).

با توجه به نتایج جدول ۶، اثرات متقابل تراکم گیاهی و کودهای آلی و شیمیایی مختلف در سال زراعی دوم منجر به تولید وزن دانه در بوته و تعداد دانه در بوته‌ی بیشتری نسبت به سال زراعی سوم شد، به‌عنوان مثال تعداد دانه در بوته در شرایط کاربرد کود کمپوست و تراکم ۳ بوته در متر مربع در سال زراعی دوم به مراتب بیشتر از سال زراعی سوم بود.

در هر دو سال زراعی نکته‌ی حائز اهمیت نقش مثبت کودهای آلی در بهبود خصوصیات نظیر وزن دانه در بوته و تعداد دانه در بوته بود، به‌طوری‌که استفاده از این کودها در تمامی تراکم‌های گیاهی به‌ویژه تراکم ۵ بوته در متر مربع افزایش قابل ملاحظه‌ی صفات مذکور را سبب شد (جدول ۸). کودهای آلی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند و می‌توانند به‌عنوان منابعی غنی از عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن، فسفر و پتاسیم به شمار آیند و به مرور این عناصر را در اختیار گیاه قرار دهند، ضمن این‌که این کودها به‌طور مؤثری منجر به بهبود ساختمان فیزیکی و ذخیره‌ی رطوبت خاک می‌شوند (۲۷). آلیاچ و همکاران (۲) گزارش کردند که کاربرد ۲۴ تن در هکتار ورمی‌کمپوست طی ۴ سال، عوامل موجود در خاک شامل ماده‌ی آلی، اسیدهیومیک، جمعیت میکروارگانیسم‌ها و پایداری ساختمان خاک را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. در یک پژوهش، اثر کودهای مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی آویشن و مرزنجوش بررسی و گزارش شد که کاربرد ۹ تن در هکتار کود کمپوست خصوصیات کمی گیاهان مذکور را به میزان قابل‌توجهی بهبود بخشید (۱۱). در پژوهشی دیگر، پس از بررسی اثر سطوح مختلف کود ورمی‌کمپوست (صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی ختمی (*Althaea officinalis* L.) گزارش شد که کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست، وزن گل در بوته و عملکرد دانه را ۲ تا ۳ برابر افزایش داد (۴۳).

عملکرد گل خشک

اثر تراکم گیاهی بر عملکرد گل خشک معنی‌دار بود (جدول ۵)، به‌طوری‌که بیشترین مقدار عملکرد گل خشک (۸۱۶ کیلوگرم در

در یک پژوهش، اثر تراکم‌های مختلف بوته بر خصوصیات رویشی و زایشی گیاه دارویی ماریتغال (*Silybum marianum* L.) بررسی و گزارش شد که با افزایش تراکم کاشت وزن هزار دانه‌ی گیاه با کاهش مواجه شدند و بیشترین مقدار صفات مذکور در تراکم ۵ بوته در متر مربع بدست آمد (۳۲).

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود تمامی کودهای آلی مورد مطالعه افزایش وزن و تعداد دانه در بوته را در مقایسه با شاهد سبب شدند، به‌طوری‌که کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گاوی وزن دانه در بوته را به‌ترتیب ۳۲، ۳۲ و ۲۴ درصد و تعداد دانه در بوته را به‌ترتیب ۲۹، ۳۰ و ۲۵ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. با توجه به شکل ۲، اثر مثبت کودهای آلی در افزایش وزن و تعداد دانه در بوته بیشتر از کود شیمیایی بود و کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گاوی به‌ترتیب منجر به افزایش ۲۰، ۲۶ و ۱۷ درصدی وزن دانه در بوته و افزایش ۱۷، ۱۸ و ۱۲ درصدی تعداد دانه در بوته نسبت به کود شیمیایی شدند.

کمپوست و ورمی‌کمپوست از مهم‌ترین مواد آلی هستند که به‌دلیل مزایای متعدد آن‌ها امروزه به شدت مورد توجه قرار گرفته‌اند و در بسیاری از نظام‌های کشاورزی پایدار استفاده از این کودها جهت بهبود حاصلخیزی خاک و پیشگیری و کنترل آفات و امراض گیاهی توصیه می‌شود (۱۵). بررسی اثر کودهای آلی بر چند گیاه دارویی نشان داد که افزودن کمپوست باعث افزایش ارتفاع گیاه در سرخارگل و افزایش وزن تر و خشک گیاه در بادرنجبویه شد (۱۲).

وزن و تعداد دانه در بوته در نتیجه‌ی کاربرد تمامی کودهای آلی مورد مطالعه در سال زراعی دوم بیشتر از سال زراعی سوم بود، به‌عنوان مثال وزن دانه در بوته در شرایط استفاده از کود کمپوست در سال زراعی دوم از افزایش ۱۱ درصدی در مقایسه با سال زراعی سوم برخوردار بود و کاربرد کود ورمی‌کمپوست در سال زراعی دوم به‌طور مؤثرتری تعداد دانه در بوته را نسبت به سال زراعی سوم افزایش داد (جدول ۹). تفاوت سال‌های زراعی مختلف از نظر صفاتی نظیر وزن و تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه احتمالاً به‌دلیل تغییر شرایط آب و هوایی طی این دو سال بود، به‌عنوان مثال در سال زراعی دوم متوسط بارندگی سالیانه بیشتر از سال زراعی سوم بود، ضمن این‌که تعداد روزهای همراه با گرمای شدید در سال زراعی دوم کمتر از سال زراعی سوم بود (جدول ۲)، در نتیجه افزایش خصوصیات کمی گیاه در سال زراعی دوم منطقی به نظر می‌رسد. ثابت‌تیموری (۴۲) وجود گرمای شدید را یکی از علل نقصان خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی گل‌اروانه بزقی (*Hymenocrater platystegius* Rech.f.) عنوان کرد.

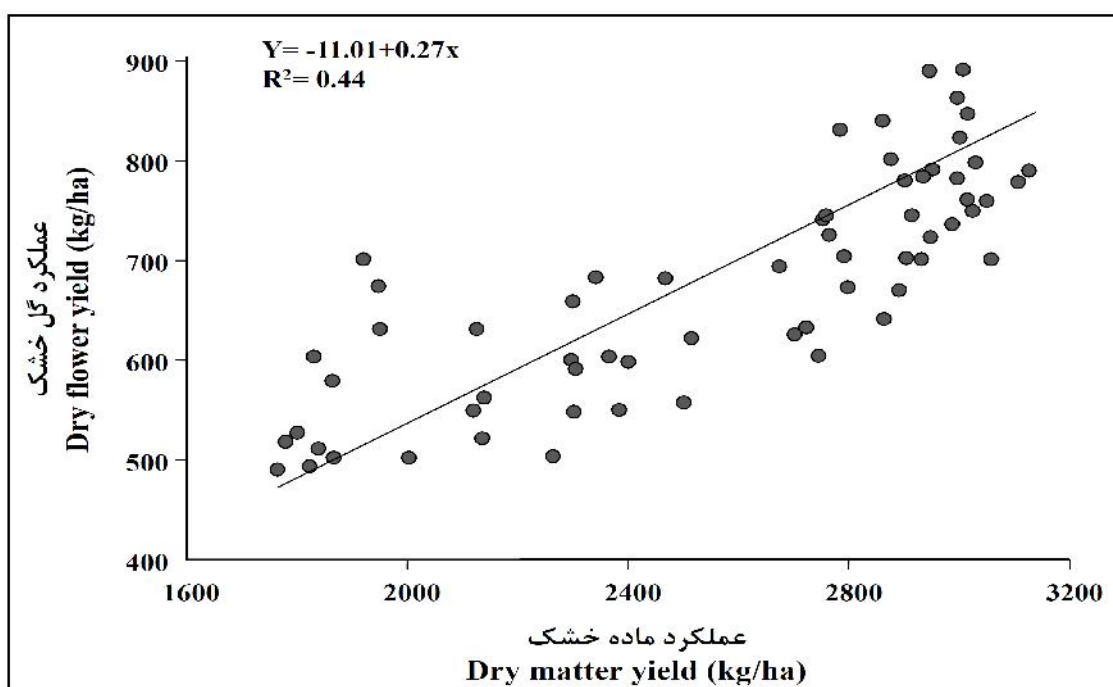
اثرات متقابل تراکم گیاهی و کودهای آلی و شیمیایی مختلف نشان داد که استفاده از کودهای آلی در تمامی تراکم‌های گیاهی مورد

در فاصله‌ی روی ردیف ۴۵ سانتی‌متر مشاهده شد و تراکم ۶/۶۷ بوته در متر مربع بیشترین عملکرد ماده‌ی خشک تولیدی را به خود اختصاص داد (۱۸).

عملکرد گل خشک به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر کودهای آلی و شیمیایی مختلف قرار گرفت (جدول ۵)، به‌طوری‌که تمامی کودهای آلی و شیمیایی مورد مطالعه منجر به افزایش عملکرد گل خشک در مقایسه با شاهد شدند، به این ترتیب که کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست، گاوی و شیمیایی به‌ترتیب افزایش ۳۶، ۳۵، ۲۱ و ۱۴ درصدی عملکرد گل خشک را نسبت به شاهد به همراه داشتند (جدول ۶). بررسی رابطه‌ی بین عملکرد گل خشک و عملکرد ماده‌ی خشک نشان‌دهنده‌ی رابطه‌ای مستقیم بین این دو صفت بود، به‌طوری‌که با افزایش عملکرد ماده‌ی خشک، عملکرد گل خشک افزایش یافت ($R^2 = 0.44$) (شکل ۲)، لذا با توجه به این‌که کاربرد کودهای آلی و شیمیایی مختلف باعث افزایش عملکرد ماده‌ی خشک شد (جدول ۶)، افزایش عملکرد گل خشک در شرایط استفاده از این کودها منطقی به‌نظر می‌رسد.

هکتار) در تراکم ۵ بوته در متر مربع بدست آمد و میزان عملکرد گل خشک در اثر این تیمار به‌ترتیب ۲۳ و ۱۵ درصد نسبت به تیمارهای ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع بیشتر بود (جدول ۶). در تمامی تراکم‌های گیاهی مورد مطالعه، عملکرد گل خشک در سال زراعی دوم بیشتر از سال زراعی سوم بود، با این وجود نقش تراکم ۵ بوته در متر مربع در بهبود عملکرد گل خشک به نحوی بود که در هر دو سال زراعی از عملکرد گل خشک بیشتری در مقایسه با سایر تراکم‌ها برخوردار بود (جدول ۱۰).

جهت استفاده مطلوب از عوامل محیطی نظیر نور، آب، مواد غذایی و نیز جلوگیری از بروز رقابت شدید، تعداد بوته در واحد سطح باید در حد بهینه باشد (۳۸). در یک پژوهش، پس از بررسی اثر تراکم‌های مختلف گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی چای‌ترش گزارش شد که با افزایش فاصله‌ی بین ردیف‌های کاشت از ۵۰ به ۱۰۰ سانتی‌متر، عملکرد گل افزایش یافت (۳۱). در پژوهشی دیگر، پس از بررسی اثر فاصله‌ی بین (۶۰، ۷۰ و ۸۰ سانتی‌متر) و روی (۲۵، ۳۵ و ۴۵ سانتی‌متر) ردیف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی مرزه گزارش شد که بیشترین عملکرد گل و قطر تاج‌پوشش



شکل ۲- رابطه‌ی بین عملکرد گل خشک و عملکرد ماده‌ی خشک گاو زبان ایرانی در شرایط کاربرد کودهای آلی و شیمیایی مختلف.

Figure 2- Relationship between dry flower yield and dry matter yield of *Echium amoenum* in conditions of different organic and chemical fertilizers application.

۲۲، ۱۷، ۱۳ و ۹ درصدی عملکرد گل خشک نسبت به کاربرد کودهای مشابه در سال زراعی سوم شدند (جدول ۹). همان‌طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، کودهای کمپوست و ورمی‌کمپوست در هر

اثر کودهای آلی و شیمیایی در سال زراعی دوم بیشتر از سال زراعی سوم بود، به‌طوری‌که در سال زراعی دوم هر یک از کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست، گاوی و شیمیایی به‌ترتیب منجر به افزایش

که در جدول ۴ مشاهده می‌شود اثرات مثبت کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد گل خشک در تراکم ۵ بوته در متر مربع بیشتر بروز یافت، به‌طوری‌که در تراکم ۵ بوته در متر مربع هر یک از کودهای کمپوست، ورمی کمپوست، گاوی و شیمیایی عملکرد گل خشک را به ترتیب ۲۹، ۳۱، ۱۹ و ۸ درصد نسبت به کودهای مشابه در تراکم ۳ بوته در متر مربع و به ترتیب ۱۷، ۳۱، ۸ و ۱۳ درصد نسبت به کودهای مشابه در تراکم ۱۰ بوته در متر مربع افزایش دادند.

نتایج آزمایش نشان داد که در تمامی تراکم‌های گیاهی مورد مطالعه، اثرات کودهای آلی و شیمیایی مورد بررسی در سال زراعی دوم بیشتر از سال زراعی سوم بود (جدول ۶)، به عنوان مثال در سال زراعی دوم و در تراکم ۳ بوته در متر مربع کاربرد کودهای کمپوست، ورمی کمپوست، گاوی و شیمیایی به ترتیب منجر به افزایش ۱۱، ۹، ۱۵ و ۶ درصدی عملکرد گل خشک نسبت به کاربرد کودهای مشابه در سال زراعی سوم شد (جدول ۸). بیشترین مقدار عملکرد گل خشک در شرایط استفاده از کود آلی کمپوست در تراکم ۵ بوته در متر مربع و در سال زراعی دوم (۱۱۷۲ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد و کمترین عملکرد گل خشک در تیمار ۱۰ بوته در متر مربع، عدم استفاده از کود و در سال زراعی سوم (۴۸۴ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول ۸).

به نظر می‌رسد که در تراکم‌های بالای گیاهی، عوامل محیطی و تابش خورشیدی به اندازه‌ی کافی در اختیار گیاه قرار نگرفته (۴۸) که این موضوع منجر به کاهش عملکرد گل خشک شد. مهران‌زاده و چناری (۳۰) گزارش کردند که افزایش تراکم گیاهی منجر به کاهش عملکرد گل خشک و عملکرد دانه‌ی گاو زبان ایرانی شد. در پژوهشی دیگر، اثر سه فاصله‌ی کاشت ۴۰×۲۰، ۴۰×۳۰ و ۵۰×۳۰ سانتی‌متر بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی بادرنجوبه بررسی و گزارش شد که بیشترین مقدار عملکرد در فاصله‌ی ۴۰×۲۰ سانتی‌متر بدست آمد (۴۴). اثر منابع کودی مختلف بر کمیت و کیفیت کدو پوست کاغذی مورد مطالعه قرار گرفت و گزارش شد که کودهای گاوی و گوسفندی منجر به افزایش عملکرد میوه نسبت به شاهد شدند (۲۱). در یک پژوهش پس از بررسی اثر کودهای آلی مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی اسفرزه گزارش شد که کاربرد ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست منجر به تولید بیشترین عملکرد شد (۵).

عملکرد دانه

عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تراکم گیاهی قرار گرفت (جدول ۵)، به‌طوری‌که بیشترین (۹۸۱ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۸۴۵ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه به ترتیب در تراکم‌های ۵ و ۳ بوته در متر مربع مشاهده شد (شکل ۱). یکی از پیش‌شرط‌های لازم برای دستیابی به عملکرد بالای گیاهی، تأمین شرایط مطلوب جهت

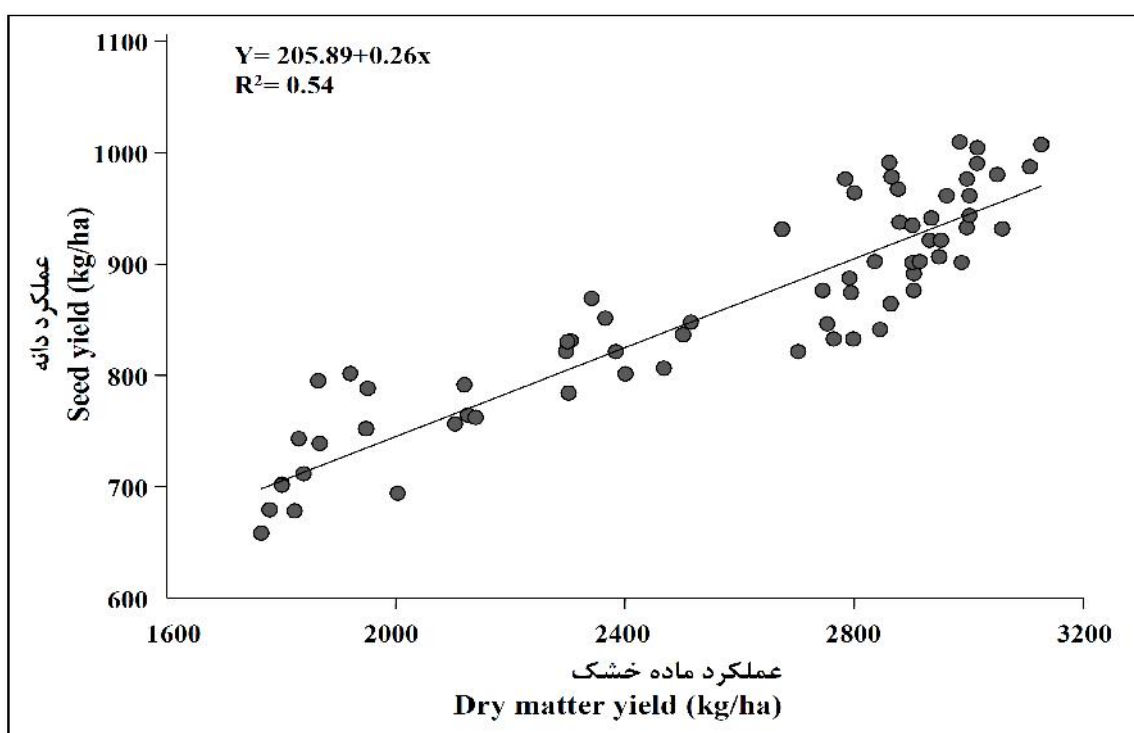
دو سال زراعی از برتری قابل‌توجهی در مقایسه با سایر تیمارها برخوردار بودند، به‌طوری‌که در سال زراعی دوم کود کمپوست دارای بیشترین عملکرد گل خشک بود (۹۶۶ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد گل خشک را به ترتیب ۲۴، ۳۱ و ۴۰ درصد نسبت به کودهای گاوی، شیمیایی و شاهد افزایش داد و در سال زراعی سوم کود ورمی کمپوست با دارا بودن بیشترین عملکرد گل خشک (۷۶۴ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب افزایش ۱۶، ۲۱ و ۳۲ درصدی عملکرد گل خشک را نسبت به کودهای گاوی، شیمیایی و شاهد سبب شد. استفاده از کودهای آلی کمپوست و ورمی کمپوست بهبود ساختمان خاک و کاهش جرم مخصوص ظاهری آن را به همراه دارد، ضمن این‌که سبب افزایش نفوذپذیری خاک، افزایش میزان هوموس و ظرفیت بافری خاک و افزایش برخی آنزیم‌ها و در نتیجه سبب تشدید جمعیت و فعالیت میکروبی خاک می‌گردد (۷ و ۳۵)، در نتیجه احتمالاً مجموعه‌ای از عوامل مذکور در شرایط استفاده از این کودها منجر به بهبود عملکرد گل خشک گیاه شدند.

در یک پژوهش اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار) بر خصوصیات کمی و کیفی بابونه‌ی آلمانی بررسی و مشاهده شد که بیشترین ارتفاع و عملکرد تر و خشک گل در هکتار با کاربرد ۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست حاصل شد (۱۷). در پژوهشی دیگر، پس از بررسی اثر کودهای آلی مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) گزارش شد که استفاده از تمامی کودهای آلی مورد مطالعه عملکرد گل خشک را به میزان قابل‌توجهی در مقایسه با شاهد افزایش داد، به‌طوری‌که هر یک از کودهای کمپوست و ورمی کمپوست به ترتیب افزایش ۲۷ و ۳۴ درصدی عملکرد گل خشک را در مقایسه با شاهد به همراه داشتند (۳۹).

در بررسی اثر متقابل تراکم گیاهی و کودهای آلی و شیمیایی مختلف مشاهده شد که در تمامی تراکم‌های گیاهی مورد مطالعه، استفاده از کودهای آلی و شیمیایی منجر به افزایش عملکرد گل خشک نسبت به شاهد شد که البته از این نظر کود کمپوست در بهبود عملکرد گل خشک مؤثرتر بود، به‌طوری‌که استفاده از این کود در هر یک از تراکم‌های ۳، ۵ و ۱۰ بوته در متر مربع عملکرد گل خشک را به ترتیب ۳۰، ۳۹ و ۳۸ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (جدول ۴). کمپوست دارای بیشتر عناصر غذایی اصلی مورد نیاز گیاه بوده و در ضمن باعث کاهش سطوح آلاینده‌ها، بهبود ساختار خاک و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و ترکیبات هیومیک خاک می‌شود (۱۶). در یک پژوهش، پس از بررسی اثر کودهای آلی و شیمیایی مختلف بر گیاه دارویی اسفرزه مشاهده شد که کاربرد کمپوست در اکثر صفات مورد مطالعه نسبت به کود شیمیایی دارای برتری بود، به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع بوته، وزن دانه در بوته، ماده‌ی خشک تولیدی و عملکرد در تیمار ۸ تن در هکتار کمپوست بدست آمد (۲۲). همان‌طور

عملکرد ماده‌ی خشک رابطه‌ای مستقیم وجود داشت ($R^2 = 0.54$) و از آنجایی که استفاده از کودهای آلی و شیمیایی منجر به افزایش عملکرد ماده‌ی خشک شد (جدول ۶)، بهبود عملکرد دانه در شرایط کاربرد کودهای آلی و شیمیایی منطقی به نظر می‌رسد. چاترجی (۹) و شارما (۴۷) ضمن تأکید بر کاربرد کودهای آلی در کشت و کار گیاهان دارویی، علت افزایش تولید محصول را به بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک مرتبط دانستند. اثر منابع کودی مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد اسفرزه بررسی و گزارش شد که بیشترین کمترین عملکرد دانه به ترتیب در تیمارهای ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست و شاهد حاصل شد (۵).

استفاده از تابش خورشیدی به منظور تولید مواد فتوسنتزی در بالاترین حد کارایی آن است و به نظر می‌رسد دستیابی به این هدف با تغییر تراکم بوته و توزیع بوته‌ها در واحد سطح میسر باشد (۲۶). بین کودهای آلی و شیمیایی مختلف از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به طوری که تمامی کودهای آلی و شیمیایی مورد مطالعه منجر به افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد شدند و عملکرد دانه در کودهای کمپوست، ورمی کمپوست، گاوی و شیمیایی به ترتیب ۲۸، ۲۶، ۲۰ و ۱۲ درصد بیشتر از شاهد بود (شکل ۳)، ضمن این که کاربرد این کودها در سال زراعی دوم عملکرد دانه بیشتری را در مقایسه با سال زراعی سوم سبب شد (جدول ۹). همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، بین عملکرد دانه و



شکل ۳- رابطه‌ی بین عملکرد دانه و عملکرد ماده‌ی خشک گاو زبان ایرانی در شرایط کاربرد کودهای آلی و شیمیایی مختلف
Figure 3- Relationship between seed yield and dry matter yield of *Echium amoenum* in conditions of different organic and chemical fertilizers application

رقابت درون‌گونه‌ای از جمله عوامل تأثیرگذار بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان مختلف است، به این ترتیب که بیشترین عملکرد محصولات زمانی حاصل می‌شود که رقابت بین‌گونه‌ای و درون-گونه‌ای حداقل و استفاده از عوامل مؤثر در رشد نظیر نور، آب و عناصر غذایی حداکثر باشد (۴۹)، بنابراین به نظر می‌رسد که در تراکم متوسط گیاهی (۵ بوته در متر مربع) رقابت بین‌گونه‌ای و درون‌گونه‌ای حداقل بوده و در نتیجه اثرات مثبت کودهای آلی و شیمیایی در بهبود عملکرد دانه در این تراکم به طور مؤثرتری بروز یافت. به نظر می‌رسد

در هر دو سال زراعی مورد مطالعه اثر کودهای آلی و شیمیایی مختلف در تراکم ۵ بوته در متر مربع تشدید شد (جدول ۸)، به عنوان مثال در سال زراعی دوم استفاده از کمپوست در تراکم ۵ بوته در متر مربع به ترتیب منجر به افزایش ۳۰ و ۲۵ درصدی عملکرد دانه نسبت به کاربرد این کود در تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع شد. اگر چه کود ورمی کمپوست در تمامی تراکم‌های گیاهی افزایش عملکرد دانه را به همراه داشت، ولی در تراکم ۱۰ بوته در متر مربع در هر دو سال زراعی بیشترین عملکرد دانه را سبب شد (جدول ۸).

جذب نور و عناصر غذایی بیشتر شد (۴۹) و در نتیجه گیاه در تراکم‌های بالاتر از شاخص برداشت کمتری نسبت به تراکم‌های گیاهی متوسط برخوردار بود. کوچکی و همکاران (۲۴) پس از بررسی اثر تراکم‌های گیاهی مختلف (۶۰، ۷۰ و ۸۰ بوته در متر مربع) در گیاه دارویی بالنگو (*Citrus medica* L.) گزارش کردند که با افزایش بیش از حد تراکم گیاهی شاخص برداشت گیاه دچار نقصان شد، به طوری که بیشترین شاخص برداشت در تراکم ۶۰ بوته در متر مربع حاصل شد. کودهای آلی احتمالاً از طریق بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک (۴۸) شرایط را برای بهبود خصوصیات کمی گیاه مهیا کردند. رضوانی‌مقدم و همکاران (۴۰) گزارش کردند که کاربرد کود کمپوست منجر به افزایش صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد کپسول در بوته و عملکرد ماده‌ی خشک گنجد شد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که در هر دو سال زراعی مورد مطالعه استفاده از کودهای آلی منجر به بهبود اکثر خصوصیات کمی گیاه شد، به عنوان مثال کاربرد کودهای کمپوست، ورمی کمپوست و گاوی عملکرد گل خشک را به ترتیب ۴۰، ۳۷ و ۲۲ درصد در سال زراعی دوم و به ترتیب ۳۱، ۳۲ و ۲۰ درصد در سال زراعی سوم نسبت به شاهد افزایش داد، که البته به دلیل تفاوت شرایط آب و هوایی در سال‌های زراعی مختلف تأثیرگذاری کودهای آلی در سال زراعی دوم بیشتر از سال زراعی سوم بود. نتایج آزمایش نشان‌دهنده‌ی رابطه‌ی مستقیم عملکرد گل خشک و عملکرد دانه بود، به طوری که تیمارهایی که منجر به تولید بیشترین عملکرد گل خشک شدند در بهبود عملکرد دانه نیز مؤثر واقع شدند. کودهای کمپوست و ورمی کمپوست در مقایسه با کود گاوی از اثرات مثبت بیشتری در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه برخوردار بودند. اگر چه استفاده از کود شیمیایی در بهبود عملکرد و اجزای عملکرد گاو زبان ایرانی بی‌تأثیر نبود، ولی تأثیرگذاری آن به مراتب کمتر از کودهای آلی بود. بیشترین تأثیرگذاری کودهای آلی در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه در تراکم ۵ بوته در متر مربع محقق شد، به عنوان مثال کاربرد کودهای کمپوست، ورمی کمپوست و گاوی در تراکم ۵ بوته در متر مربع عملکرد دانه را به ترتیب ۱۹، ۲۶ و ۸ درصد نسبت به کاربرد کودهای مشابه در تراکم ۳ بوته در متر مربع و به ترتیب ۲۱، ۱۷ و ۹ درصد نسبت به کاربرد این کودها در تراکم ۱۰ بوته در متر مربع افزایش داد. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از کودهای آلی در تراکم‌های مطلوب گیاهی می‌تواند ضمن بهبود خصوصیات کمی گاو زبان ایرانی، سلامت محصول و پایداری تولید را در درازمدت تضمین کند.

که کاهش عملکرد هر گیاه در اثر افزایش تراکم بوته به کاهش جذب تشعشع خورشیدی در قسمت‌های پایین پوشش گیاهی مرتبط باشد (۱۳). تأثیر انواع کودهای آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی همیشه بهار بررسی و گزارش شد که در بیشتر صفات، کود آلی ورمی کمپوست به همراه کود فسفاته‌ی بارور ۲ دارای بیشترین مقادیر بدست آمده بود و موجب بهبود عملکرد دانه گردید (۳۹). بررسی اثر کمپوست، ورمی کمپوست و کود دامی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی زیره سبز نشان داد که مصرف کودهای آلی و دامی باعث افزایش عملکرد دانه، عملکرد ماده‌ی خشک، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و ارتفاع بوته شد (۴۴).

شاخص برداشت گل

اثر تراکم گیاهی بر شاخص برداشت گل معنی‌دار بود (جدول ۵) و بیشترین شاخص برداشت گل متعلق به تراکم ۵ بوته در متر مربع بود، به طوری که در این تراکم شاخص برداشت گل به ترتیب ۱۷ و ۱۲ درصد در مقایسه با تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع افزایش یافت (جدول ۶). شاخص برداشت گل در تراکم‌های ۵ و ۱۰ بوته در متر مربع در سال زراعی دوم بیشتر از سال زراعی سوم بود (جدول ۱۰). شاخص برداشت گل به طور معنی‌داری تحت تأثیر کودهای آلی و بیولوژیک مختلف قرار گرفت (جدول ۵)، به طوری که از نظر شاخص برداشت گل تفاوت کودهای کمپوست و ورمی کمپوست با شاهد معنی‌دار نبود و کودهای گاوی و شیمیایی منجر به کاهش شاخص برداشت گل نسبت به شاهد شدند (جدول ۶). به نظر می‌رسد اثرات مثبت کودهای گاوی و شیمیایی بر عملکرد ماده‌ی خشک بیشتر از اثرات مثبت این کودها بر عملکرد گل بوده، لذا مخرج کسر محاسبه شاخص برداشت گل افزایش یافته و در نتیجه مقدار عددی این صفت در شرایط استفاده از این کودها کاهش پیدا کرده است.

در بررسی اثرات متقابل تراکم گیاهی و کودهای آلی و شیمیایی مختلف مشاهده شد که بیشترین مقدار شاخص برداشت گل (۳۴ درصد) و دانه (۳۹ درصد) در اثر تیمار کمپوست و تراکم ۵ بوته در متر مربع بدست آمد (جدول ۷). اثر تمامی کودهای آلی مورد مطالعه در بهبود شاخص برداشت گل در تراکم ۵ بوته در متر مربع تشدید شد، به عنوان مثال استفاده از کود ورمی کمپوست در تراکم ۵ بوته در متر مربع شاخص برداشت گل را به ترتیب ۲۸ و ۱۱ درصد نسبت به کاربرد این کود در تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در متر مربع افزایش داد (جدول ۷).

همانطور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود تمامی کودهای آلی مورد مطالعه در تراکم ۵ بوته در متر مربع و سال زراعی دوم از بیشترین تأثیرگذاری در افزایش شاخص برداشت گل برخوردار بودند. به نظر می‌رسد که با افزایش تراکم، سایه‌اندازی و رقابت بوته‌ها برای

منابع

1. Akhani A., Darzi M.T. and Haj Seyed Hadi M.R. 2012. Effects of biofertilizer and plant density on yield components and seed yield of coriander (*Coriandrum sativum*). International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4: 1205-1211.
2. Albiach R., Canet R., Pomares F. and Ingelom F. 2001. Organic matter components and aggregate stability after the application of different amendements to a horticultural soil. Bioresource Technology, 76:125-129.
3. Ashoori D., Noor Hoseini S.A. and Safarzade M.N. 2014. Effect of plant density and planting pattern on yield and yield components of Iranian Ox-Tongue (*Echium amoenum* Fisch. & Mey.) in Gilan Province. Journal of Horticultural Science, 28: 1-16. (in Persian with English summary).
4. Ashraf B., Yazdani-Bioui R., Mousavi-Baygi M. and Bannayan-Aval M. 2014. Investigation of temporal and spatial climate variability and aridity of Iran. Theoretical and Applied Climatology, 18: 35-46.
5. Asadi Gh.A., Momen A., Noruzade Nameghi M. and Khoramdel S. 2014. Effect of different levels of organic and chemical fertilizers on yield and nitrogen efficiency of *Plantago ovate* Forsk. Iranian Journal of Agroecology, 5: 373-382. (In Persian with English summary).
6. Atiyeh R.M., Edwards C.A., Sulber S. and Metzger J.D. 2001. Pigmanure vermin compost as component of a horticultural bedding plant medium: effect on physiochemical properties and plant growth. Bioresources Technology, 78:11-20.
7. Boulter J.I., Boland G.J. and Trevors J.T. 2000. Compost: A study of the development process and end-product potential for suppression of turfgrass disease. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 16:115-134.
8. Caliskan M.E., Kusman N. and Caliskan S. 2009. Effects of plant density on the yield and yield components of true potato seed (TPS) hybrids in early and main crop potato production systems. Field Crops Research, 114: 223-232.
9. Chatterjee S.K. 2002. Cultivation of medicinal and aromatic plants in India. Acta Horticulture (ISHS), 576: 485-494.
10. Chauhan B.S. and Abugho S.B. 2013. Effects of water regime, nitrogen fertilization, and rice plant density on growth and reproduction of lowland weed *Echinochloa crus-galli*. Crop Protection, 54: 142-147.
11. Csizinszky A.A. 2002. Reduced input production of herbs under sub tropical conditions in Florida. XXVth International Horticultural Congress. 11-17 August, Toronto, Ontario, pp 196.
12. Delate K. 2000. Leopold center for sustainable agriculture. Annual Reports, Iowa State University. Ames, IA.
13. Earley E., Rath B., Sief R.D. and Hageman R.H. 2001. Effects of shade applied at different of plant development on corn production. Crop Science, 7: 151-159.
14. Fernandez P. and Cabral J.M.S. 2007. Phytosterols: Applications and recovery methods. Bioresource Technology, 98: 2335-2350.
15. Ghorbani R., Wilcockson S. and Leifert C. 2006. Alternative treatments for late blight control in organic potato: Antagonistic micro-organism and compost extract for activity against *Phytophthora infestans*. Potato Research, 48: 171-179.
16. Gutierrez F.A., Santiago J., Molina J.A.M., Nafate C.C., Abud M., Llaven M.A.O., Rincon R. and Dendooven L. 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum*). Bioresource Technology, 98: 2781-2786.
17. Haj Seyed Hadi M.R., Darzi M.T., Riazi Gh.H. and Ghandarhari Z. 2013. Evaluation of effect of vermicompost and aminoacids on yield and yield components of *Matricaria chemmommilla*. Iranian Journal of Plant and Ecosystem, 33: 67-80. (In Persian with English summary).
18. Hekmati M., Hadian J. and Tabaei Aghdaei S.R. 2012. Evaluating the effect of planting density on yield and morphology of savory (*Satureja khuzistanica* Jamzad). Annals of Biological Research, 3: 4017-4022.
19. Ibrahim H.M. 2012. Response of some sunflower hybrids to different levels of plant density. APCBEE Procedia, 4: 175-182.
20. Jahan M., Koocheki A., Nassiri Mahallati M. and Dehghanipoor F. 2007. The effects of different manure levels and two branch management methods on organic production of *Cucurbita pepo* L. Iranian Journal of Field Crops Research, 5: 1-9. (In Persian with English summary).
21. Jahan M., Amiri M. B., Aghavani Shajari M. and Tahami M.K. 2013. Quantity and quality of *cucurbita pepo* L. as affected by winter cover crops (*Lathyrus sativus* and *Trifolium resopinatum*), PGPRs and organic manures. Iranian Journal of Field Crops Research, 11: 337-357. (In Persian with English summary).
22. Khandan A., Astaraee A., Nassiri Mahallati M. and Fotovvat A. 2004. Effects of organic and inorganic fertilizers on yield and yield components of *Plantago ovata* Forsk. Iranian Journal of Field Crops Research, 3: 245-253. (In Persian with English summary).
23. Kizilkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of springwheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecological Engineering, 33:150-156.
24. Koocheki A., Bakhshae S., Tabaraee A. and Jafari L. 2014. Effect of plant density and planting pattern on

- quantitative and qualitative of *Lallemantia royleana* Benth. Agroecology, 6: 229-237. (In Persian with English summary).
25. Lalande, R., Gagnon, B., Simard, R.R. and Cote, D., 2000. Soil microbial biomass and enzyme activity following liquid hog manure in a long term field trial. Canadian Journal of Soil Sciences, 80: 263- 269.
26. Latmahalleh D.A., Niyaki S.A.N. and Vishekaei M.N.S. 2011. Effects of plant density and planting pattern on yield and yield components of Iranian ox-tonque (*Echium amoenum* Fisch. and Mey.) in North of Iran. Journal of Medicinal Plant Research, 5: 932-937.
27. Lee, J. 2010. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. Scientia Horticulturae, 124: 299-305.
28. Liuc J. and Pank B. 2005. Effect of vermicompost and fertility levels on growth and oil yield of *Roman chamomile*. Scientia Pharmaceutica, 46: 63-69.
29. Mehrabani M., Ghassemi N., Sajjadi S.E., Ghannadi A. and Shams-Ardakani M. 2005. Main phenolic compounds of petals of *Echium amoenum* fisch. And C.A. Mey., a famous medicinal plant of Iran. Daru, 13: 65-69.
30. Mehranzadeh M. and Chenari M. 2012. Study of the effects of plant density and planting methods on yield and yield components of Iranian borage (*Echium amoenum*) in Khusetan of Iran. Advances in Environmental Biology, 6: 1682-1687.
31. Mir B., Ghanbari A., Ravan S. and Asgharipour M. 2011. Effects of plant density and sowing date on yield and yield components of *Hibiscus sabdarij* in Zabol region. Advances in Environmental Biology, 5: 1156-1161.
32. Mohammadi A., Asghari H.R. and Gholami A. 2013. Effect of mycorhiza and phosphorous chemical fertilizer on some growth characteristics of *Cicer arietinum* L. Agroecology, 5: 263-271. (In Persian with English summary).
33. Motta S.R. and Maggiore T. 2013. Evaluation of nitrogen management in maize cultivation grown on soil amended with sewage sludge and urea. European Journal of Agronomy, 45: 59-67.
34. Najafpoor Navaee M. 2002. Evaluation of effect of phosphorous and nitrogen fertilizers on seed yield of *Echium amoenum*. Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants, 13: 41-50. (In Persian with English summary).
35. Padmavathiamma P.K., Li L.Y. and Kumari U.R. 2008. An experimental study of vermin-biowaste composting for agriculture soil improvement. Bioresource Technology, 99: 1672-1681.
36. Paksoy M. and Aydin C. 2004. Some physical properties of edible squash (*Cucurbita pepo* L.) seeds. Journal of Food Engineering, 65: 225-231.
37. Rai M.K. 2006. Handbook of Microbial Biofertilizers. Haworth Press Inc., NY, USA. ISBN: 978-1-56022-269-9.
38. Ren X., Zhang L., Du M., Evers J.B., Van der Werf W., Tian X. and Li Zh. 2013. Managing mepiquat chloride and plant density for optimal yield and quality of cotton. Field Crops Research, 149: 1-10.
39. Rezaee M. and Baradaran R. 2011. Effects of biofertilizers on the yield and yield components of pot marigold (*Calendula officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29: 635-650. (in Persian with English summary).
40. Rezvani Moghaddam P., Mohammadabadi A.A. and Moradi R. 2010. Effect of organic and chemical fertilizers on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) in different plant densities. Agroecology, 2: 256-265. (In Persian with English summary).
41. Rezvani Moghaddam P., Aminghafuri A., Bakhshae S. and Jafari L. 2013. Evaluation of effect of biofertilizer and organic fertilizer on some quantitative characteristics and amount of oil of *Satureja hortensis* L. Agroecology, 5: 105-112. (In Persian with English summary).
42. Sabet Teymoori M. 2013. Study of ecological characteristics of *Hymenocrater platystegius* Rech.f. in natural areas and domestication of it in low input agricultural systems. Ph.D thesis of Crops Ecology, Faculty of agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English abstract).
43. Sadeghi A.A., Kalarestaghi K. and Haj Mohammadnia Ghalibaf K. 2014. Effect of urea fertilizer and vermicompost on quantitative and qualitative yield of *Altheae officinalis* L. Agroecology, 6: 42-50. (in Persian with English summary).
44. Saeednejad A.H. and Rezvani Moghaddam P. 2010. Effect of compost, vermicompost and cattle manure on yield, yield components and oil content of *Cuminum cyminum*. Journal of Horticultural Science, 24: 142-148. (in Persian with English summary).
45. Saglam C., Atakisi I., Turhan H., Kaba S., Arslanoglu F. and Onemli F. 2004. Effect of propagation method, plant density, and age on lemon balm (*Melissa officinalis*) herb and oil yield. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 32: 419-423.
46. Sayyah M., Boostani H., Pakseresht S. and Malaieri A. 2009. Efficacy of aqueous extract of *Echium amoenum* in treatment of obsessive-compulsive disorder. Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry, 33: 1513-1516.
47. Sharma A.K. 2002. A handbook of organic farming. Publication Agrobios, India.
48. Vessey J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil, 255: 571-586.
49. Zhang Sh., Liao X., Zhang Ch. and Xu H. 2012. Influences of plant density on the seed yield and oil content of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Industrial Crops and Products, 40: 27-32.



اثر اسانس‌های گیاهی آویشن و مرزه بر کیفیت و عمر گل‌جایی گل بریده نرگس رقم 'شهلا' (*Narcissus tazetta* L. cv. Shahla)

ایمان بنی‌نعیم^{۱*} - داوود صمصام‌پور^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۶

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثر اسانس‌های گیاهی آویشن و مرزه بر کیفیت و عمر گل‌جایی گل بریده نرگس، در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل: شاهد (آب مقطر)، اسانس مرزه در دو سطح ۵۰ و ۱۰۰ پی پی ام و اسانس آویشن در دو سطح ۱۰۰ و ۲۰۰ پی پی ام بود. دمای آزمایشگاه 20 ± 2 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی آن 70 ± 5 درصد بود. صفات مورد ارزیابی شامل: وزن تر گل، میزان جذب محلول نگهدارنده، پژمردگی گل، میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز و عمر گل‌جایی می‌باشند. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. نمودارها و جدول‌ها با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم گردید. نتایج حاصل نشان داد که تیمار ۵۰ پی پی ام مرزه سبب بهبود جذب محلول و عمر گل‌جایی گل‌ها و کاهش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز شد. در مقابل، تیمار ۲۰۰ پی پی ام آویشن با صدمه به ساقه گل سبب کاهش کیفیت و عمر گل‌جایی شد. نتیجه‌گیری کلی این که تیمار اسانس مرزه در غلظت ۵۰ پی پی ام نسبت به اسانس آویشن عمر گل‌جایی گل‌های نرگس را بیشتر افزایش داد و به نظر می‌رسد برای استفاده‌های تجاری مناسب‌تر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آسکوربات پراکسیداز، پژمردگی گل، جذب محلول، وزن تر

(۲۱)

مقدمه

در پژوهشی، گل‌های بریده رز ابتدا با نیترات نقره (۲ میلی‌گرم در لیتر) و کلرید کلسیم (۱ درصد) به مدت ۲۴ ساعت تیمار کوتاه مدت شدند و بعد در محلول‌های حاوی ۲ میلی‌گرم در لیتر اسانس آویشن، مرزه، زنیان و آب مقطر (شاهد) + ساکارز ۲ درصد، قرار گرفتند. نتایج حاصل بیانگر آن بود که استفاده هم‌زمان آویشن و نیترات نقره با افزایش جذب محلول نگهدارنده سبب بهبود قطر و وزن گل می‌شود و همچنین، پژمردگی گل‌ها و برگ را کاهش می‌دهد. بنابراین عمر گل‌جایی به طور معنی‌داری در این تیمار در مقایسه با شاهد افزایش یافت. در مقابل، پیش تیمار کلرید کلسیم و متعاقب آن نگهداری در اسانس‌های گیاهی با صدمه به ساقه گل، ویژگی‌های مربوط به کیفیت گل بریده رز و عمر گل‌جایی آن را کاهش داد (۱۷).

در آزمایشی دیگر تاثیر اسانس‌های آویشن، زنیان و مرزه با غلظت‌های (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ پی پی ام) روی عمر گل‌جایی گل میخک مورد بررسی قرار گرفت. اسانس‌ها در تمامی غلظت‌ها عمر گل‌جایی میخک را افزایش دادند. در این بین اسانس مرزه (۱۰۰ پی پی ام) بیشترین تاثیر را در افزایش عمر گل‌جایی (۴/۴ روز) نسبت به شاهد داشت (۵). در آزمایش دیگری، اثر عصاره‌های گیاهان دارویی (نعناع، آویشن، مرزه و رزماری) در غلظت‌های (۱، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد) روی عمر پس از برداشت گل بریده رز بررسی شد، نتایج نشان

افزایش کیفیت و طول عمر گل‌های بریده، یکی از مباحث مهم در فیزیولوژی پس از برداشت و صنعت گلکاری است. امروزه پرورش گل نرگس (*Narcissus tazetta* L.) به یک صنعت اشتغال‌زا و ارزآور تبدیل شده است و تلاش‌های فراوانی جهت بالابردن کمیت و کیفیت این گل در حال انجام است. گل‌های تازه برداشت شده نرگس از انواع پیازی بهار گل، بسیار جذاب بوده ولی عمر کوتاهی در حدود ۸-۴ روز دارد (۴). در دهه‌های اخیر، در راستای حذف یا کاهش استفاده از ترکیبات سنتزی، تحقیقات زیادی برای جایگزینی مواد شیمیایی با طبیعی انجام شده و گزارش‌های متعددی نشان می‌دهد که گیاهان دارویی، دارای ترکیباتی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی یا آنتی‌رادیکالی می‌باشند (۱۶).

گیاهان دارویی منابع غنی از متابولیت‌های ثانویه بسیاری از مواد دارویی می‌باشند، که یک یا برخی از اندام‌های آن‌ها حاوی ماده‌ی مؤثره است. این مواد مؤثره که کمتر از یک درصد وزن خشک گیاه را تشکیل می‌دهد، دارای خواص دارویی مؤثر بر موجودات زنده می‌باشند

۱ و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و عضو هیأت علمی رشته باغبانی (فیزیولوژی پس از برداشت)، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه هرمزگان
(Email: Baninaeim02@gmail.com) *نویسنده مسئول

استخراج اسانس

اسانس‌گیری به روش تقطیر با بخار آب توسط دستگاه کلونجر انجام شد، به این صورت که میزان ۸۰ گرم از پودر گیاهی (شامل شاخه و برگ) را در بالن کلونجر ریخته و ۴۰۰ سی سی آب مقطر به آن اضافه گردید، سپس بالن روی هیتر با دمای ۷۰ درجه قرار گرفت، مدت زمان اسانس‌گیری سه ساعت در نظر گرفته شد.

وزن تر گل

وزن تر گل (بر حسب گرم) با استفاده از ترازوی حساس مدل GF-4000، به صورت یک روز در میان و با اندازه‌گیری وزن کل (وزن گلدان، محلول و گل) و وزن محلول + گلدان و کسر این دو از هم در روز اول به دست آمد و در روزهای بعد نیز به همین صورت انجام شد.

میزان جذب محلول

برای اندازه‌گیری میزان محلول جذب شده هر دو روز یک بار گلدان‌های حاوی محلول توزین شدند. به دلیل بالا بودن رطوبت محیط (بالای ۷۰ درصد)، تبخیر از سطح محلول بسیار کم صورت می‌گیرد و قابل اغماض می‌باشد. به همین دلیل از پوشاندن سطح گلدان‌ها برای جلوگیری از تبخیر سطحی چشم‌پوشی شد. برای محاسبه میزان محلول جذب شده از روش چمنی و همکاران (۸) استفاده گردید:

$$(mL day^{-1} g^{-1} FW) = (S_{t-1} - S_t) / W_{t=0}$$

که در آن S_t = وزن محلول (g) در روز صفر، ۲، ۴، ...، S_{t-1} = وزن محلول (g) در روز پیشین و $W_{t=0}$ وزن تر ساقه در روز صفر بود.

درصد پژمردگی گل

برای اندازه‌گیری درصد پژمردگی گل‌ها، تک تک گل‌های بریده از لحاظ پژمردگی مورد بررسی قرار گرفتند و به هر کدام از آن‌ها با توجه به درصد پژمردگی نمره‌هایی از صفر تا ۵ داده شد (۰ = بدون علائم پژمردگی، ۱ = ۲۰ درصد پژمردگی، ۲ = ۴۰ درصد پژمردگی، ۳ = ۶۰ درصد پژمردگی، ۴ = ۸۰ درصد پژمردگی و ۵ = ۱۰۰ درصد پژمردگی). سپس با استفاده از رابطه زیر درصد پژمردگی اندازه‌گیری شد (۱۷).

$$(\times 5 \text{ تعداد نمونه برداری}) / (100 \times \text{مجموع نمره ها}) = \text{درصد پژمردگی}$$

داد غلظت‌های یک درصد نعنار و ۷/۵ درصد مرزه، عمر پس از برداشت گل بریده رز را در مقایسه با شاهد کاهش داد (۱۳). سوری و همکاران (۲۷)، کوار و همکاران (۷)، گالاک و همکاران (۹) در مطالعات خود، با استفاده از آزمایش‌های مختلف، فعالیت آنتی‌اکسیدانی مناسبی را برای اسانس و عصاره مرزه گزارش کردند (۲۲).

از آن‌جا که تا کنون تحقیقات محدودی در مورد اثر اسانس‌های گیاهی روی ویژگی‌های گل نرگس انجام شده است، بنابراین از اهداف این پژوهش می‌توان به بررسی اثر اسانس گیاهان دارویی (آویشن و مرزه) بر عمر گل‌جایی و ویژگی‌های پس از برداشت گل نرگس (وزن تر، میزان جذب محلول و ...) و تعیین مناسب‌ترین غلظت اسانس، برای بهبود عمر گل‌جایی اشاره کرد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

در این طرح گل‌های نرگس، از نرگس‌زارهای بخش خفر، از توابع شهرستان جهرم واقع در جنوب شرقی استان فارس، با مختصات جغرافیایی ۲۸ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و با ۱۳۳۰ متر ارتفاع از سطح دریا، در بهمن ماه ۱۳۹۳ برداشت شدند. نمونه‌های گیاه آویشن شیرازی از ارتفاعات جنوبی روستای محمدآباد، بخش فورگ شهرستان داراب از توابع استان فارس، با مختصات جغرافیایی ۲۸ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۵ درجه و ۱۱ دقیقه طول شرقی و ۸۷۹ متر ارتفاع از سطح دریا، در شهریورماه سال ۱۳۹۳ برداشت شدند و نمونه‌های گیاه مرزه، از مزارع روستای جنگل آباد، واقع در شهرستان جیرفت استان کرمان، با مختصات جغرافیایی ۲۸ درجه و ۳۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۷ درجه و ۴۷ دقیقه طول شرقی با ارتفاع ۶۴۶ متر از سطح دریا، در آذر ماه ۱۳۹۳ جمع‌آوری گردید.

محل و روش انجام آزمایش

این آزمایش در آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه هرمزگان در زمستان سال ۱۳۹۳، در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. تیمارها شامل: شاهد (آب مقطر)، اسانس مرزه در دو سطح ۵۰ و ۱۰۰ پی پی ام و اسانس آویشن در دو سطح ۱۰۰ و ۲۰۰ پی پی ام بود. گل‌ها در طول آزمایش، در دمای 20 ± 2 درجه سانتی‌گراد و رطوبت 70 ± 5 درصد نگهداری شدند. ویژگی‌های پس از برداشت شامل: وزن تر گل، میزان جذب محلول، درصد پژمردگی گل، میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز و در انتهای آزمایش عمر گل‌جایی اندازه‌گیری شدند.

جدول ۱- تجزیه واریانس برخی صفات در گل‌های بریده نرگس رقم 'شاهلا'

Tabal 1- Analysis of variance for some traits in cut flowers of *Narcissus tazetta* L. cv. Shahla

منابع تغییرات Source of Variations	درجه آزادی DF	وزن تر گل Fresh Weight	جذب محلول Solution Uptake	پژمردگی گل Flowers Wilting	آسکوریات پراکسیداز APX	عمر گلجایی Vase Life
تیمار Treatment	4	10.75 ^{ns}	1593.14 [*]	81.63 ^{ns}	1156850.63 [*]	6.589 [*]
خطا Error	10					
ضریب تغییرات CV		7.62%	1.65%	10.11%	16%	3.08%

* اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪، ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار
*significant differences (P<0.05), ns No significant differences

تجزیه و تحلیل داده‌ها

این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. داده‌ها پس از جمع‌آوری، مرتب شده و با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت، شکل‌ها نیز با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم گردید.

نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱)، اثر تیمارهای اسانسی بر صفات جذب محلول، آسکوریات پراکسیداز و عمر گل-جایی در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD معنی‌دار شد و صفات وزن تر گل و پژمردگی گل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نبودند.

میزان جذب محلول

با توجه به جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) اثر تیمار بر میزان جذب محلول در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD معنی‌دار شد. (شکل ۱) نشان می‌دهد که بیشترین جذب محلول (۴۶۵/۷۹ ml) در تیمار ۵۰ پی پی ام مرزه مشاهده شد هر چند با تیمارهای شاهد، مرزه با غلظت ۱۰۰ پی پی ام و آویشن با غلظت ۱۰۰ پی پی ام، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار نداشت. کمترین جذب محلول (۴۰۸/۶۲ml) مربوط به تیمار ۲۰۰ پی پی ام آویشن بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد و سایر تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد.

هی و همکاران (۱۲)، گزارش کردند که S-کاروون (ماده مؤثره اسانس مرزه) در غلظت‌های ۰/۳۱۸ و ۰/۶۳۶ میلی-مولار، باعث

آسکوریات پراکسیداز

به منظور استخراج و اندازه‌گیری آسکوریات پراکسیداز، گلبرگ‌های گل را که در نیتروژن مایع منجمد شده بودند، در هاون چینی ریخته و به خوبی کوبیده شدند تا به صورت پودر نرم در آید. ۰/۱ گرم از گلبرگ‌های پودر شده بلافاصله به میکروتیوپ‌های ۱/۵ سی‌سی دارای برچسب با ذکر مشخصات منتقل گردید. با افزودن یک میلی لیتر از بافر استخراج به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۱۴۰۰۰ rpm در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، سانتریفیوژ شدند. بعد از اتمام سانتریفیوژ عصاره رویی با استفاده از سمپلر^۱ برداشته و به میکروتیوپ‌های دیگری با همان حجم منتقل شدند. از این عصاره برای سنجش آسکوریات پراکسیداز استفاده شده است. برای اندازه‌گیری پیشرفت واکنش آنزیمی در زمان، از دستگاه طیف سنج مدل Unic Uv-2100 استفاده گردید. اگر تغییرات جذب علیه زمان (OD/min) را به ثابت cm^{-1} $2/8 \text{ mM}^{-1}$ تقسیم کنیم فعالیت آنزیمی بر حسب Units / mg مدت زمان یک دقیقه و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به دست می‌آید (۲۰).

$$\text{Units / mg} = \frac{\text{OD 290/min}}{2.8 \times \text{mg protein/ml reaction Mix}}$$

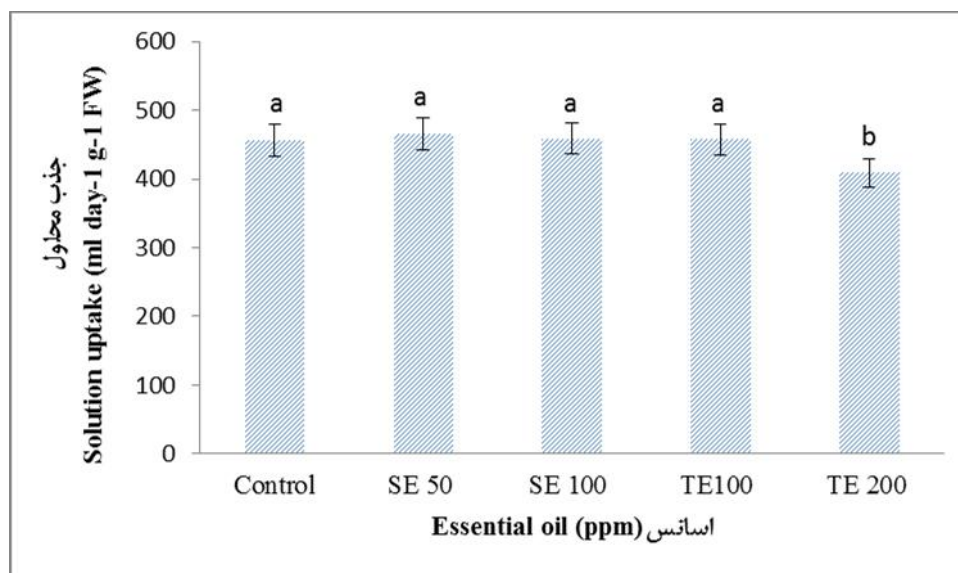
عمر گل‌جایی

طول عمر گل با مشاهده نشانه‌هایی مثل تغییر رنگ گلبرگ‌ها، پژمردگی گلبرگ‌ها و پلاسیدگی آن‌ها به میزان ۸۰ درصد که باعث از دست دادن بازار پسندی گل‌ها می‌شوند، ارزیابی شد. بر این اساس طول عمر گل‌ها در هر تیمار به طور جداگانه بررسی و یادداشت‌برداری گردید.

¹-Sampler

چوبی یکی از دلایل پیری زود هنگام و سریع گل‌های بریده است (۶). وجود باکتری‌ها در محلول گل‌جایی، باعث ورود آن‌ها همراه با آب به داخل ساقه گیاه و تجمع آن‌ها در سطح بریده و آوندهای چوبی می‌شود و در نهایت افزایش تعداد آن‌ها در ساقه گیاه منجر به کاهش جذب آب می‌گردد.

افزایش جذب محلول گلدانی و وزن تر نسبی گل‌های بریده گریولا نسبت به شاهد شد. در آزمایش هاشمی و میردهقان (۱۱)، مشاهده شد که تیمول (ماده مؤثره اسانس آویشن) در غلظت‌های ۷۵ و ۱۲۵ میلی گرم در لیتر در روز آخر آزمایش دارای کمترین جذب محلول بود و با شاهد تفاوت معنی‌داری نشان داد. انسداد باکتریایی آوندهای



شکل ۱- اثر اسانس بر میانگین جذب محلول گل بریده نرگس رقم 'شاهلا'

Figure 1- Effect of essential oils on solution uptake average in cut flowers of *Narcissus tazetta* L. cv. Shahla

Control: شاهد SE: اسانس مرزه (ppm) TE: اسانس آویشن (ppm)

شاخص عمودی موجود در میانگین‌ها معرف خطای استاندارد (SE) می‌باشد

Vertical indexes represent standard error (SE)

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر اسانس بر برخی صفات در گل بریده نرگس رقم 'شاهلا'

Tabal 2- Comparing the essential oils effect on some traits in cut flowers of *Narcissus tazetta* L. cv. Shahla

اسانس	جذب محلول	آسکوربات پراکسیداز	عمر گلجایی
Essential oil (ppm)	Solution uptake (ml day ⁻¹ g ⁻¹ FW)	APX (Units/mg)	Vase Life (day)
شاهد Control	456.25 ^a	465.47 ^b	10.36 ^c
مرزه ۵۰	465.79 ^a	124.85 ^c	12.26 ^a
مرزه ۱۰۰	458.67 ^a	376.78 ^b	11.43 ^b
آویشن ۱۰۰	457.12 ^a	1319.28 ^a	9.53 ^d
آویشن ۲۰۰	408.62 ^b	1529.88 ^a	8.53 ^e

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

The means followed by same letter in each column are not significantly different according to LSD tests ($P < 0.05$)

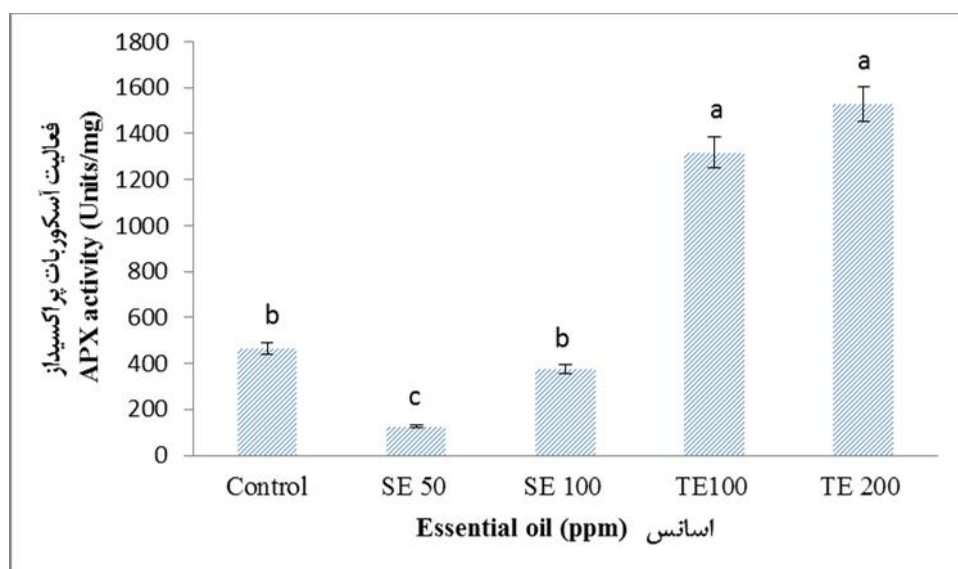
شدن اثر سمی این اکسیژن‌های آزاد می‌گردد و در نتیجه فعالیت این آنزیم از این طریق از پیری گلبرگ‌ها ممانعت می‌کند (۱۸). بی و همکاران (۲۹) گزارش کردند که در آرابیدوپسیس بعد از گلدهی و با نزدیک شدن به زمان پیری، فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز تا پنج برابر افزایش پیدا می‌کند تا پیری به تأخیر بیفتد. شارما و دوسی (۲۳) گزارش کردند فعالیت آنزیم‌های آسکوربات پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز با افزایش شدت تنش خشکی افزایش پیدا می‌کند، این نتایج با نتایج این پژوهش همسویی دارد. فعالیت ویژه آنزیم آسکوربات پراکسیداز در تیمار آبی گیاه جو در طول دوره آزمایش با افزایش سن گیاه به تدریج کاهش پیدا کرد، اما در تیمارهای دیم و خشکی با افزایش سن گیاه تغییر معنی‌داری در فعالیت این آنزیم مشاهده نگردید (۳). با توجه به این امر به نظر می‌رسد آنزیم آسکوربات پراکسیداز می‌تواند نقش مؤثری در مقابله با تنش اکسند ناشی از شرایط کم آبی داشته باشد.

آسکوربات پراکسیداز (APX)

با توجه به جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱)، اثر تیمار بر فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD معنی‌دار شد.

با توجه به (شکل ۲) بیشترین فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (۱۵۲۹/۸۸ Units/mg) در تیمار ۲۰۰ پی پی ام آویشن مشاهده شد که با تیمار ۱۰۰ پی پی ام آویشن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار نداشت، اما با شاهد و سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار نشان داد. کمترین فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (۱۲۴/۸۵ Units/mg) در تیمار ۵۰ پی پی ام مرزه مشاهده شد به طوری که با شاهد و سایر تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار داشت.

اکسیژن آزاد به دست آمده از تجزیه هیدروژن پراکسید (H_2O_2) یکی از عوامل مهم در پیری زودرس گلبرگ‌ها است و از آن جایی که آنزیم آسکوربات پراکسیداز از آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشد، موجب خنثی



شکل ۲- اثر اسانس بر میانگین فعالیت آسکوربات پراکسیداز در گل بریده نرگس رقم 'شاهلا'

Figure 2- Effect of essential oils on ascorbate peroxidase activity in cut flowers of *Narcissus tazetta* L. cv. Shahla

شاهد: Control SE: اسانس مرزه (ppm) TE: اسانس آویشن (ppm)

شاخص عمودی موجود در میانگین‌ها معرف خطای استاندارد (SE) می‌باشد

Vertical indexes represent standard error (SE)

عمر گل‌جایی

با توجه به جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) اثر تیمار بر میانگین عمر گل‌جایی گل بریده نرگس در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD معنی‌دار شد.

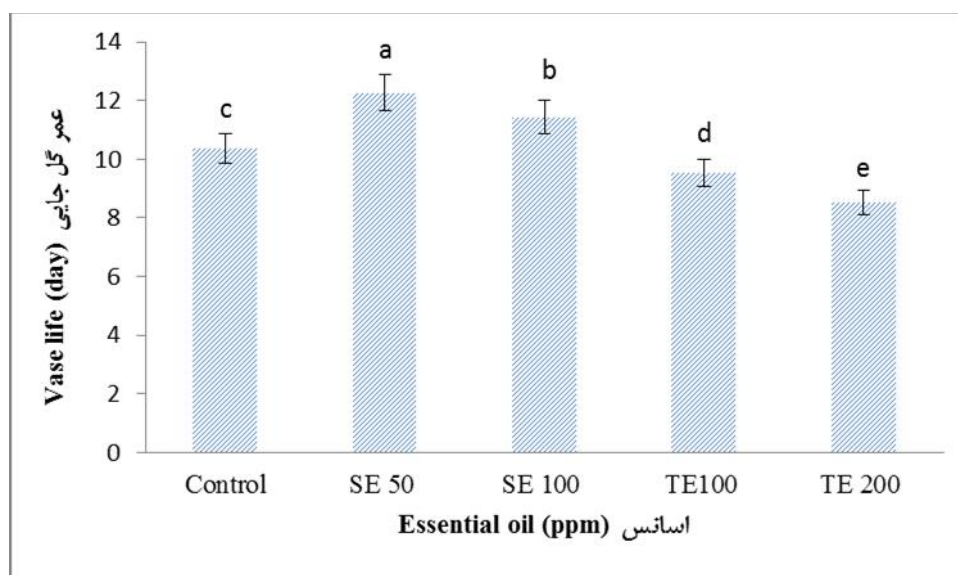
با توجه به شکل ۳، بیشترین عمر گل‌جایی (۱۲/۲۶ روز) در تیمار ۵۰ پی پی ام مرزه مشاهده شد که با تیمار شاهد و سایر تیمارها در

سطح احتمال ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌دار بود. کمترین عمر گل‌جایی (۸/۵۳ روز) در تیمار ۲۰۰ پی پی ام آویشن مشاهده شد که با تیمار شاهد و سایر تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار داشت.

از عوامل مهم در کاهش طول عمر گل‌های بریده، انسداد آوندی در اثر رشد باکتری می‌باشد. (۱۴). در آزمایش بیات و همکاران (۵)

داد که اثر تیمار اسانس آویشن شیرازی بر ماندگاری گل‌های شاخه بریدنی گلابول مثبت بود. گزارش اخیر با یافته‌های سولگی و همکاران (۲۶) مبنی بر تأثیر معنی‌دار تیمار اسانس آویشن شیراز در غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر بر ماندگاری گل ژربرا مطابقت دارد. نتیجه این تحقیقات با نتایج آزمایش پیش رو همسویی ندارد. نتیجه‌گیری کلی این که تیمار اسانس مرزه با غلظت ۵۰ پی پی ام نسبت به هر دو غلظت اسانس آویشن، عمر گل‌جایی گل‌های بریده نرگس را بیشتر افزایش داد و به نظر می‌رسد برای استفاده‌های تجاری مناسب‌تر باشد.

مشاهده شد که کاربرد اسانس‌های گیاهی در همه غلظت‌های مورد استفاده، توانست عمر گل‌جایی گل‌ها را به طور معنی‌داری افزایش دهد، در بین تیمارها اسانس مرزه با غلظت ۱۰۰ پی پی ام بیشترین تأثیر را در افزایش عمر گل‌جایی (۴/۴ روز) داشت. نتیجه این تحقیق در کاربرد اسانس مرزه بر افزایش عمر گل‌جایی با نتایج تحقیق پیش رو مطابقت داشت. سولگی و همکاران (۲۶) نشان دادند که افزودن اسانس کارواکرول و تیمول به محلول نگهدارنده می‌تواند عمر گل‌جایی گل بریده ژربرا را ۶ تا ۷/۵ روز افزایش دهد. آن‌ها نتیجه‌گیری کردند که این تأثیر به ویژگی‌های ضد میکروبی این مواد مربوط می‌گردد. نتایج آزمایش حسن پور اصیل و همکاران (۱۰) نشان



شکل ۳- اثر اسانس بر میانگین عمر گل‌جایی گل بریده نرگس رقم 'شاهلا'

Figure 3- Effect of essential oils on vase life in cut flowers of *Narcissus tazetta* L. cv. Shahla

Control: شاهد SE: اسانس مرزه (ppm) TE: اسانس آویشن (ppm)

شاخص عمودی موجود در میانگین‌ها معرف خطای استاندارد (SE) می‌باشد

Vertical indexes represents standard error (SE)

منابع

1. Abdolahi, A., Hassani, A., Ghosta, Y., Bernousi, I., Meshkatalasadat, MH. 2010. In vitro efficacy of four plant essential oils against *Botrytis cinerea* Pers. Fr. and *Mucor piriformis* A. Fischer. *Journal of Essential Oil Bear Plants*, 13: 97-107.
2. Amini, Z., Haddad, R., and Moradi, F. 2008. Effect of Water stress on Actions of Antioxidant enzymes Reproductive growth stages of Barley (*Hordeum vulgare* L.). *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 46:65-74. (in Persian)
3. Armitage, M.A. 2003. *Speciality cut flower*. Timber Press, 586.
4. Bayat, H., Azizi, M., Shoor, M., Vahdati, N. 2010. Effect of ethanol and essential oils on extending vase life of carnation cut flower (*Dianthus caryophyllus* cv. *yellow candy*). Fifth National Conference New Ideas in Agriculture. (in Persian with English abstract)
5. Bleeksma, H.C., and Van Doorn, W.G. 2003. Embolism in rose stems as a result of vascular occlusion by bacteria. *Postharvest Biology. Technology*, 29:334-340.
6. Cavar, S., Maksimovic, M., Solic, M., Jerkovic- Mujkic, A., Besta, R. 2008. Chemical composition and antioxidant and antimicrobial activity of two *Satureja* essential oils. *Food Chemistry*, 111: 648-653.

7. Chamani, A., Khalighi, A., Joise, D., Irongh, D., Zamani, Z., Mostofi, Y., and Kafie, M. 2005. Effect of Silver thiosulfat and 1- MCP on Physicochemical properties cut rose flowers "Frest red". *Jornal of Science and Technology of Agriculture*. 3:159-170. (in Persian)
8. Gulluce, M., Sokmen, M., Daferera, D., Agyar, G., Ozkan, H., Kartal, N., et al. 2003. In vitro antibacterial, antifungal and antioxidant activities of the essential oil and methanol extracts of herbal parts and callus cultures of *Satureja hortensis* L. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 51: 3958-3965.
9. Hasanpoor asil, M., Alikarimi, H., and Musanejad, S. 2014. Effect of Essential oils, Silver nanoparticles and Chemicals on Vase life of cut *Gladiolus* Flowers (*Gladiolus grandiflora* L.). *Iran Science of Agriculture*. 4:449-460. (in Persian)
10. He, S., Joyce, D.C., Irving, D.E., and Faragher, J.D. 2006. Stemend blockage in cut *Grevillea* 'Crimson Yul-lo' inflorescences. *Postharvest Biology and Technology*, 41: 78-84.
11. Hosseini darvishani, S.S., and Chamani A. 2013. Exploring the possibility of improving the shelf life of cut rose flowers "Red old" by Silver nanoparticles and Chemicals. *Jornal of Science of Agriculture*. Iran. 1:31-41.
12. Ichimura, K., Taguchi, M., and Norikoshi, R. 2006. Extension of the vase life in cut roses by treatment with glucose, isothiazolinonic germicide, citric acid and aluminum sulphate solution. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 40 (3): 263-269.
13. Jalili MR, Hassani, A., Ghosta, Y., Abdollahi, A., Pirzad, A., Sefidkon, F. 2011. Improving postharvest quality of table grape cv 'Rish Baba' using *Thymus Kotschyanus* and *Carum copticum* essential oils. *Journal of Food Safety*, 31: 132-139.
14. Kulisic, T., Radonic, A., Katalinic, V. 2004. Use of different methods for testing antioxidative of oregano essntial oil. *Food Chemistry*, 85: 633 -640.
15. Mortazavi, S.N., Naderi, R., Khalighi, A., Babalar, M., and Allizadeh, H. 2007. The effect of Cytokinin and Calcium on cut flower quality in Rose (*Rosa hybrida* cv. *Illona*). *Journal of Food Agriculture and Environment*, 5:3 & 4:1459-0263.
16. Nakano, Y., and Asada, K. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant and Cell Physiology*, 22: 867-880.
17. Shahnai, M., Khaksar, R. 2013. Antimicrobial effects and determination of minimum inhibitory concentration (MIC) methods of essential oils against pathogenic bacteria. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. Vol. 7, 5: 949-955. (in Persian with English abstract)
18. Shahsavari, N., Barzegar, M., Sahari, M., Naghdibadi, H. 2008. Antioxidant activity and chemical characterization of essential oil of *Bunium persicum*. *Plant Food Hum Nutr*, 63: 183-188.
19. Sharma, P., and Dubey, R.S. 2005. Drought induces oxidative stress and enhances the activities of antioxidant enzymes in growing rice seedlings. *Plant Growth Regulation*, 46: 209-221.
20. Shirzad, H., Hassani, A., Ghosta, Y., Abdollahi, A., Finidokht, R., Meshkatsadat, M.H. 2011. Investigation the possibility use of natural plant extracted compounds to reduce postharvest gray mould (*Botrytis cinerea* Pers. Fr.) of kiwifruits (*Actinidia deliciosa*) during storage. *Journal of Plant Protect Research*, 51: 1-6.
21. Sobhani, M.A. 2000. Effect of Chemical treatments on Extending Vase life of cut *Chrysanthemums* flowers. A Thesis M.Sc. Gilan University.
22. Souri, E., Amin, G., Dehmobed-Sharifabadi, A., Nazifi, A., Farsam, H. 2004. Antioxidative activity of sixty plants from Iran. *Iranian Journal of Phars Research*, 3(1): 55-9.
23. Voda, K., Boh, B., Vrta-cnik, M., Pohleven, F. 2003. Effect of the antifungal activity of oxygenated aromatic essential oil compounds on the whiterot *Trametes versicolor* and the brown-rot *Coniophora puteana*. *International. Biodegr.*, 51: 51-59.
24. Ye, Z., Rodriguez, R., and Tran, A. 2000. The development transition of flowering represses ascorbate peroxidase activity and induces enzymatic lipid peroxidation in leaf tissue in *Arabidopsis thaliana*. *Plant science*, 158: 115-127.



بررسی مقاومت به سرمازدگی جوانه‌های رویشی و زایشی ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گلابی در شرایط آب و هوایی مشهد

شادان خورشیدی^۱ - غلامحسین داوری نژاد^{۲*} - لیلا سمیعی^۳ - محمد مقدم^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۰۶

چکیده

گلایی بدلیل باز شدن زودتر جوانه‌های گل نسبت به سیب به سرمازدگی حساس‌تر می‌باشد. به دنبال سرمای ۶/۶- درجه سانتی‌گراد هشتم اسفند سال ۱۳۹۲ ارزیابی مقاومت به سرمازدگی در ۲۳ ژنوتیپ معروف به گلایی درگزی و ارقام دیگر گلایی شامل بل دی جون، اسپادانا، کوشیا، دم کج، فرنکی، ترش و تبریزی در شرایط آب و هوایی مشهد انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. میزان سرمازدگی جوانه‌های رویشی و زایشی ژنوتیپ‌های گلایی درگزی و سایر ارقام با روش هدایت الکتریکی، تعیین میزان پرولین در جوانه‌های زایشی و مشاهدات ظاهری بررسی گردید. بالاترین هدایت الکتریکی جوانه‌های زایشی در ژنوتیپ‌های درگزی شماره ۱۰ و ۱۹ و ارقام ترش و تبریزی و پایین‌ترین هدایت الکتریکی در ژنوتیپ‌های درگزی ۸ و ۱۸ و رقم بل دی جون مشاهده شد. بیشترین هدایت الکتریکی جوانه‌های رویشی در ژنوتیپ‌های درگزی ۱۰ و ۱۹ و کمترین در ژنوتیپ درگزی ۲۱ و ارقام فرنکی و کوشیا مشاهده گردید. ژنوتیپ درگزی ۲۰ بالاترین میزان پرولین (۲۱ میکرو مول بر گرم) و ژنوتیپ‌های درگزی ۲، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ و رقم اسپادانا مقدار ناچیزی پرولین (۰/۱ میکرو مول بر گرم) در جوانه‌های زایشی داشتند. همبستگی مثبت معنی‌داری بین میزان پرولین و هدایت الکتریکی مشاهده نشد. بر اساس تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش WARD ژنوتیپ‌ها و ارقام در ۲ گروه مختلف قرار گرفتند. ارقام و ژنوتیپ‌های گروه دوم آسیب ظاهری، هدایت الکتریکی و میزان پرولین بیشتری داشتند. به طور کلی با توجه به نتایج این آزمایش، ژنوتیپ‌های درگزی مقاومت‌های متفاوتی به سرمازدگی نشان دادند که ممکن است منشا ژنتیکی متفاوت و یا ناشی از جهش در کلون‌های این رقم باشد.

واژه‌های کلیدی: پرولین، سرمازدگی، درگزی، نشت یونی

مقدمه

می‌توان به بیماری‌ها خصوصاً آتشک و سرمازدگی‌های بهاره و زمستانه اشاره کرد. ارقام مهم گلایی تفاوت‌های زیادی از لحاظ مقاومت به سرما نشان می‌دهند (۱۰، ۱۶، ۲۹). آسیب سرمازدگی در درختان میوه معتدله زمانیکه دما به زیر صفر می‌رسد، رخ می‌دهد. دمای پایین یکی از مهم‌ترین استرس‌های غیر زنده است و از فاکتورهای محدود کننده تولید درختان میوه، خصوصاً درختان میوه مناطق معتدله می‌باشد که بر بقاء، رشد، تولید مثل و توزیع جغرافیایی آنها تأثیرگذار است (۱۸).

تشکیل یخ در دمای پایین علت عمده آسیب سرمازدگی در درختان میوه خزان‌دار می‌باشد (۳۰). سازگاری به سرما و بدنبال آن افزایش مقاومت به سرما بطور ژنتیکی کنترل می‌شود و چندین مکانیزم که منجر به تولید متابولیت‌های مختلف از جمله: پلی پپتیدها، آمینواسیدها و قندها می‌شود را بر می‌گیرد (۲۰). هر یک از گونه‌های گیاهی دمای تحمل متفاوتی دارند. اثر سرما با تحریک فیزیولوژیکی نشان داده می‌شود، بدنبال این فرایند بسیاری از تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی اتفاق می‌افتد که شامل: افزایش میزان

گلایی یکی از مهم‌ترین میوه‌های مناطق معتدله است. تاریخچه کشت گلایی حداقل به ۳۰۰۰ سال پیش بر می‌گردد (۲۸). از بین گونه‌های پیروس^۴ تنها *P. communis* L. بطور عمده کشت می‌شود. جنس پیروس احتمالاً از آسیای مرکزی، مناطق کوهستانی غربی و جنوبی چین، از آسیای صغیر تا هندوستان و سپس در جهت غرب و شرق مرکز اولیه گسترده شدند (۳۵). تولید گلایی به طور قابل ملاحظه‌ای در سال‌های اخیر کاهش یافته است. از جمله علل آن

۱- دانشجوی دکتری علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- به ترتیب استاد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*) نویسنده مسئول: Email: davarynej@um.ac.ir
۳- استادیار گروه پژوهشی گیاهان زینتی، پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

اندازه‌گیری نشت الکترولیت (EC)

نشت الکترولیت از از روش (6) اصلاح شده توسط (۲۴) اندازه‌گیری شد. ابتدا جوانه‌های رویشی و زایشی هر رقم بطور مجزا جدا شدند و به قطعات ۱ سانتی‌متری تقسیم و به داخل ویال‌ها ریخته شدند و ۲۵ سی‌سی آب مقطر به هر ویال اضافه شد. ویال‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای آزمایشگاه روی شیکر قرار گرفتند، سپس نشت الکترولیت اولیه آن‌ها (C_i) توسط EC متر دیجیتالی مدل متروم ۶۴۴ اندازه‌گیری شد. سپس به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد اتوکلاو شدند و بعد از ۱۲ ساعت EC کل (C_{autocl}) آن‌ها اندازه‌گیری و درصد نشت الکترولیت نسبی (ECr) از معادله زیر بدست آمد:

$$ECr = (C_i / C_{autocl}) \times 100.$$

اندازه‌گیری پرولین

مقدار ۰/۱ گرم جوانه زایشی را در هاون چینی همراه با ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوسالسیلیک ۳/۳ درصد ابتدا به خوبی سائیده و در مرحله بعد ۲ میلی‌لیتر از معرف ناین هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال (خالص) به هر یک از لوله‌های محتوی عصاره و یا استاندارد افزوده شد. قبلاً معرف ناین هیدرین با مخلوط نمودن ۱/۲۵ گرم ناین هیدرین به اضافه ۲۰ میلی‌لیتر اسید فسفریک ۶ مولار و همچنین ۳۰ میلی‌لیتر اسید استیک خالص و سپس حل نمودن آن‌ها در حمام آب گرم آماده شد. لوله‌ها به مدت یک ساعت در حمام آب جوش (بن ماری) در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس به منظور خنک شدن به داخل مخلوط آب و یخ منتقل شدند. در این مرحله و در زیر هود ۶ میلی‌لیتر تولوئن به هر یک از لوله‌های آزمایش افزوده و به مدت ۱۵ تا ۲۰ ثانیه شدیداً تکان داده شدند. در نهایت میزان جذب نور در طول موج ۵۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر قرائت شد (۴). میزان پرولین موجود بر حسب میکرومول در هر گرم وزن تر از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$\text{مصرفیتولونمیزان (میلی لیتر)} \times \text{هر میکرو لیتر در پرولین میکرو گرم} = \frac{1}{1} \times \text{میکرو مول پرولین در هر گرم وزن تر}$$

مشخصات آماری طرح

این آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۲۳ ژنوتیپ معروف به گلابی درگزی و سایر ارقام شامل دم کج، ترش، تبریزی، فرنگی، اسپادانا، کوشیا، بل دی جون در سه تکرار انجام شد. تجزیه آماری و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای Excell و MSTATC انجام شد. مقایسه میانگین‌ها، براساس حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام گرفت. تجزیه خوشه‌ای داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 16 انجام شد.

قند، پروتئین‌های محلول، آنزیم‌های آنتی اکسیدانی، پرولین، کلروفیل فلورسانس، ظهور ایزوفرم‌های جدیدی از پروتئین‌ها و تغییرات ترکیب لیپیدی غشاء که به عنوان سازگاری به سرما نامیده می‌شوند (۱۶). سرمازدگی بر غشای سلولی تأثیر می‌گذارد و آن را می‌شکند و باعث افزایش نشت مواد محلول از سلول‌های آسیب دیده می‌شود، این نشت الکترولیتی را می‌توان به عنوان هدایت الکتریکی (EC) محیط اندازه‌گیری کرد. اندازه‌گیری EC یک روش ساده، سریع، موثر و قابل اطمینان برای گزینش ارقام مقاوم می‌باشد. تجمع پرولین آزاد غالباً در گیاهان در معرض استرس‌های محیطی مشاهده می‌شود و با افزایش مقاومت گیاهان به سرما همراه است. یکی از اهداف مهندسی ژنتیک دستیابی به مقاومت به سرمازدگی از طریق افزایش سطوح سینتوپلاسمی ملکول‌های کوچک با خاصیت حفاظت اسمزی می‌باشد (۶).

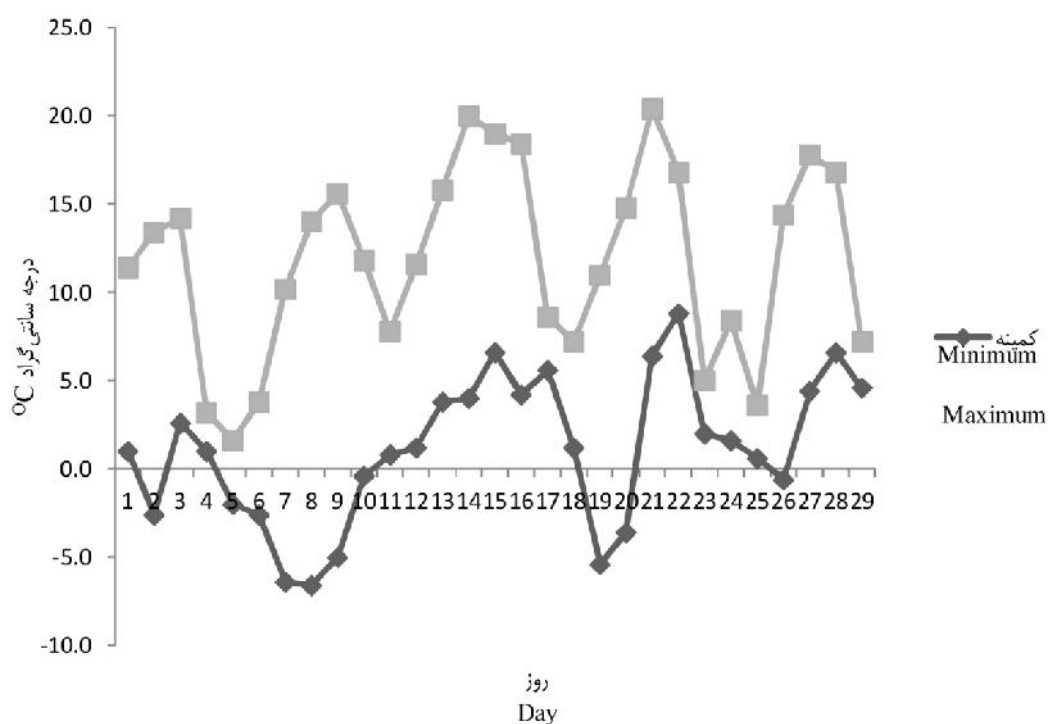
این پژوهش به منظور بررسی مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف معروف به گلابی درگزی و سایر ارقام گلابی به سرمای زمستان سال ۱۳۹۲ در شرایط آب و هوایی مشهد صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه واکنش ۲۳ ژنوتیپ معروف به گلابی درگزی که از لحاظ مورفولوژیکی با هم متفاوتند ولی معروف به درگزی می‌باشند بررسی شد. علاوه بر این سایر ارقام شامل دم کج، ترش، تبریزی، فرنگی، اسپادانا، کوشیا، بل دی جون، سبری در این تحقیق ارزیابی شدند. مواد گیاهی شامل جوانه‌های رویشی و زایشی شاخه‌های جمع‌آوری شده ارقام از باغ بود. شاخه‌ها از درختان ۲۵ ساله بر روی پایه بذری گلابی از باغ استقلال واقع در ۴۳ کیلومتری شمال غربی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه و در ارتفاع ۹۹۰ متری از سطح دریا در اسفند ماه و ۴ روز بعد از وقوع سرمای طبیعی ۶/۶- درجه سانتی‌گراد که به مدت ۳ روز در منطقه اتفاق افتاد، جمع‌آوری و به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد منتقل شدند. دمای کمینه و بیشینه اسفند ماه در شکل ۱ گزارش شده است.

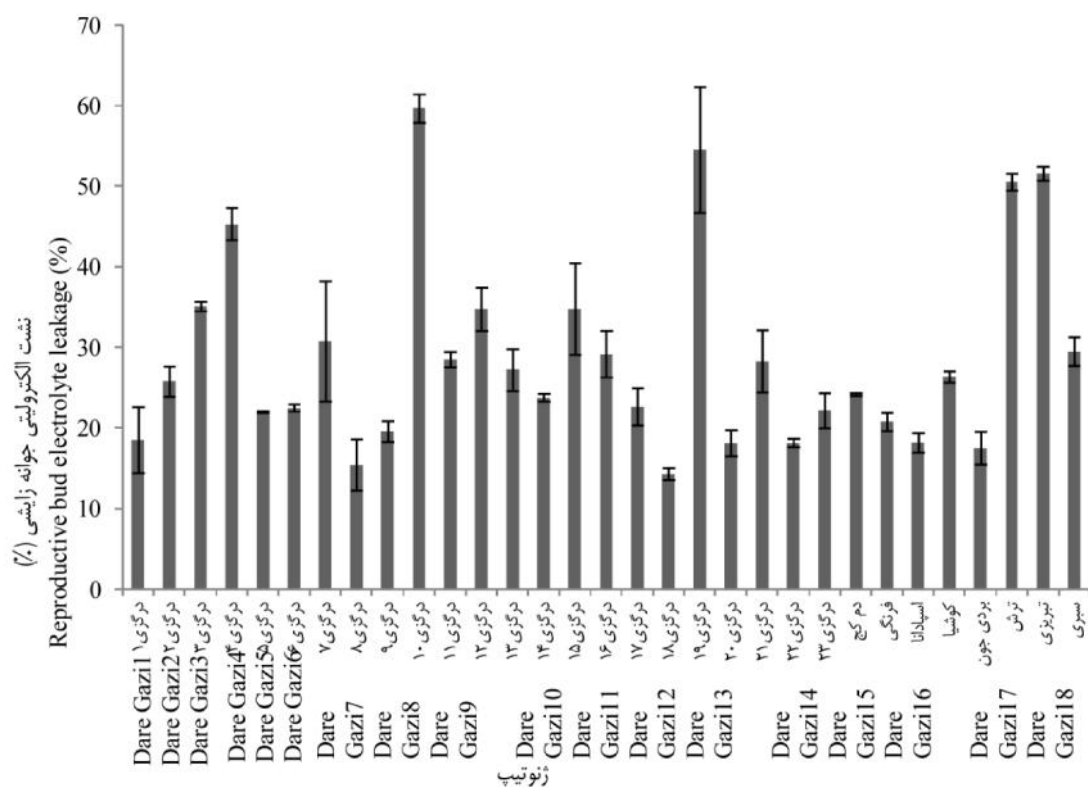
مشاهدات ظاهری آسیب دیدگی

تعداد ۲۰ عدد جوانه رویشی وزایشی از هر رقم بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در دمای آزمایشگاه بر اساس میزان خسارت وارده جهت مشاهدات چشمی مورد بررسی قرار گرفتند و در سه گروه: ۱ جوانه‌های سالم (بدون آسیب دیدگی)، ۲ جوانه‌های نیمه سالم (دارای رگه‌های قهوه‌ای) و ۳ جوانه‌های کاملاً آسیب دیده (مرکز جوانه کاملاً قهوه‌ای) دسته‌بندی شدند.



شکل ۱- دمای کمینه و بیشینه طی اسفند ماه ۱۳۹۲ در مشهد

Figure 1- Minimum and maximum temperatures (°C) during March 2014 at Mashhad



شکل ۲- نشت الکترولیت جوانه‌های زایشی در ژنوتیپ‌ها و ارقام گلابی

Figure 2- Reproductive buds electrolyte leakage (%) of some pear genotypes and cultivars

جدول ۱- ضریب همبستگی (r) نشت الکترولیت با درصد آسیب دیدگی و میزان پرولین در جوانه‌های ارقام و ژنوتیپ‌های گلابی
Table 1- Correlation coefficient (r) of electrolyte leakage with damage and proline of some pear genotypes and cultivars buds

جوانه رویشی Vegetative Bud	جوانه زایشی Reproductive Bud	آسیب دیدگی Damage
-0.31	0.27	
	-0.24	پرولین Proline

نتایج و بحث

جوانه‌های زایشی

نشت الکترولیت نسبی

همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، بالاترین میزان نشت الکترولیت نسبی (۵۹/۶۶ درصد) مربوط به ژنوتیپ درگزی ۱۰ بود. البته تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ درگزی ۱۹، رقم تبریزی و ترش نداشت. ژنوتیپ ۱۸، ۸ درگزی و رقم گلابی بل دی جون کمترین مقدار نشت الکترولیت نسبی را دارا بودند که تفاوت بین ژنوتیپ‌های درگزی را نشان می‌دهد. آزمون نشت الکترولیتی بر پایه اصولی است که صدمه به غشاهای سلولی منجر به افزایش نشت الکترولیت‌ها (عمدتاً K^+) از سلول می‌شود و تغییرات در غشاهای سلولی یعنی محل آسیب اولیه را اندازه‌گیری می‌کند. سالایی و همکاران (۳۴) دریافتند که جوانه‌های زایشی حساس‌ترین قسمت درخت بودند. دآوری‌نژاد و همکاران (۸) بیان کردند که حساس‌ترین اندام ژنوتیپ‌های گردو به ترتیب جوانه‌های ماده، نر، رویشی، شاخه‌های یکساله و در نهایت شاخه‌های دو ساله بودند.

وضعیت ظاهری

بیشترین درصد جوانه‌های زایشی سالم (۸۳/۳۶٪) در ژنوتیپ درگزی ۲۳ مشاهده شد و بالاترین درصد جوانه‌های آسیب دیده را رقم گلابی فرنگی (۹۶٪) متحمل شد (شکل ۳). معمولاً بافت‌های سرمازده بعلت اکسیداسیون پلی فنول‌ها رنگ قهوه‌ای یا مایل به زرد دارند. در سطح ماکرو، کاهش یکپارچگی غشای سلولی بصورت ظاهری نرم و آبگشده مشخص می‌شود (۱۴). علائم ظاهری آسیب سرمازدگی بین ارقام و گونه‌های گیاهی همچنین بین اندام‌ها و بافت‌های مختلف متغیر است (۲۰). گندر و توس (۱۱) سرمازدگی ۱۳ رقم گلابی را از طریق مشاهدات میکروسکوپی جوانه گل ارزیابی کردند و رقم پاکهامز تریومف^۱ را در شرایط اکولوژیکی مجارستان مقاوم یافتند. هاتی و همکاران (۱۳) با مشاهده چشمی جوانه‌ها دریافتند حساس‌ترین رقم گلابی به دمای پایین در طی اندودرمسی و

اکودرمسی رقم کیسر^۲ بود. در مطالعات خورشیدی و همکاران (۱۹) جوانه‌های زایشی گلابی رقم قدومی کمترین آسیب را به سرما متحمل شد. در پژوهش موسوی و همکاران (۲۷) تفاوت بالایی بین ژنوتیپ‌های مختلف بادام در مقاومت به سرمای بهاری در مراحل یکسان فنولوژیکی مشاهده شد. ژنوتیپ D99 بادام بیشترین میزان سرمازدگی و ژنوتیپ G19 کمترین آسیب را دید.

جوانه‌های رویشی

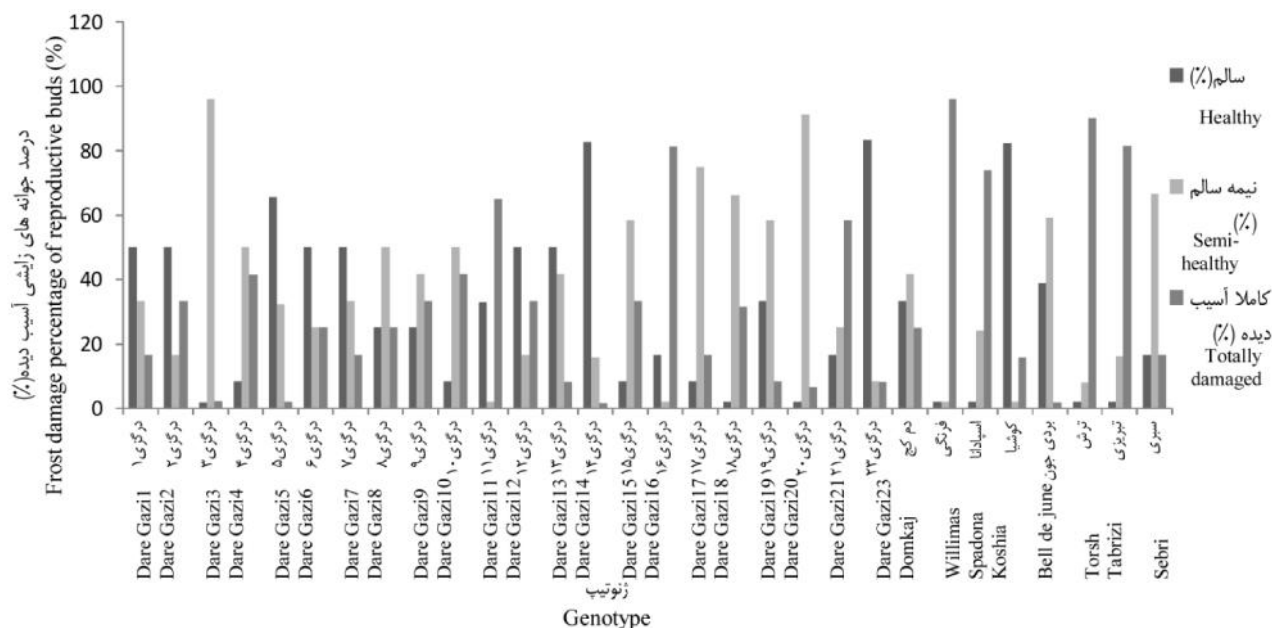
نشت الکترولیت نسبی

ژنوتیپ درگزی ۱۹ بیشترین میزان نشت الکترولیت نسبی (۷۴/۴۷٪) را داشت که تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ‌های درگزی ۲۰، ۱۰ و ۳ نداشت کمترین مقدار نشت الکترولیت نسبی مربوط به رقم فرنگی (۲۴/۷۵٪) بود که حاکی از مقاومت جوانه‌های رویشی این رقم به سرما بود (شکل ۴). همچنین ژنوتیپ‌های درگزی ۱۰ و ۱۹ بالاترین میزان نشت الکترولیت نسبی جوانه‌های زایشی را داشتند. موسوی و همکاران (۲۷) بیان کردند اگر تراکم سلول‌های آسیب دیده در بافت‌های مورد آزمایش، در پاسخ به تنش یخ‌زدگی تغییر کند مقدار الکترولیت‌های نشتی متناسب با تعداد این سلول‌ها تغییر خواهد کرد بنابراین نتایج این روش، به نوع بافت، شدت تنش یخ‌زدگی و جنس و گونه بستگی دارد.

وضعیت ظاهری

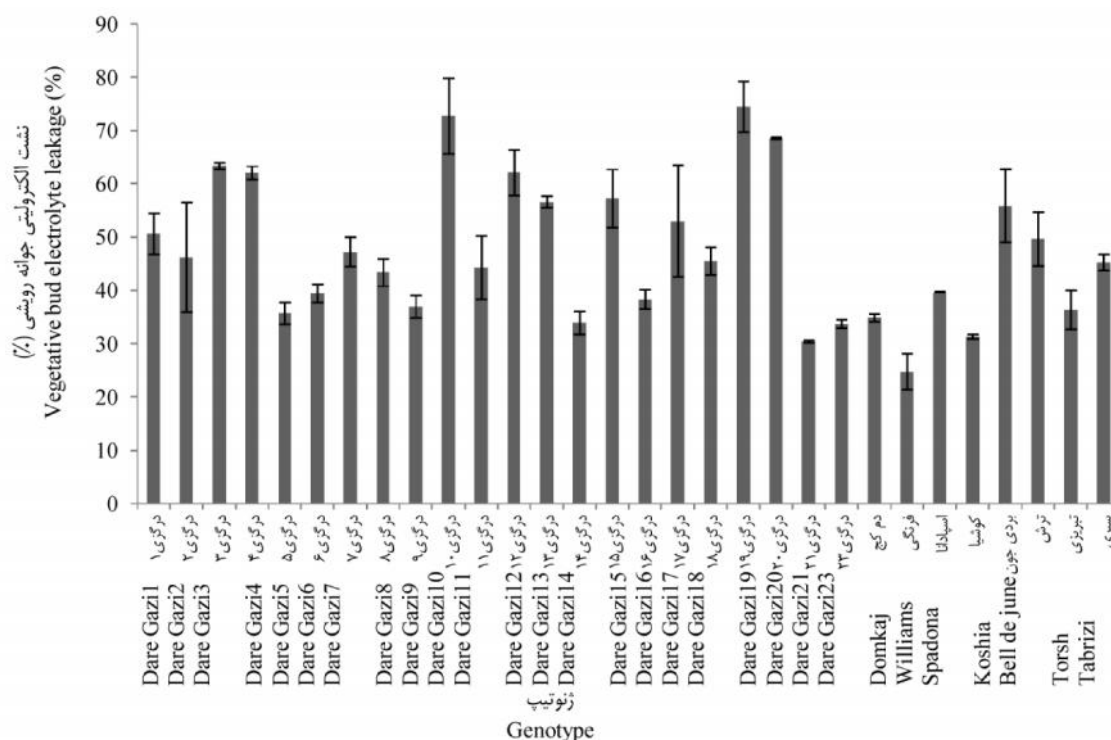
ژنوتیپ درگزی ۱ بالاترین درصد جوانه‌های رویشی سالم (۵۰٪) را داشت. که با ژنوتیپ‌های درگزی ۱۲، ۵ و ۷ تفاوت معنی‌داری نداشت. گلابی تبریزی بیشترین درصد جوانه‌های رویشی آسیب دیده (۹۵/۹۹٪) را به خود اختصاص داد که تفاوت معنی‌داری با رقم بل دی جون، ژنوتیپ‌های درگزی ۱۶ و ۱۱ نداشت (شکل ۵). خورشیدی و همکاران (۱۹) کمترین درصد جوانه‌های رویشی آسیب دیده را در گلابی درگزی و بیشترین آسیب دیدگی را در گلابی بوهمی و قدومی مشاهده کردند. پالون و بوزارد (۲۸) بیان کردند که مقاومت جوانه‌های گل سیب ارتباطی به مقاومت بافت چوبی نداشت. در P.

Davidiana چوبمقاوم بود در صورتی که جوانه زایشی حساس بود (۲).



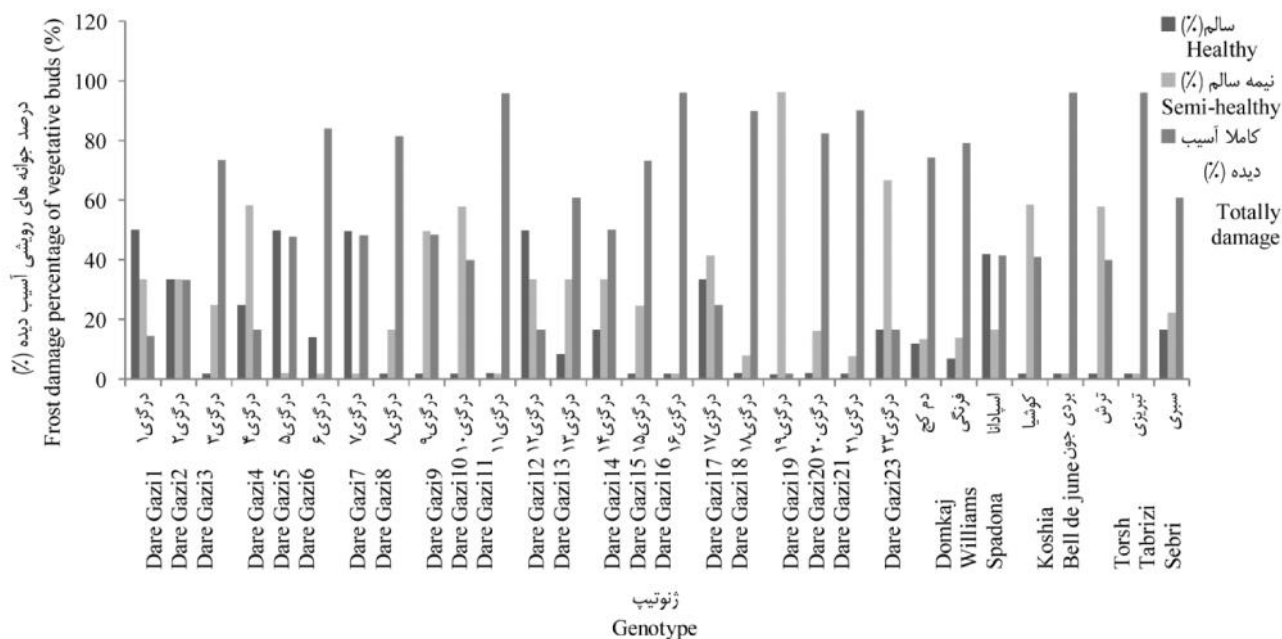
شکل ۳- درصد جوانه‌های زایشی آسیب دیده در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گلابی

Figure 3-The frost damage percentage of reproductive buds of some pear genotypes and cultivars

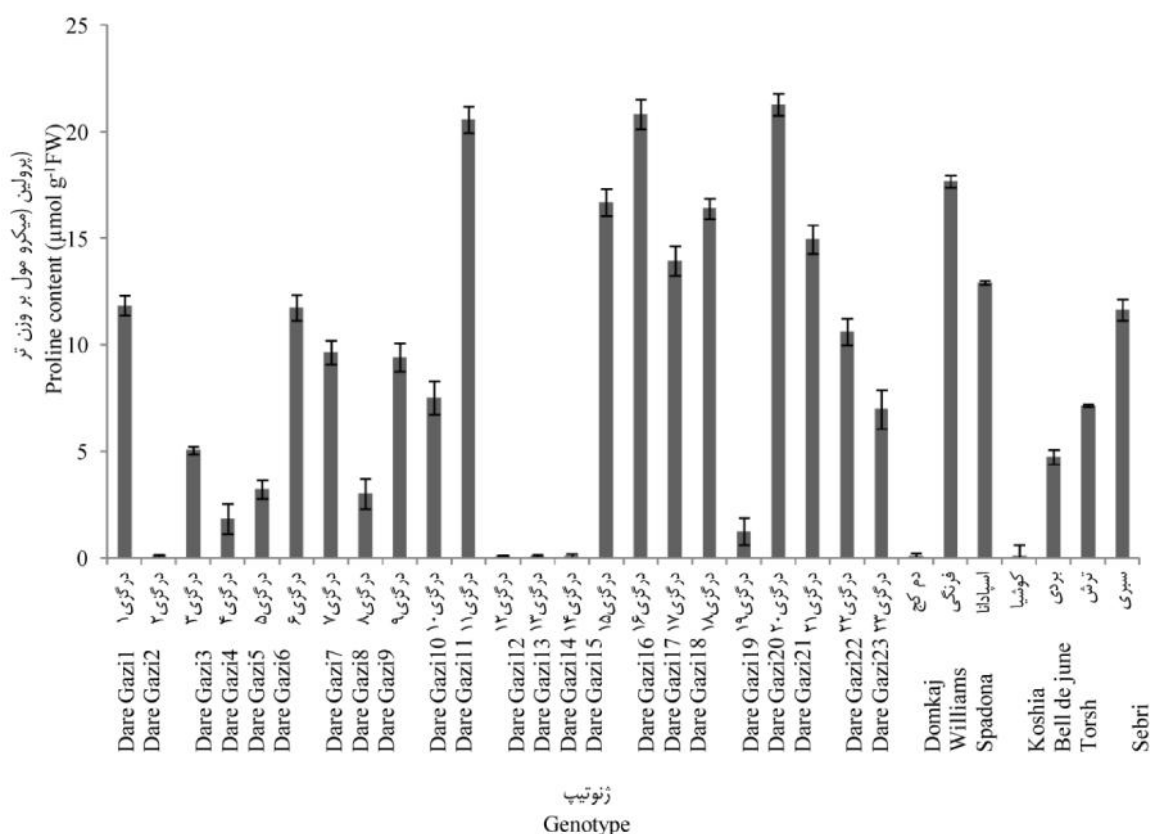


شکل ۴- نشت الکترولیت جوانه‌های رویشی ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گلابی

Figure 4- The vegetative bud electrolyte leakage (%) of some pear genotypes and cultivars

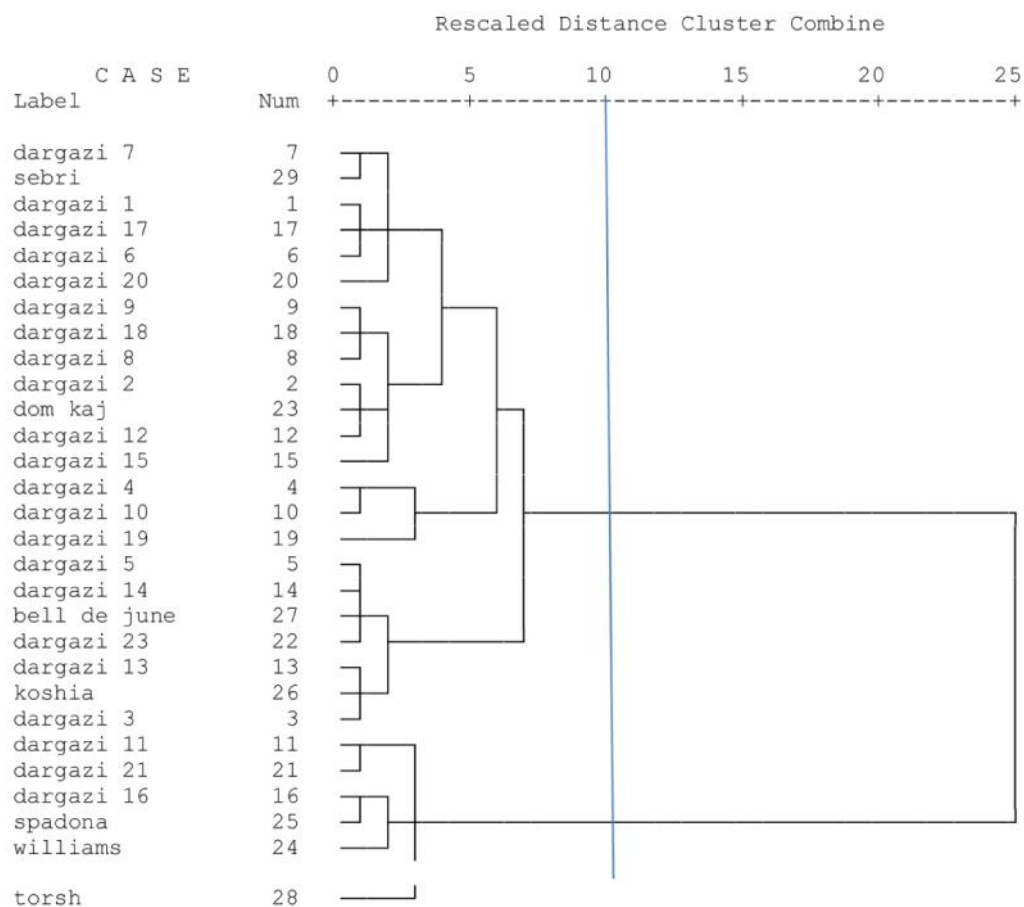


شکل ۵- درصد جوانه‌های رویشی آسیب دیده در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گلابی
Figure 5-The frost damage percentage of vegetative buds of some pear genotypes and cultivars



شکل ۶- مقدار پرولین جوانه‌های زایشی ارقام و ژنوتیپ‌های گلابی
Figure 6-Proline content (μmol g⁻¹FW) of reproductive buds of some pear genotypes and cultivars

Dendrogram using Ward Method



شکل ۷- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای صفات مورد بررسی جوانه‌های زایشی ارقام و ژنوتیپ‌های گلابی

Figure 7- The dendrogram of reproductive bud traits of some pear genotypes and cultivars by cluster analysis

جدول ۲- مقادیر متوسط صفات اندازه گیری شده در جوانه‌های زایشی در مرکز هر خوشه بر اساس روش K-means

Table 2- Mean of measured traits of reproductive buds in cluster centers developed by K-means cluster analysis

صفات Traits	خوشه Cluster	
	1	2
آسیب ظاهری Visual injury	91	77
هدایت الکتریکی Electrical conductivity	28	29
میزان پرولین Proline content	7	16

مقدار پرولین

ژنوتیپ‌های درگزی ۲۰ و ۲ به ترتیب با میانگین ۲۱/۲۸ و ۰/۱ میکرو مول بر گرم وزن تر بیشترین و کمترین مقدار پرولین را در جوانه‌های زایشی دارا بودند (شکل ۶). غیر از ژنوتیپ‌های دیگر درگزی رقم فرنگی با ژنوتیپ‌های درگزی ۲۰ و رقم اسپادانا با ژنوتیپ‌های درگزی

۲ تفاوت معنی‌داری نداشت ($p < 0.01$). مشاهدات هیچ‌همبستگی معنی‌داری بین نشت الکترولیت‌نشی و میزان پرولین نشان نداد (جدول ۱). کاهش مقدار پروتئین تحت تنش ممکن است مربوط به افزایش فعالیت پروتئین کیناز باشد (۳۱). یانگ (۳۷) بیان کرد افزایش پرولین همبستگی خوبی با میزان مقاومت نسبی سرمازدگی پایه‌های مرکبات

نتیجه گیری کلی

تجزیه خوشه ای برای جوانه های زایشی بر اساس صفات مورد اندازه گیری رسم گردید. با در نظر گرفتن خط برش در فاصله واحد ۱۰ اقلیدسی در کلاستر مربوط به جوانه زایشی نمونه ها در ۲ خوشه مجزا قرار گرفتند (شکل ۷). خوشه اول شامل ژنوتیپ های ۷، ۱۷، ۱، ۶، ۲۰، ۹، ۱۸، ۸، ۲، ۱۲، ۱۵، ۴، ۱۰، ۱۹، ۵، ۱۴، ۲۳، ۱۳، ۳ در گزی و ارقام سبری، دم کج، بل دی جون و کوشیا و خوشه دوم شامل ژنوتیپ های ۱۱، ۲۱، ۱۶ در گزی و ارقام فرنگی، اسپادانا و ترش بود. گروه اول آسیب ظاهری، میزان پرولین و هدایت الکتریکی نسبی بالاتری داشتند (جدول ۲). مکنمارا و پلت (۲۵) بیان کردند در داخل یک گونه تفاوت های قابل ملاحظه ای در حداکثر مقاومت اکتسابی بین اکوتیپ ها و ارقام وجود دارد، که با نتایج مطالعه ما مطابقت داشت. براساس مطالعات هاردویک و آندریوز (۱۲) و لیندن (۲۲) میزان تحمل به سرما در میان ارقام گونه ها و میزان نشت یونی در واکنش به استرس متفاوت بوده اند. همچنین به این نتیجه رسیدند که نشت الکترولیت، یک خاصیت عمومی برای کلیه گونه هاست و حساس به سرمازدگی نیست. با توجه به اینکه به زمان وقوع سرمازدگی ارقام مختلف و حتی ژنوتیپ های در گزی از لحاظ مرحله فنولوژیکی مختلف بودند، تفاوت در مقدار پرولین ناشی از آن می باشد. افشاری و همکاران (۱) بیان کردند میانگین پرولین در مرحله تورم جوانه های زردآلوی بیشتر از مرحله رکود و گل بود، همچنین مقدار نشت الکترولیت نسبی در مرحله تورم و گلدهی بیشتر بود.

نداشت. در گیاهان حساس به سرمازدگی افزایش پرولین سلولی به اندازه ای نیست که موجب افزایش مقاومت به سرما شود و افزایش پرولین سلولی همیشه موجب افزایش مقاومت به سرما نمی شود. در مطالعه (۲۶) میزان پرولین در کلون شماره ۲ عنب که به شدت از سرمازدگی آسیب دیده بود بالاتر از کلون مقاوم تر شماره ۱ بود که پرولین را نشانه ای از آسیب تا یک عکس العمل سازشی نشان داد. بارکا و آدران (۳) جوانه ها و شاخه های انگور را بررسی کردند و همبستگی منفی بالایی بین میزان پرولین و مقاومت به سرما یافتند. رابطه معناداری بین مقاومت به سرمازدگی و میزان پرولین در مقایسه با کربوهیدرات ها در ارقام انار مورد بررسی وجود نداشت. مقدار بالای پرولین واقعاً مقاومت بالا به سرمازدگی را نشان نداد زیرا سطح پرولین همچنان بعد از شکستن مقاومت بالا بود (۳۳). یلونسکی (۳۶) بیان کرد که تجمع پرولین مانند قند نمی تواند میزان مقاومت به سرما را در ارقام مرکبات نشان دهد که با نتایج حاضر مطابقت دارد. دانکن و جک (۹) نشان دادند که افزایش پرولین سلول همیشه باعث افزایش مقاومت به سرما نمی شود، همچنین شوئب و لیوناکسی (۳۲) بیان کردند هیچ اطلاعات جامعی درباره ارتباط بین تجمع پرولین و تنش وجود ندارد. بنابراین ارتباط بین تجمع پرولین و مقاومت به سرما برای هر گونه گیاهی حتی رقم متفاوت است و نمیتوان به طور قطع درباره نقش آن گفت (۱۵). ژنوتیپ های مختلف در گزی طیف وسیعی از میزان پرولین (۲۸/۳۱ تا ۱/۰ میکرو مول بر گرم وزن تر) را در جوانه های گل داشتند که نشان می دهد این تفاوت های مورفولوژیکی علاوه بر محیط ناشی از ژنتیک آن و جهش در این رقم باشد.

منابع

- 1- Afshari H., Zahedi R., Parvaneh T. and Zadehbagheri M. 2014. Effect of salicylic acid on the proline, soluble sugars and ion leakage in two apricot cultivars under cold stress, *Journal of Crop Improvement*, 16: 127-138.
- 2- Ackerman W.L. 1969. Fruit bud hardiness of North Caucasus seedlings and other foreign peach introductions, *Fruit Varieties and Horticultural Digest*, 23: 14-16.
- 3- Barka E.A. and Audran J.C. 1997. Response of champenoise grapevine to low temperature: changes of shoot and bud proline concentrations in response to low temperatures and correlations with freezing tolerance, *Horticultural Science*, 72: 557-582.
- 4- Bates L.S., Waldren R.P. and Teare I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies, *Plant and Soil*, 39: 205-208.
- 5- Blum A. and Ebercon A. 1981. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat, *Science*, 21: 43-47.
- 6- Bohnert H.J. and Jensen R.G. 1996. Strategies for engineering water stress tolerance in plants, *Trends in Biotechnology*, 14: 89-97.
- 7- Chen Y.Z. and Ane L. 2005. The relationship between seasonal changes in anti oxidative system and freezing tolerance in the leaves in Woody plants, *Scientia Horticulturae*, 73: 272-279.
- 8- Davarynejad GH., Aryanpooya Z., Fahadan A. and Davarynejad E. 2009. Evaluation of susceptibility of walnut genotypes to sudden cold and frost injury, *Korean Society for Horticultural Science*, 50: 497-501.
- 9- Duncan D.R. and Jack M., 1987. Proline accumulation and its implication in cold tolerance of regenerable maize callus, *Journal of Plant Physiology*, 83: 703-708.
- 10- Filiti N. and Neri D. 1989. Cold damage in fruit bud tissues of pear, *Acta Horticulturae*, 26: 133-126.
- 11- Göndör M., and Tóth MG. 1998. Evaluation of frost resistance and productivity of pear cultivars in

- Hungary. *Acta Horticulturae*, 484: 79-8.
- 12- Hardwick R.C. and Anderews D.J. 1980. A method of measuring differences between varieties in tolerance to suboptimal temperatures, *Annals of Applied Biology*, 95: 235-246.
- 13- Honty K., Sárdi E., Stefanovits-Bányai E. and Tóth M. 2008. Frost induced changes in enzyme activities and carbohydrate content in the spurs of some pear cultivars during the dormancy, *International Journal of Horticultural Science*, 14: 41-44.
- 14- Howell G.S. and Weiser C.J. 1970. Fluctuations in the cold resistance of apple twigs during spring dehardening, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 95: 190-192.
- 15- Irigoyen J.J., Emerich D.W. and Sanchez-Diaz M. 1992. Water stress induces changes in concentration of proline and total soluble sugar in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants, *Plant Physiology and Plant Interactions*, 84: 55-60.
- 16- Iváncsics J. 2003. Körtefajták érzékenysége téli és tavaszi fagy-károsodással szemben, *Növényvédelmi Tanácsok*, 12 (5): 14-16.
- 17- Jahanbakhsh-Godehkhahriz S., Karimzadeh G., Rastegar F., Zolla L., Egidi M.G., Mahfoozi S. and Hosseini-Salekdeh G. 2009. Low temperature induced proteins in Chayene winter wheat: A proteomics study. In: *The Proceedings of the 2nd Iranian Proteomics Congress*, Royan Institute, Tehran, Iran, 80p.
- 18- Kang S. K., Motosugi H., Yonemori K. and Sugiura A. 1998. Supercooling characteristics of some deciduous fruit trees as related to water movement within the bud, *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 73: 165-172.
- 19- Khorshidi Sh., Davarynejad Gh., Azmoode F. and Kameli M. 2014. Evaluation of susceptibility of pear and plum cultivars to winter frost, *Folia Horticulturae*, 26: 103-108.
- 20- Levitt J. 1980. *Responses of Plants to Environmental Stresses: Vol. I, Chilling, Freezing and High temperature stresses*. 2nd ed. Academic Press, New York, NY.
- 21- Lindén L. and Palonen P. 2000. Relating freeze induced electrolyte leakage measurements to lethal temperature in red raspberry, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 125 (4): 429-435.
- 22- Lindon L. 2002. *Measuring cold hardiness in woody plants*. PhD Thesis., Helsinki Univ. Pub.
- 23- Malone S.R. and Ashworth E.N. 1991. Freezing stress response in woody tissues observed using low-temperature scanning electron microscopy and freeze substitution techniques, *Plant Physiology*, 95: 871-881.
- 24- Marcum K.B. 1998. Cell membrane thermostability and whole-plant heat tolerance of Kentucky bluegrass, *Crop Science*, 38: 1214-1218.
- 25- McNamara S. and Pellett H. 1998. Cold hardiness of weigela cultivars, *Journal of Environmental Horticulture*, 16: 238-242.
- 26- Khalafalla, M.S. and Palzkill, D.A. 1990. Seasonal patterns of carbohydrates and proline in jojoba clones that differ in frost susceptibility, *HortScience*, 25(1): 103-105.
- 27- Mousavi S., Shiran B., Imani A., Houshmand S. and Ebrahimie E. 2014. Investigation of some physiological indices related to frost damage in almond cultivars with different flowering time, *Journal of Crop Production and Processing*, 4(12): 235-247 (in Persian).
- 28- Palonen P. and Buszard D. 1997. Current state of cold hardiness research on fruit crops, *Canadian Journal of Plant Science*, 77: 399-420.
- 29- Pieber K. 1985. Winterfrostschäden in den Österreichischen Obstanbaugebieten, *Erwerbsobstbau*, 27 (10): 243-246.
- 30- Rodrigo J. 2000. Spring frosts in deciduous fruit trees-Morphological damage and flower hardiness, *Scientia Horticulturae*, 85: 155-173.
- 31- Schinozaki K. and Jamaguchi Sh. 1996. Molecular responses to drought and cold stress, *Current Opinion in Biotechnology*, 7: 161-167.
- 32- Schwabe W.W. and Lionakis S.M. 1996. Leaf attitude in olive in relation to drought resistance, *Journal of Horticultural Science*, 71: 157-166.
- 33- Soloklui A.A.G., Ershadi A. and Fallahi E. 2012. Evaluation of cold hardiness in seven Iranian commercial pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars, *HortScience*, 47(12): 1821-1825.
- 34- Szalay L., Papp J. and Szabó Z. 2000. Evaluation of frost tolerance of peach varieties in artificial freezing tests, *Acta Horticulturae*, 538: 407-410.
- 35- Watkins R. 1976. Cherry, plum, peach, apricot and almond. In: Simmonds, N.W. (Eds.). *Evolution of Crop Plants*. Longman, London, pp. 242-247.
- 36- Yelonsky G. 1979. Accumulation of free proline in citrus leaves during cold hardening of young tree in controlled temperature regimes, *Plant Physiology*, 64: 425-427.
- 37- Young R.H. 1977. The effect of rootstocks on citrus cold hardiness, *President of the International Society of Citriculture*, 2: 518-522.



Study on the Effect of Calcium and Potassium Spray on Date Bunch Fading Disorder

H. Shekofteh^{1*}- M. Nick-Pour²

Received: 17-08-2013

Accepted: 26-04-2016

Introduction: Date bunch fading disorder has been one of the most important problems, which caused economic damage to date plantation area of Iran. It has been first reported on Mozafti cultivar in Kahnuj area, Kerman province. It has often been observed on soft and mid ripening cultivars such as Mozafti, Mordaseng and Kalote. Furthermore, it usually appears on Mozafti cultivar when fruits change from Khalal to Rutab stage. The most important symptoms of this disorder are sudden wilting of fruits and necrotic strips on the upper surface of the main bunch stalk. Incidence and development of these symptoms increase by high temperature, low relative humidity, and hot and dry wind. Several research studies have been carried out on this disorder so far, but the only research about the effect of nutrition on disorder was performed by Rosta (2003). The aim of the present study was to investigate the effect of calcium and potassium spray on date bunch fading and some traits of date fruit in Rigan region, Kerman province.

Materials and Methods: The experiment was conducted based on randomized complete block designs with three replicates in Rigan located in east south of Kerman province, Iran, in 2012. Treatments were: T1: control, T2: spray of calcium nitrate at the concentration of 5 ppm, T3: spray of potassium sulfate at the concentration of 5 ppm, and T4: combined spray of calcium nitrate and potassium sulfate at the concentration of 5 ppm. Treatments were applied at Kimri, Hobabok and Khalal stages. Sampling was performed from 3 date palms (3 bunches from each date palm were selected randomly) at the second date harvest. Totally, the traits of 200 fruits were measured in each date palm. The traits measured in the present study were: fruit length, fruit diameter, fruit weight, stone weight, stone diameter, and bunch fading percentage.

Results and Discussion: According to the data of variance analysis, treatments had a significant effect on wet fruit weight, fruit length, fruit diameter, stone weight, stone diameter, and bunch fading percentage at 1% level. The highest wet fruit weight, fruit length, fruit diameter, stone weight, and stone diameter were attained in the treatment containing combined application of calcium nitrate and potassium sulfate. Furthermore, the lowest amounts of these traits were obtained in control. The lowest and highest percentage of date bunch fading belonged to the combined treatment of calcium nitrate and potassium sulfate, and control, respectively. In general, application of calcium nitrate and potassium sulfate with each other improved fruit traits and reduced bunch fading percentage. Calcium mobility in the plant takes place mainly in the xylem, together with water. Therefore, calcium uptake is directly related to plant transpiration rate. Conditions of high humidity, cold and low transpiration rates may result in calcium deficiency. Salinity might also cause calcium deficiency because it decreases water uptake by the plant. Since calcium mobility in plants is limited, calcium deficiency appears in younger leaves and in fruits, because they have a very low transpiration rate. Therefore, it is necessary to have a constant supply of calcium for continued growth. Calcium deficiency is usually caused by low calcium availability or water stress which results in low transpiration rates. Calcium is an essential plant nutrient with many roles including participation in metabolic processes of other nutrients uptake, promotion of proper plant cell elongation, and improvement of cell wall structure – calcium is an essential part of plant cell wall. It forms calcium pectate compounds which give stability to cell walls and bind cells together. It also helps protecting the plant against heat stress - calcium improves stomata function and participates in induction of heat shock proteins. In addition, it helps protecting the plant against diseases - numerous fungi and bacteria secrete enzymes which impair plant cell wall. Stronger cell walls, induced by calcium, can avoid the invasion of diseases. Considering the important roles of calcium, calcium spray increased the traits of date fruit and decreased bunch fading percentage. As an important element in photosynthesis, potassium regulates the opening and closing of stomata, and therefore regulates CO₂ uptake. Potassium plays a major role in the regulation of water in plants (osmo-regulation). Both uptake of water through plant roots and its loss through the stomata are affected by potassium. Moreover, protein and starch synthesis in plants requires potassium, so that the enzymes responsible for starch synthesis are activated by potassium. Potassium has also an important role in the activation

1- Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

(*-Corresponding Author Email: hoseinshekofteh@yahoo.com)

2- Master science Student of Islamic Azad University, Jiroft Branch

of many growth related enzymes in plants. Results of the analysis of the studied soil showed that available potassium content in soil was less than plant requirement. So spraying of potassium sulfate could result in the improvement of date fruit traits and reduction of bunch fading disorder. Finally, combined spray of calcium and potassium caused a significant reduction in date bunch fading percentage.

Conclusion: The results of the present study indicated that spray of calcium and potassium solely improved fruit traits and bunch fading disorder, but maximum values of fruit yield components and minimum bunch fading percentage obtained from foliar spray of calcium and potassium together.

Keywords: Calcium nitrate, Date disorders, Leaf nutrition, Potassium sulfate



Evaluation of Different Levels of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers on Shoot and Root Characteristics of *Echinacea purpurea*

M. Goldani^{1*}- H. Zare²- M. Kamali³

Received: 27-11-2013

Accepted: 06-03-2016

Introduction: Purple coneflower with scientific name *Echinacea purpurea* (L.) is an herbaceous perennial plant native to North America and is the one of the most important medicinal plants in the world. Root of *Echinacea purpurea* is commonly used around the world for stimulation of immune system. It is used as herbal medicine in respiratory infections, against malignant tumors and several inflammatory conditions. However, nitrogen and phosphorus are the main elements that make up the proteins in plants and herbs for natural growth, especially is necessary in their productive organs. The results showed that nitrogen and phosphorus are important in continuation of flowering, the flowers fresh and dry weight and in essential oil. Fertilization of *E. purpurea* plants indicated that in absence or at low levels of nitrogen fertilization (0 and 100 kg acre⁻¹), the addition of 50 and 100 kg acre⁻¹ of potassium increased aerial parts, flower heads and root yield. Another report indicated that highest aerial biomass and root yield in *E. purpurea* was obtained with 100 kg ha⁻¹ of nitrogen at constant rates of phosphorus and potassium. Polyphenol content was not influenced by nitrogen fertilization and values fluctuated between 2.4 and 5.4 % in the aerial part at flowering and between 1.6 and 3.5 % in the roots. Fertilization with nitrogen caused a decrease in the concentrations of echinoside. Echinoside content was 1.16 % without nitrogen fertilization, and 0.94 % with nitrogen fertilization.

Materials and Methods: To evaluate the effect of different levels of nitrogen and phosphorus on growth and yield of coneflower, a factorial experiment in a completely randomized design with three replications was conducted in Ferdowsi University of Mashhad. Treatments were included three levels of nitrogen (0, 1 and 2 gr urea per kilogram of soil) and three levels of phosphate fertilizer (0, 0.75 and 1.5 gr of phosphate (P₂O₅) per kg of soil). Nitrogen fertilizer was applied to the soil before planting and one month after transplanting seedlings and phosphorus fertilizer was added to the soil after transplanting.

Results and Discussion: A difference in plant height at different levels of nitrogen was significant. By increasing the amount of nitrogen to 1 gr, plant height from 69.44 increased to 81.11 cm. Number of lateral shoots wasn't significant in any levels of nitrogen and phosphorus. Increasing of nitrogen from 0 to 2 grams per kg of soil increased leaf weight from 2.4 to 7.5 g. However, with increasing levels of phosphorus, weight and leaf area increased. So that the treatment without phosphorus, dry weight was 4.37 grams and in 1.5 grams of phosphorus was the highest leaf dry weight with 5.77 gr. With increasing levels of nitrogen from 0 to 1 gram, shoot dry weight increased and with increasing nitrogen from 1 to 2 grams of weight shoot dry weight was low. Treatment with 1 gr of nitrogen per kilogram of soil had the highest stem dry weight per plant with 8.7 grams and showed significant differences with other treatment. Based on the results, the effect of nitrogen fertilizer treatments in the number of flowers and flower dry weight was significant at 1%, the effect of phosphorus on flower dry weight was significant. But the interaction of nitrogen and phosphorus fertilizer treatments in any levels was not significant. The highest SPAD index in 1.5 gr of phosphorus and lowest (53.74) in the treatment without phosphorus was observed. Different levels of nitrogen fertilizer had not significant effect on the length and diameter of the root but a significant effect of phosphorus on root length was showed. It seems nitrogen in 1 gr per kg is related to increase photosynthesis and the growth of organs. Nitrogen with increasing in meristem cell division can increase vegetative growth and plant size. Zeinali et al (1387) reported that phosphorus can increase carbohydrates and mineral combinations in the shoots, flowers and roots. As a result increase in shoots, roots and flowers dry weight is related to nitrogen and phosphorus.

Conclusion: In general the results showed that with increasing nitrogen fertilizer height, flower number and shoot dry weight was significantly increased. Also, increasing the amount of phosphorus up to 1.5 gr per kilogram leads to an increase in plant roots. Due to the interactions of nitrogen and phosphorus in leaf dry weight

1-Associate Professor, Department of Agronomy of Agriculture College Ferdowsi University of Mashhad
(*-Corresponding Author Email: goldani@um.ac.ir)

2- Master of Science from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

3-Phd student in Horticulture, Ferdowsi University of Mashhad

and root dry weight, nitrogen and phosphorus in 2 and 5.1 gr per kg of soil had the best results.

Keywords: Chlorophyll index, Dry weight, Fertilizer



Evaluation of Genetic Diversity of Iris Genotypes (*Iris* spp) Using ISSR

S.Z. Attari¹ - M. Shoor² - M. Ghorbanzadeh Neghab^{3*} - A. Tehranifar⁴ - S. Malekzadeh Shafaroodi⁵

Received: 27-11-2013

Accepted: 27-07-2016

Introduction: Some of *Iris* species are growing in different parts of the Iran as wild species. *Iris* species have important medicinal and horticultural properties. Understanding of the genetic variation within and between populations is essential for the establishment of effective and efficient methods for conservation of the plants. Genetic variation studies are fundamental for the management and conservation of this species. The use of molecular markers is a powerful tool in the genetic study of populations. The use of DNA marker, such as AFLP, SSR, RAPD and ISSR represents an alternative method in detection of polymorphism. ISSRs are highly variable, require less investment in time, money and labor than other methods. ISSR can generate higher percentages of polymorphic loci than other PCR methods. These can serve as an efficient tool for phylogenetic studies. ISSRs had reported that used in studies of cultivated species to produce genetic linkage maps and to determine the relatedness of lines of agriculturally important species. ISSR analysis involves the PCR amplification of regions between adjacent, inversely oriented microsatellites, using a single simple sequence repeat (SSR) motifs (dinucleotide, trinucleotide, tetranucleotide or penta nucleotides). Therefore, little is known about the genetic variability of the Iranian *Iris* spp. The objectives of this study were to evaluate genetic diversity among genotypes using ISSR markers and the degree of polymorphism generated from ISSR technique as a pre-requisite for their applicability to population genetics studies in *Iris* spp.

Materials and Methods: To evaluate genetic variations in some wild *Iris* genotypes, *Iris kopetdaghensis*, *Iris songarica* and *Iris fosteriana* were collected from some parts of Khorasan province. Genomic DNA was extracted from young leaves following the cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) procedure. Extracted DNA concentration was quantified by using the spectrophotometer and qualified using agarose gel electrophoresis. A total of 16 primers were initially screened against two plants selected from different regions and finally six primers for final analysis was selected based on consistent (CA)₈G, (CT)₈RG, (TC)₈C, (TG)₈G, (AC)₈YG and (AG)₈YT, strong amplification products, production of polymorph, reproducible fragments between replicate Polymerase Chain Reaction (PCR). The ISSR amplification reactions contained 30-50 ng of genomic DNA, 2.5 µL 1 × buffer, 2 mM MgCl₂, 200 µM of each dNTP (Fermentas), 10 µM primers and 0.2 U Taq DNA polymerase (Fermentas), with the final volume adjusted to 25µL with H₂O bidest. ISSR reaction products were separated on 1.5% horizontal agarose gels, in TBE buffer and visualized under ultraviolet light after staining in 0.5µg/mL ethidium bromide. Digital photo was taken with gel documentation system. The 100 bp DNA ladder plus molecular weight marker was used to compare the molecular weight of amplified products. Amplified products were scored for the presence (1) or absence (0) of bands and binary matrices were assembled for the ISSR markers. The binary matrices were subjected to statistical analyses using NTSYS-pc software version 2.02.

Results and Discussion: Six ISSR primers produced 126 bands across the 16 genotypes, of which 119 were polymorphic. The number of amplified fragments varied from 16 [primer (CA)₈G] to 24 [primer (TC)₈C and (AC)₈YG] across the genotypes. The average polymorphic bands per primer were 19.4. The percentage of polymorphism for primers ranged from 76 to 100, with an average of 94.4. The amplified bands genotypes related to a species the same banding pattern was observed but there was lower similarity between the species. Our data indicated that ISSR technology can detect considerable polymorphisms (76.4 %) in our genotypes, suggesting that it will be useful in characterization and fingerprinting of *Iris* germplasm. The results of this study also provide fundamental evidence demonstrate that ISSR marker is a simple, informative, reproducible and suitable approach to evaluation of molecular diversity and phylogenetic relationships in *Iris* spp. The highest genetic similarity was between species *Iris kopetdaghensis* and *Iris fosteriana*. This study revealed a significant variation especially between *Iris kopetdaghensis* and *Iris songarica*.

1, 2 and 4- Graduate student Ornamental Plant Department, Professor and Associate Professor Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

3- Assistant Professor Higher Education Complex of shirvan, Ferdowsi University of Mashhad

(*-Corresponding Author Email: ghorbanzadeh@um.ac.ir)

5- Associate Professor Department of Biotechnology and Plant Breeding Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Conclusions: The results of cluster analysis showed that molecular markers able to identify the species and genotypes within a species from each other. Results of this study showed that the use of molecular markers in breeding programs, especially fingerprinting is useful for lily. ISSR molecular markers have proved to be an efficient tool for studying genetic diversity and management of lily germplasm. . Also the result showed these genotypes have high genetic diversity, and the success in Iris breeding programs use to recommend Iranian local Iris.

Keywords: Cluster analysis, Khorasan, Iris germplasm, Phylogenetic relationships



Investigation of Morphologic Variation and Essence Value in several Thyme Native Species (*Thymus* sp) of Iran

M. Rezaei¹ - A. Safarnejad^{2*} - M. Arab³ - S.B.L Alamdari⁴ - M. Dalir⁵

Received: 04-01-2014

Accepted: 27-02-2016

Introduction: Thyme is an important medicinal plant in cosmetic, pharmaceutical and food industries. The genus *Thymus* L. (Lamiaceae) consists of about 300 species of herbaceous perennials and subshrubs. This genus is mainly distributed over Mediterranean country, northern part of Africa and Southern Greenland. *Thymus* species are commonly used as spices, herbal tea, insecticide and flavoring materials. Also, *Thymus* have been most frequently used in traditional herbal medicine due to its antiseptic, carminative, expectorant, antispasmodic, anti-inflammatory properties. Recent studies have showed that this genus have strong antifungal, antibacterial and antioxidant activities. Because of these medical features of this genus, *Thymus* is cultivated all over the world. The aromatic and medicinal properties of the genus *thymus* have made it one of the most popular plants throughout all of the world.

Materials and Methods: In order to study genetic variations, 22 populations of endemic species of *Thymus* include thirteen populations from species of *T. daenensis*, four populations of *T. migricus* and one population from each of the following species: *T. fedtschenkoi*, *T. vulgaris*, *T. transcaspicus*, *T. pubescens* and *T. kotschyanus* were used for assessment of morphology and essence value. Populations in completely random block design with three replications at the Razavi-khorasan Agriculture and Natural Resources Research Center were planted. Morphological measurement was taken on five random individuals of each replicate and average traits were analyzed. Clevenger unit was used to measure the essence amount. Morphological traits were included leaf length, leaf width, leaf number of year stem, maximum diameter of canopy, minimum diameter of canopy, canopy area, height flowering stem, height inflorescence, number of stems per plant, number days to starting of flowering, number days to 50% of flowering, fresh yield, dry yield, height of stem than inflorescence, and essence weight and volume. A balanced completely randomized design with three replications was used. Biometric measurement was applied to study the selected thyme populations. SAS, SPSS and NTSYS softwares were used for calculating the statistics indicators, normality tests, analysis of variance, means of traits, correlation coefficients, stepwise regression analysis and principal component analysis.

Result Discussion: A wide range of morphological variety was observed by biometric measurements. The results showed that there were highly significant differences between thyme populations. Mean comparison was carried out using Duncan method at 5% level. Population No.18 and population No.4 were showed the highest and the lowest diameter of canopy, respectively. Population No.18 and population No.4 exhibited maximum and minimum canopy area, respectively. Maximum and minimum stem lengths were related to populations No.12 and No.4, respectively. Maximum and minimum numbers of stems at each plant were seen in populations No.12 and No.2, respectively. Inflorescence length of population No.6 was maximum and population No.5 was minimum. The maximum and minimum average of the number of leaf per stem were observed in population No.17 and population No.12, respectively. Maximum and minimum of the leaf length were seen in populations No.10 and No.16, respectively. Population No.4 and population No.22 exhibited the highest and the lowest leaf width, respectively. For inflorescence length/ stem length ratio, population No.6 and population No.21 were showed maximum and minimum, respectively. The maximum number days to stating of flowering and 50% flowering, were seen in populations No.2 and No.8 and populations No.6 and No.4 had minimum of these. Population No.13 and population No.4 exhibited maximum and minimum dry weight, respectively. Populations No.13, No.17, No.18 and No.20 had the maximum of fresh yield and population No.4 had the minimum of fresh yield. For essence value characteristics, the most volume and weight of essential oil was observed in populations

1, 3- MSC and Assistant Professor Horticultural, Department of Horticulture, College of Aburaihan, University of Tehran

2, 4, 5- Associate Professor, Faculty member of Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center or Mashhad Branch, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran and MSCs Agricultural Biotechnology Mashhad Branch, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran

(*Corresponding Author Email: Sebre14@yahoo.com)

No.2, No.9, No.10 and No.18 and the least volume and weight of essential oil was observed in populations No.4, No.5, No.6 and No.12.

Conclusion: ANOVA showed that there was significant difference between thyme accessions for morphological traits which it is important for plant breeding. High variation increases selection of desirable traits for breeding. In order to crossing and hybridization, parents must be genetically distant to gain the most variation. In this study, relationship between thyme accessions using morphological and essence value traits was investigated so plant breeder can use it for production desirable hybrid.

Keywords: Correlation coefficient, Essence value, Morphological characteristics, *Thymus*



The Study on Diurnal Changes in Leaf Gas Exchange of Lemon Balm, Catnip, Holy Basil and Sweet basil in Ahvaz

M. Mahmoodi Sourestani^{1*}

Received: 8-02-2014

Accepted: 1-03-2016

Introduction: Mediterranean climate conditions induce several stresses that plants have to cope with, especially during summer months when high temperature and radiation levels along with low water availability in the soil prevail for long periods. Variation in physiological traits such as photosynthesis and plant water status and their association with morphological characters can play an important role in the adaptability of the species to environmental constraints. The previous studies show that scorching weather not only affects the rate of gas exchange, but also results in diurnal changes in activity. Thus, the impact of environmental stresses on plants growing in these conditions should be assessed by examining the evolution of their diurnal variations on leaf gas exchange. Aromatic plants represent a renewable source of valuable compounds that can be used in food, perfumery, and pharmaceutical industry. Among these plants, sweet basil (*Ocimum basilicum*), holy basil (*Ocimum sanctum*), lemon balm (*Melissa officinalis* L.) and catnip (*Nepetacataria*) are very important for different industries. Studies on environmental physiology of medicinal plants are relatively scarce and very few information is available concerning the physiological basis of medicinal plant response to heat stress that is one of the most important factors limiting production of medicinal plants in Khuzestan province.

Materials and methods: In order to evaluate the diurnal fluctuation of gas exchange of mentioned plants, an experiment was carried out in 2013 at research farm of Horticultural Science, Shahid Chamran University (31°20'N latitude and 48°40'E longitude and 22.5m mean sea level), Ahvaz (Iran), a site characterized by a semidry and scorching weather during late spring and summer. The experiment was arranged based on randomized complete block design (RCBD) with three replications and 4×8 factorial scheme (Four plants including lemon balm, catnip, holy basil and basil; and eight times of evaluation 7:00, 9:00, 10:00, 11:00, 12:00, 13:00, 17:00 and 20:00 h). Land preparation consisted of disking and the formation of raised beds (15cm high and 45cm wide across the top) using a press-pan-type bed shaper. The plants were arranged on two rows on each bed, with 20 cm in-row and 40 cm between-row spacing. The plants were irrigated weekly as needed. Gas exchange parameters were investigated from June 9-11 at end of vegetative phase under natural environmental conditions. The parameters of gas exchange were measured on the 5th and 6th nearly full expanded leaves between the hours of 07:00 and 20:00 during bright sunlight on clear and cloudless days. Determination of leaf net photosynthesis rate (Pn), stomatal conductance (gs) and transpiration (E) was made with Infra-red gas analyzer (LCA₄, ADC Co. Ltd., Hoddesdon, UK). Instantaneous water use efficiency (WUE_{inst}) and apparent quantum yield (AQY) were calculated as Pn/E and Pn/PPFD ratios, respectively.

Results and discussion: The result showed that plant type had significant effect on all measured traits as well as record time. Interaction between plant type and record time were significant for PPFD, leaf temperature and net photosynthesis. The highest Pn of Lemon balm ($8.97 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), catnip ($11.2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) and sweet basil ($13.75 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) were recorded at 9:00 when the photosynthetic photon flux density (PPFD) was 1488, 1598 and 1645 $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectively. Holy basil showed highest Pn ($15.47 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) at 10:00 when PPFD was 1821 $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. High irradiances caused photoinhibition of the four plants and it seems the four plants reach to light saturation point about 1500 $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. The midday depression of photosynthesis likely resulted primarily from long periods of high PPFD, limitation in stomatal conductance and high temperature. Catnip was more sensitive to high irradiance. The Pn had positive and significant correlation with gs in four plants. The stomatal conductance was also positively correlated with E in four plants. The plants represented double peak curve for WUE. The first and second peaks appeared at 9:00 and 17:00, respectively. The four plants also showed highest AQY at 7:00. There were significant difference between four plants for leaf temperature, gs, Pn, WUE and AQY. Lemon balm showed lower leaf temperature

1- Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

(*-Corresponding Author Email: m.mahmoodi@scu.ac.ir)

than other plants due to its high g_s . The highest amounts of P_n , WUE and AQY were observed in holy basil.

Conclusion: In regard to P_n , WUE and AQY, it seems holy basil and sweet basil can tolerate weather condition of Ahvaz.

Keywords: Leaf Temperature, Photosynthesis efficiency, Stomatal conductance, Transpiration, Water Use Efficiency



Effect of Intercropping Patterns of Fennel (*Foeniculum vulgar* Mill), Sesame (*Sesamum indicum*) and Bean (*Phaseolus vulgaris* L) on Growth, Qualitative and Quantitative Characters and Yield Components

F. Ranjbar^{1*}- A.R. Koocheki²- M. Nassiri Mahallati³

Received: 02-03-2014

Accepted: 08-02-2016

Introduction: Ecological agriculture is an integrated system that gives credit to higher quality of products. Using of ecological agriculture and low input systems or other similar systems as a replacement for conventional systems turn out to progress in sustainable agriculture and protecting environment health. One of the best approaches to achieve these goals is to use mixed farming. Many experiments have shown that mixed farming has higher yield than sole cropping. The other benefits of mixed farming are: management of insects, weeds and diseases, promotion of diversity, improvement of products quality and also increase in stability and sustainability. These goals also achieved by decreasing in use of non-renewable resources and also reducing environment risks. Hence, assessment of intercropping patterns of Fennel (*Foeniculum vulgar*), Sesame (*Sesamum indicum*) and Bean (*Phaseolus vulgaris*) on qualitative and quantitative characters and yield components were the purposes of this experiment .

Materials and methods: In order to study yield and yield components in different intercrops of fennel, sesame and bean, an experiment was conducted in Agricultural Research Station, Ferdowsi University of Mashhad during 2010-2011 growing season. The experimental design was a Randomized Complete Block with three- replications. The treatments were consisted of: pure stand of fennel, sesame and bean, row intercropping of sesame-bean with recommended density (1:1), fennel-bean (1:1), fennel-sesame (1:1) and intercrops of fennel- sesame - bean (1:1:1). The field of experiment was prepared at the end of March, a month before sowing; 30 ton/ hectare manure fertilizer was used. Because of sowing these 3 crops in a low input system, non-chemical approaches to control weeds and diseases during the growth season were employed. In order to determine crops seed yield and their biological yield in this experiment, sampling was done after omitting of margin effects (0.5 m first and end of each row) and 8 m² area was harvested. All harvested crops were dried under free condition and shadow, then was weighted and after that seeds were separated from crops. To measure yield components five samples were selected. For fennel: umbel number per plant, umbellate number per plant, seed number per umbellate, 1000 seed weight, for sesame: capsule number per plant, seed number per capsule and 1000 seed weight and for bean: pod number per plant, seed number per pod and 1000 seed weight were measured.

Results and discussion: Results indicated that the yield and yield components of intercropped and pure fennel treatments significantly affect grain and biological yield, harvest index, the number of umbels per plant, the number of fertile umbellates per plant, and vegetative essential oil. In addition, these treatments in sesame showed significant effect on biological yield, grain yield, harvest index, plant height and seed weight per capsule. The results for bean revealed significant effects on biological yield, grain yield and the number of seeds per pod. Moreover, the highest percentage of essential oil in fennel was obtained in fennel-sesame treatment. The highest percentage of oil in sesame was obtained in sole crop of fennel. Furthermore, the results showed that the highest LER (1.22) was observed in sesame-fennel treatment. Considering this ratio, this treatment was selected as a superior treatment among the other treatments .

An experiment on mixed cultivation of *Zea maize* and bean showed higher amount of biological yield, in intercropping treatments (RezvanBeydokhti et al., 2005). Another experiment on mixed cropping of cumin (*Cuminum cyminum* L.) and lentil (*Lens culinaris* M.) showed higher amount of seed yield in intercropping treatments and biological yield in sole cropping .

Keywords: Biological yield, Essential oil, LER, Medicinal plants, Row intercropping

1, 2 and 3- Ph.D Student of Agroecology and Professors, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(*-Corresponding Author Email: fatemeh.ranjbar@stu.um.ac.ir)



Evaluation of the Effects of Different Basal Medium and Plant Growth Regulators on in Vitro Growth of Hazelnut

P. Daryani¹- N. Zare^{2*}- E. Chamani³- P. Sheikhzadeh Mossadeg⁴- D. Javadi mojjaddad⁵

Received: 29-07-2014

Accepted: 02-03-2016

Introduction: Hazelnut (*Corylus avellana*) is one of the most important nut crops with the high nutritional value, and there is an increasing demand for its products in the world. Production of this crop has promoted, and numerous elite lines and cultivars with improved yield and kernel quality were developed from hazelnut breeding programs around the world. Therefore, efficient propagation and distribution of new elite lines and cultivars is a pre-requisite to meet the increasing demand for hazelnut. Traditional hazelnut propagation through cuttings and layering are time consuming and has low efficiency in commercial propagation. In vitro micro-propagation provides alternative methods for rapid and efficient propagation of hazelnut. Plant species, cultivar and genotype, explant type and its physiological stage, and culture medium compositions, especially basal medium formula and plant growth regulators, are the most important factors influencing the success of in vitro micro-propagation. Plant hormones regulate the plant cells division, growth and development. Auxins and cytokinins alone or in combination with each other are the most applied plant growth regulators in plant tissue culture and play an important role in in vitro cultures establishment and growth. However, the type and concentration of plant growth regulators required for optimum growth of in vitro cultures are various depending on the plant species, genotype and explant type. Therefore, in this research, the effect of basal medium and combination of different plant growth regulators on in vitro establishment, growth and proliferation of hazelnut node explants were investigated.

Materials and Methods: In this research, the effects of different basal medium and plant growth regulators were investigated on in vitro establishment and growth of hazelnut. For this, apical and auxiliary buds of cv. Fertile were collected during spring and surface sterilized with 70% ethanol for one min and 2.5% sodium hypochlorite for 10 min followed by 3-4 rinses with sterile distilled water. The sterilized explants were cultured on NRM, MS and 1/2MS basal media containing 0.01 mg/l IBA and different levels of BAP. Cultures were maintained in a growth chamber at 25°C with a 16 h photoperiod of cool white fluorescent light and sub-cultured every four weeks. The established and growing shoots/explants were sub-cultured on NRM medium supplemented with 0.05 mg/l IBA and 2.5, 5 or 8 mg/l BAP or TDZ for further growth.

Results and Discussion: The results indicated that percentage of explant growth (shooting), number of leaves per explant and shoot length influenced significantly by basal media and concentration of plant growth regulator. Based on orthogonal contrast analysis, although the highest percentage of shooting was obtained on MS medium, shoot length of explants cultured on NRM basal medium were significantly higher than those of MS and 1/2MS. The best growth response of explants in establishment stage (50% shooting, 5.33 leaves per shoot and 1.6 cm shoot length) were obtained with NRM medium supplemented with 0.01 mg/l IBA and 1 mg/l BAP. Explants cultured on NRM, MS and 1/2MS media containing 0.01 mg/l IBA did not show any growth response, indicating the synergistic effects of auxin and cytokinin on growth initiation in apical and auxiliary buds of hazelnut. At the higher levels of BAP, MS basal medium produced higher percentage of shooting as compared with 1/2MS and NRM media. In the medium NRM, the percentage of shooting, number of leaves per explant and shoot length were significantly decreased with increasing concentrations of BAP from 1 mg/l to 2, 3, 5 and 8 mg/l. These results clearly indicate the presence of the interaction between basal culture medium and the concentration of BAP for in vitro growth of hazelnut apical and auxiliary explants. Shoots derived from establishment stage were cut to single-node explants and transferred on NRM medium supplemented with 0.05 mg/l IBA and different levels of BAP and TDZ. The highest percentage of explants growth with lowest callogenesis and explant browning were obtained on NRM medium containing 0.05 mg/l IBA and 5 mg/l BAP.

Conclusion: In conclusion, although MS medium supplemented with 3 or 5 mg/l BAP and 0.01 mg/l IBA produces higher percentage of shooting, but reduced stem length and internode distance making unsuitable for next stages (i.e. multiplication/proliferation). While, the shoots produced on NRM medium supplemented with 1 mg/l BAP and 0.01 mg/l IBA showed appropriate stem length and internode distance, which make them suitable

1, 2, 3 and 4 - Ph.D. student, Associate Professor, Professor and Assistant Professor, faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

(* - Corresponding author: nzare@uma.ac.ir)

5-M.Sc., Gilan Agricultural and Natural Resources Research Center, Gilan, Iran

for multiplication/proliferation stage in the micro-propagation program.

Keywords: Apical and auxiliary buds; Bud proliferation; *Corylus avellana*; Plant tissue culture



Effect of Salt and Drought Stresses and Pretreatment of Salicylic acid on Seed Germination Characteristics of Lavender (*Lavandula stricta* Del.)

H. Sanginabadi¹ - S. Khorasaninejad^{2*}

Received: 24-08-2014

Accepted: 31-08-2015

Introduction: Recently, medicinal and aromatic plants have received much attention in several fields such as agro alimentary, perfumes, pharmaceutical industries and natural cosmetic products. Although secondary metabolites in the medicinal and aromatic plants impressed conventionally by their genotypes, their biosynthesis is strongly influenced by environmental factors. It means biotic and abiotic environmental factors affect growth parameters, essential oil yield and constituents. Abiotic environmental stresses especially salinity and drought has the most effect on medicinal plants. The genus *Lavandula* (lavender) of Lamiaceae family consists of about 30 species, many of which are found in Mediterranean, Sahara-Arabian and Iran-Turanian regions. There are only two species of *Lavandula* growing naturally in Iran, *L. stricta* Del. and *L. sublepidata* Rech. K. These species are not mentioned as medicinal plants in references; however *L. soechar* L., *L. vera* DC., *L. angustifolia* Mill. and *L. dantata* L. occurs naturally in Iran. *Lavandula stricta* Del. is a native aromatic plant in Iran from Lamiaceae. In traditional medicine, it is used for treatment of rheumatic pain, stomach pain and cough. Germination is one of the critical stages in the cycle of plants growth due to its important role in determining the final density of plant. Under water stress and salinity conditions, plant germination and its final density is important. Salicylic acid (from Latin *salix*) is a monohydroxybenzoic acid which is a type of phenolic acid and a beta hydroxy acid with $C_7H_6O_3$ chemical formula. This colorless crystalline organic acid is widely used in organic synthesis and functions as a plant hormone which is derived from salicin metabolism. Salicylic acid (SA) is a phenolic phytohormone and is found in plants with roles in plant growth and development, photosynthesis, transpiration, ion uptake and transport. SA also induces specific changes in leaf anatomy and chloroplast structure.

SA is involved in endogenous signaling, mediating in plant defense against pathogens. The signal can also move to nearby plants by salicylic acid being converted to the volatile ester, methyl salicylate. Salicylic acid has an important role in resistance to environmental stresses. In the current study, the effects of pretreatment of salicylic acid to eliminate salinity and drought stresses were evaluated on Lavender seed germination (*Lavandula stricta* Del.).

Materials and Methods: Seed samples of raised lavender were collected from Geno (Bandar Abbas) on May 2013. Two experiments were conducted based on completely randomized design with three levels of Salicylic acid (0, 0.1 and 0.5 mM) and four levels (0, -2, -4 and -6 bar) of drought and salinity stresses with three replications in Horticultural Sciences department, Plant production faculty of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR). Plumule and radicle length, germination percentage and seed vigor were evaluated.

Results and Discussion: Results indicated that plumule and radicle length, germination percentage and seed vigor were significantly decreased by increasing drought and salinity stresses. The absence of pretreatment with salicylic acid were lead to increase negative effects of salinity in comparison with non-pretreated in the studied trait. However salinity stress levels -2 and -6 bar and pretreatments increased all traits significantly. Overall, the results showed that among total characteristics, plumule length is more sensitive in to drought and salinity stresses. As a result, the best range of moisture for lavender seeds germination is from non-stress conditions to -2 bars. It seems that seed germination on lavender has more tolerance to drought stress conditions than salinity stress conditions. Since the climate change will result in ecological degradation and further threaten the fragility of dry and saline lands, with serious consequences for crop and livestock production and food security. Today, an estimated one billion people face hunger and absolute poverty, and in many developing countries, the gap between food production and demand is increasing rapidly. The diversity contained within plant genetic resources provides the variability needed for adaptation, and therefore will serve as a key element in maintaining food and medicine production under novel temperature, precipitation, and pest and disease conditions. Key to

1, 2- MSc. Student and Assistant Professor of Horticultural Sciences Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

(*-Corresponding Author Email: khorasaninejad@gau.ac.ir)

successful crop improvement is a continued supply of genetic diversity, including new or improved variability for target traits such as early flowering as an escape mechanism to drought and salinity. Given that *Lavandula stricta* Del. is native to Iran, it seems that this plant is a good candidate for further research in this area.

Keywords: Aromatic plant, Plumule, Radicle, Seed vigor



Determination of Chilling and Heat Requirement of Four Apricot Cultivars of Khorasan Razavi Province

Z. Hoshyar^{1*} - E. Ganji Moghaddam² - B. Abedi³

Received: 07-10-2014

Accepted: 10-05-2016

Introduction: Dormancy is one of the most important stages in the life cycle of temperate plants and plants are required to exit from it with supply of chill unit. Flowering is defined with chilling and heat requirement. Owing to low chilling requirement, blooming happens too early and cold temperatures produce an important loss of yield by frost. In temperate fruits, awareness of the need buds to avoid winter frost is one of the main objectives in breeding programs. Studies concerning chilling and heat requirements are thus of special interest in these species, being very important for the choice of parents in breeding programs to create superior varieties of winter and spring frost (late flowering and resistant cold) provide. Utah is one of the most important model was introduced in 1974 by Richardson and colleagues. Effective temperature on cold storage in Utah model is 1/9-5/2. This is 6/1-9/12 in North Carolina and 8/1-9/13 in low chilling. Temperatures above 16 have negative effect on accumulation in Utah model. Later models were developed according to the Utah model that the Low chilling requirement (18) and the North Carolina (31) models are among them. Apricot (*Prunus armeniaca* L.) is belonging to warm temperate regions and due to the lack of compatibility and apricot spring frost in Khorasan Razavi province, the identification of varieties and genotypes with high compatibility and high thermal and cooling requirements to reduce the risk of early frost and increase production efficiency, seems important. The purpose of this study was to determine the need for chilling and heat requirement in apricot cultivars.

Material and methods: In this research, chilling and heating requirements of four local cultivars of apricot were evaluated under field and laboratory conditions. This experiment was conducted at agricultural research station Golmakan. A factorial (two-factor) experiment was laid out in a completely randomized design with tree replications. First factor was various apricot cultivars (Noori- Dirras, Mashhad- Dirras, Shams Mashhad and Mashhad-44) and the second factor was chilling hours in five levels (0,100,300,500,700). About 45 branches of deciduous trees of each variety were collected when the temperature was below 7 °C. Finally, samples were taken in the greenhouse with an average temperature of 23° C and 16 hours of light and flowering percentage was recorded. For determination of chilling requirement in Utah, low chilling requirement and the North Carolina was performed in CU and Heat based on the degree of development hours (GDH) was calculated. GDHs average hours of temperatures between 5-5 / 4 ° C) and for any amount of time, sleep disruption and blossoming flowers will be calculated by 50% (5). Data analysis was done by JMP 8 and Excel softwares.

Results and Discussion: There were significant differences (1%) between chilling hours, cultivars and their interactions on flowering percent. Under laboratory condition, cultivars began flowering after 100 hours in 4°C. The results showed that there was a significant difference between 500 and 700 hours of chilling requirement. Most of the flowering was related to 700 hours and the lowest one was in control.

There was a low difference in the chilling requirement. Heating requirement was 3300 growth degree hours (GDH) for Noori- Dirras and Shams Mashhad to 3379 GDH for Dirras- Mashhad and Mashhad-44 cultivars. Although little differences exist in flowering onset of cultivars, the differentiation of flowering period among cultivars was around one week. Various cultivars revealed little differences in flowering onset in locations they meet their chilling requirement. The chill units estimated by Utah model was 1588. Chill units in Low chilling model and North Carolina model was 1291 and 1331, respectively while in chill hours was about 1100. The heat units in Noori- Dirras, Shams Mashhad was about 3,300 and it were calculated 3379 for Dirras Mashhad and Mashhad-44. The various models of chilling in the field conditions were calculated according to the Utah model. Chilling requirement by the North Carolina and Low chilling requirement models were calculated, respectively, 1331 and 1291 chill unit while in the chill hours, 1,100 hours were calculated for varieties. There was negative relationship between chill and heat requirement in flowering date.

Keywords: Chilling requirement, Heat requirement, *Prunus armeniaca* L., Utah model

1and 3- MS.C and Assistant Professor of Horticulture Department, Ferdowsi University of Mashhad
(*-Corresponding Author Email: zhoshyar92@gmail.com)

2- Associate Professor of Horticulture Department of Agriculture and Natural Resources Research Center of Khorasan Razavi



Effect of Grafting Method, Graft Cover and Foliar Spray of some Mineral Elements on Persian Walnut Graft-take and Winter Survival Rate

R. Rezaee^{1*} - F. Naghilou²

Received: 14-01-2015

Accepted: 02-02-2016

Introduction: Persian walnut (*Juglans regia* L.) is an important nut crop in Iran and many parts of the world. One of the major challenges of growing walnut is planting of non-grafted walnut trees in orchards, which leads to the reduction of yield, quality and productivity of walnut orchards. Compared to the other fruit trees, walnut grafting is difficult and even newly grafted walnut seedlings are vulnerable to fall or winter frost chilling, so that most of the seedlings are lost after subjecting to the cold winter. There are a few studies reporting successful grafting in outdoor conditions, however, final grafting take after winter has been usually ignored. Hence, increased walnut grafting success and improved tree growth after grafting through foliar nutrient application may lead to increased tolerance of chilling. Therefore, main goals of this research were to investigate the effect of some graft covers and role of foliar spray of calcium, boron and zinc on the reduction of frost damage in newly grafted seedlings under outdoor conditions.

Materials and methods: This research was conducted at agricultural research station, Khoy city, west Azerbaijan province, during 2012-2014. In the first experiment, three methods of grafting including cleft, bark and V-shaped, and two kinds of graft covers including moist sawdust and superabsorbent plus cotton wool were investigated in terms of grafting success and quality of seedlings. In the second experiment, effect of the three above-mentioned grafting methods and two levels of foliar spray including sequential spray of Ca (4 ppm), B and Zn (2%) (3 times during growth season) and control (no spray) were studied in terms of frost damage. The experiments conducted in factorial based on randomized complete block design with 10 trees in each plot. Data were collected 45 days after grafting take, final grafting take after one winter, subsequent scion growth length and diameter and concentration of Ca, B and Zn in the tissues of shoot tips as well as percentage of frost damage one year after grafting. The collected data were transformed by relevant methods and analyzed by GLM analysis using SPSS software.

Results and discussion: According to the results obtained from the first experiment, significant differences were observed among grafting methods and grafting covers in terms of grafting success and scion growth. Cleft grafting with the grafting take of 47.4% after 45 days was ranked as the best method, followed by bark and V-shaped grafting methods with 40.0 and 35.0 %, respectively. Meanwhile, V-shaped grafting method finally showed the highest grafting take with 46.6%. The effect of grafting type was also significant for scion shoot length and diameter, with the highest scion growth obtaining from bark grafting method. Regarding the effect of cover types, significant differences were found between the two types of covers, so that the highest grafting take (75.5%) obtained from moist sawdust cover compared to the lowest grafting take (11.1%) from super absorbent plus cotton wool cover. The increase found in grafting success by sawdust cover was in agreement with the previous reports. This increase can be attributed to the buffering action of sawdust in absorbing xylem sap, provision of moist and aerated conditions suitable for better callus formation and subsequent scion growth without any wood rot symptoms around the graft area. The results of the second part of the research also revealed that percentage of frost to dieback of shoots varied statistically among the three grafting methods. The lowest frost damage (17.5%) was related to the cleft followed by V-shaped grafting method (20.0%). The highest frost damage (24.6%) was observed on scion woods grafted by bark grafting method. Results related to foliar spray showed that spray of Ca, B and Zn caused a significant reduction in frost damage percentage. In the sprayed plots, the average of frost damage was only 11.6% compared to the control plot with the damage rate of 29.4%. Moreover, foliar spray statistically increased the concentration of related elements in vegetative tissues of scion.

Conclusion: Based on the results, using V-shaped, cleft and bark grafting methods covered with moist sawdust were effective for the increase of graft success percentage. Spraying of young grafted trees with Ca, B

1-Academic Member of Research, West Azerbaijan Agriculture and Natural Resources research and Educationcenter, Urmia

(*-Corresponding Author Email: rezrezaee@yahoo.com)

2- Msc graduated, Islamic Azad University, Mahabad

and Zn was also effective to reduce frost damage and is thus recommended in walnut nurseries. Moreover, there was a significant interaction between grafting method and spraying treatments in terms of balanced scion growth and higher contents of mineral in scion tissues, indicating that choosing an appropriate method of grafting and spraying can be effective in the reduction of frost damage. In this study, the lowest frost injury was observed with cleft grafting and spraying treatments due to relatively reduced scion growth as well as higher content of minerals in scion tissues.

Keywords: Foliar spray, Frost damage, Grafting cover, Nursery management, Walnut grafting



A Comparison of Conventional, Integrated and Organic Management Systems on the Quality of Pomegranate Fruit cv. "Rabbab-e- Shiraz"

M. Ahmadi¹ - M. Ghasemnezhad² - H. Meighani^{3*} - M. Kavooosi⁴

Received: 16-02-2015

Accepted: 28-10-2015

Introduction: Pomegranate (*Punica granatum* L.), belonging to Punicaceae family, is a tropical and subtropical attractive deciduous or evergreen shrub and is one of the native fruits of Iran. With total production of 941804 tons in 2013, Iran is one of the most important pomegranate producers in the world. Pomegranate is an important source of bioactive compounds. Despite the high nutritional values of pomegranate fruits, the overuse of synthetic fertilizers and pesticides in conventional systems reduces nutritional and functional quality of pomegranate fruits. On the other hand, world demand for organic products is growing rapidly in developed countries, especially in Europe, USA, Japan and Australia. Previous studies showed that organic fruits contain higher minerals, vitamins and oxidant activity than conventional crops. Therefore, the aim of the present paper was to compare organic, integrated and conventional management systems in pomegranate orchard on mineral contents and qualitative attributes of pomegranate fruit.

Materials and methods: Pomegranate (cv. *Rabbab-e-Shiraz*) grown under organic, conventional and integrated management systems in a commercial orchard, in Nourabad Mamsani, Fars province, was used for this study. Pomegranate fruits were harvested at commercial harvest stage and transported in an air-conditioned vehicle to the laboratory of Horticultural Science Department, University of Guilan, Rasht. Some factors like fruit, aril and peel weight, aril length, weight ratio of peel to aril, peel to fruit and aril to fruit, and seed firmness (Penetrometer, with the diameter of 11 mm) were assessed. In addition, qualitative properties (Total Soluble Solids (TSS), TA (Titratable Acidity), TSS/TA and pH), antioxidant compounds (total phenol, flavonoids and anthocyanin content) in pomegranate juice and mineral nutrients (N, P, K, Ca and Mg) in peel and arils were measured. The experiment was conducted in a randomized complete block design with 4 replications.

Results and discussion: The results showed that fruit, arils and peel weight and fresh weight of peel were significantly higher in conventional system than organic management system. Fruit weight depends on plant nutrition, which, in turn, significantly influences postharvest quality. It is possibly due to smaller cells and less intercellular spaces in organic fruits. In this study, fruit size in organic management system was significantly lower than conventional system; our results in this regard are in accordance with the previous studies reported on kiwifruit, apple and grape. Fruit taste is determined mainly by juice TSS and the ratios between TSS and TA. In this study, juice TSS in conventional and integrated management systems was higher than organic fruits at harvest time. Our findings are in agreement with Beng et al. (6), who reported higher amount of TSS in kiwifruit obtained from conventional system than organic system due to more mature fruit and greater use of nitrogen fertilizers.

No difference was found for pH, TA, TSS/TA, seed firmness, total anthocyanin and flavonoid content among the three management systems. The antioxidant activity properties of pomegranate juice were attributed to polyphenols, sugar-containing polyphenolic tannins and anthocyanins. In this study, total phenolic content and antioxidant activity in fruits obtained from organic management system were greater than conventional management system. These results are in agreement with the findings reported in blueberry, peach and grape, apple, kiwifruit and strawberry fruits. Mineral nutrient analysis showed that the concentrations of P, Ca and Mg in peel, and N, P, K, Ca and Mg in aril of organic fruits were lower than fruits of conventional system, but the ratio of Ca to other elements in the arils of organic fruits was significantly higher than conventional system fruits. In apple, N concentration of conventionally grown fruits was higher, while K, Ca, Na and Mg concentrations of organic fruits were higher than conventional fruits. There were positive correlations between total phenolic content and antioxidant activity in pomegranate juice, which was in agreement with the results reported in kiwifruit and grape fruits.

1 and 2- MSc. Student and Associate Professor respectively, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Guilan

3- Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Jiroft

(*-Corresponding Author Email: hmeighani@ujiroft.ac.ir)

4- Associate Professor, Rice Research Institute of Iran

Conclusion: The results of the current study indicated that fruit quality of pomegranate cv. *Rabbab-e-Shiraz* was affected by the type of orchard management system. Although fruits obtained from organic system had smaller size in comparison with the fruits of other systems, the amount of total phenolic content and antioxidant activity was higher in organic system compared with conventional system, representing a higher nutritional value of organically grown fruits than conventionally grown fruits. Furthermore, organic fruits had higher Ca to N, Mg and K ratio, which can affect the shelf life and postharvest quality of pomegranate fruits.

Keywords: Anthocyanin, Antioxidant compound, Organic, Pomegranate



Effect of Salt Stress on Morphological Traits of Lettuce Genotypes (*Lactuca Sativa* L.)

M. Zare^{1*} - B. A. Fakheri² - S. Farokhzadeh³

Received: 03-03-2015

Accepted: 24-11-2015

Introduction: The recognition of salt tolerant plants is important as a result of increasing saline lands in Iran and world. Cultivation of plants in hydroponic environment is a reliable and economical method in order to select the salt tolerant plant. Salt stress can effect on plant growth and development by ion toxicity, ionic disturb the balance and osmotic potential. Lettuce is one of the most important vegetable crops. This plant is one of the most important leafy vegetables which is used for salad and fresh marketing, also some types of this vegetable is used in baked type. The aim of this study was to investigate the genetic diversity of lettuce genotypes undersalt stress in the hydroponic system.

Materials and Methods: To assess response of lettuce seedlings to salt stress, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications at Biotechnology Research Institute for hydroponic cultivation of Zabol. In this experiment, the effects of three salinity levels (0, 2 and 4 dS/m) on morphological characteristics of 15 lettuce genotypes were evaluated. The seeds were sterilized for ten seconds in ethanol 96% and then 15% sodium hypochlorite solution for 50 seconds, then rinsed several times with distilled water, then disinfected seeds were cultured in plastic pots containing coco peat and perlite. After ...days plants were transferred to hydroponic system containing Hoagland solution. Collected data were analyzed and means comparisons were made using LSD by SAS software.

Results and Discussion: The results showed that salinity has a significant effect on seedling growth of lettuce genotypes ($p \leq 0.01$). significant difference between salinity levels and genotype were observed for all traits. Interaction of genotype and salinity for all the traits except root length, plant length and leaf were significant at 1%. Based on the results, the greatest root length was belong to Esfahan Varzaneh leafy lettuce and Romaine lettuce long green Teresa genotype, respectively. Increasing salinity led to significant reduction ($p \leq 0.01$) in the plant length lettuce in all genotypes. Root and plant fresh weight lettuce genotypes were significantly ($p \leq 0.01$) influenced by different levels of salinity. The greatest amount in root and plant fresh weight lettuce genotypes were obtained in the control treatment and the lowest amount at the level of 4 dS/m. Root and plant dry weight lettuce genotypes were significantly ($p \leq 0.01$) influenced by the salinity. Root and plant dry weight decreased with increasing salinity. So that the greatest amount of root and plant dry weight lettuce genotypes were obtained in control treatment and the lowest amount at the level of 4 dS/m.. The results showed that root and plant length ,root fresh and dry weight, plant fresh and dry weight and leaf length and width reduced with increasing salinity. The clustering pattern the genotypes were grouped into 3 clusters based on their charachters at 4 dS/m salinity. The first cluster were placed in salt tolerant groups, while the other genotypes were clustered into moderately tolerant cluster. Romaine lettuce long green Teresa genotype was placed in salt-tolerant group and Lettuce Everest, Lettuce May Queen, Curly endive hair angel, Cabbage Milan Aubervilliers and Romaine lettuce long blonde Galaica were placed in salt-sensitive group.

Keywords: Hydroponics, Plant fresh weight, Plant length, Root length, Salinity

1- M.Sc. Graduated student of Breeding of Garden plants, College of Agriculture, University of Zabol
(*-Corresponding Author Email: Maryam.zare2210@gmail.com)

2- Associated Professor of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Zabol

3- Ph.D. Student of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Zabol, and Master of Payam Noor University, Darab



Morphological Diversity among Walnut Genotypes of in Azadshar, Iran

F. Shamlu¹ - M. Rezaei^{2*} - A. Biabani³ - A. Khanahmadi⁴

Received: 09-03-2015

Accepted: 02-02-2016

Introduction: Persian walnut (*Juglans regia* L.), a monoecious tree with a long history of cultivation in Middle East and Europe, is currently one of the major nut crops in Iran. Since Iran is known to be one of walnut origins, a high genetic diversity can be found in this area. Almost all traditional commercial walnut orchards in Iran propagated by seed, therefore these orchards are rich in genetic resources. Morphological studies on the basis of pomological traits can be used for assessment of genetic variability in fruit trees, as well as for selection superior genotypes. Some researchers studied walnut genetic diversity in several areas of Iran but not in Azadshahr region, an area located in north and north-eastern of Iran with high walnut production. As walnut is highly diverse due to open-pollination system and seed propagation, we intend to study genetic diversity of Azadshar walnut genotypes by using morphological and pomological traits.

Materials and Methods: This research was conducted in Azadshare, Golestan province, Iran in 2012. Considering walnut orchards distribution, distance and height above sea level, four areas, namely Vamenan, Kashidar, Roodbar and Sidabad, with the distance of 15 Km apart were selected. Based on tree density and distribution, 15 to 40 trees in each area were labeled, and 102 walnut genotypes were generally evaluated. In each genotype, 30 morphological characteristics related to fruit, leaf and tree-growing habit were studied by using IPGRI walnut descriptor with a few modifications. Data analysis was performed by SPSS 16 software. Correlation coefficient of quantitative and qualitative characteristics was performed by using Pearson and Spearman methods, respectively. Cluster analysis was also performed by Ward method.

Results and Discussion: The results of anatomical characteristics analysis showed that genotypes of this area have high diversity in some pomological traits such as kernel percentage, nut weight, kernel color, easy separation of kernel. Based on the results, genotypes Ka17 and Va31 had the highest average of nut weight (19.79 gr). Va31 genotype had the heaviest kernel (9.4 gr). SID1 genotype had the highest kernel percentage (60.34%). Moreover, e genotypes ROOD4 and Va34 were typified by easy removal of kernel halves (very easy) and fruit flavor desirability (desirable). 26.47% of the genotypes showed very easy separation of kernel from shell. Correlation analysis showed that there was significant correlation among some traits. Fruit weight had high positive correlation with fruit length and diameter, and kernel and shell weight. There was no significant correlation among kernel shape, easy separation of kernel and shell tissue. As the results of cluster analysis of walnut genotypes indicated, clustering of genotypes is mostly similar to collected region and genotypes separated to four main groups in 12.5 distances of 25 in cluster figure. Most walnut genotypes of Vamenan and Kashidar regions, with the exception of ROOD 11 and ROOD 4, were placed in the first and second clusters similar to their geographical distribution. These areas have been the closest to the geographical distance and the height above sea level is not much different from each other. Almost all the genotypes collected from Sidabad region were placed in the third cluster. Sidabad village has high geographical distance from other studied regions, with its elevation is being significantly different from other areas. The majority of Roodbar genotypes, some genotypes of Vamenan and Kashidar, and one genotype of Sidabad (SID4) formed the fourth cluster. Roodbar region was located geographically between Sidabad and Vamenan regions. It has the same elevation as Vamenan and Kashidar have. In general, nut, kernel and leaf characteristics had the major role in clustering of genotypes.

Conclusion: Large genetic diversity in Azadshar walnut genotypes as inferred from morphological markers is advantageous to crop improvement through breeding and selection. Clustering analysis by morphological markers could clearly separate Sidabad walnut genotypes from other populations which have a good similarity with their geographical distribution. According to the results of this study, walnut genotypes collected from

1, 2-M. Sc student and Assistance Professor of Horticulture Science, Shahrood University of Technology

(*-Corresponding Author Email: mhrezaei@shahroodut.ac.ir)

3- Associated professor, Crop production Department, Gonbad University

4- Instructor, Animal Science Department, Gonbad University

Azadshahr region showed a high genetic variation that can be used in breeding programs. Clustering based on morphological characteristics can be an effective method to determine the relationship between genotypes, as well as their relative distance.

Keywords: Clustering, Genetic diversity, Kernel percentage, Superior genotypes



***In silico* Coding Sequence Analysis of Walnut *GAI* and *PIP2* Genes and Comparison with Different Plant Species**

M. Mohseniazar¹- M. Tohidfar²- K. Vahdati^{3*}

Received: 18-03-2015

Accepted: 27-02-2016

Introduction: Dwarfism is one of the important traits in breeding of crops and horticulture plants. A dwarfing rootstock will produce trees with 15-50% of standard trees size. In modern intensive fruit tree orchards, dwarfing rootstocks are commonly used to reduce trees size, enabling high-density planting and easy management, thus achieving higher yield. Trees on dwarfing rootstocks can also exhibit other economically important traits, such as precocious flowering, increased yield and increased disease resistance. Dwarf rootstocks have been extensively studied and released in stone and pome fruits, because of presence of genetic materials and the simplicity of budding methods. Control of tree size using genetically dwarf rootstocks for achievement to higher density and mechanized orchard systems is now very important for walnut production in the world especially in Iran. Many different genes can be involved in appear of this. Mutations in *GAI* and *PIP2* genes cause dwarf trait by two different mechanisms in some plant species. In this case, we study *in silico* analysis of *GAI* and *PIP2* genes consist of conserved sequences and domains, exon and intron number, function of their proteins, targeting, secondary and tertiary structure, and post translational modification.

Materials and methods: The *GAI* and *PIP2* mRNA and protein sequences (FASTA format) belonging to 17 monocotyledon and dicotyledon were downloaded from NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) accessed, on September 2014. Several online web services and software were used for analysis of *GAI* and *PIP2* mRNA and Proteins in plants. Comparative and bioinformatics analyses of *PIP2* and *GAI* proteins were performed online at two websites NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) and EXPASY (<http://expasy.org/tools>). Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA; version 4) program and CLUSTAL-W with default parameters were used for multiple alignments of sequences. The phylogenetic analysis of *GAI* and *PIP2* protein was done with MEGA from aligned sequences. The motifs of protein sequences were found using the program of T-COFFEE at website (<http://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/tcoffee/>). The Neighbor-Joining (NJ) method was used to designing the phylogenetic tree. The predicted exons and introns in mRNA sequences were done by <http://genes.mit.edu/GENSCAN.html> website. The secondary structure of proteins was predicted by PSIPRED online on <http://bioinf.cs.ucl.ac.uk/psipred/>. Prediction of 3D model of protein was performed using the 3D alignment of protein structure by BLASTp and PDB database as source. Also, targeting prediction of proteins was done online by TargetP at (<http://www.cbs.dtu.dk/services/TargetP/>) website.

Results and discussion: In phylogenetic investigation among 17 different species, Walnut species evolutionary stand in dicotyledonous and woody plants by both of *GAI* and *PIP2* genes and protein sequence clustering. By multiple alignments and investigation in conserved sequence of these genes in plant revealed that despite differences in cDNA length, there were very similarities in conserved region, secondary and tertiary structure. Protein analysis in the *GAI* gene family showed that the following domains including DELLA, TVHYNP, VHIID, RKVATYFGEALARR, AVNSVFELH, RVER, and SAW were conserved in this proteins. In secondary structure of protein, β -sheets and α -helixes specified by PSIPRED software for both of *GAI* and *PIP2* proteins. *GAI* protein had 9 β -sheets and 15 α -helixes in its structure, also *PIP2* protein had 2 β -sheet (at 180-188 and 248-253) and 8 α -helixes. In comparison of 3D structure, walnut *PIP2* protein was very similar to chain A of *PIP2* protein of spinach (*Spinacia oleracea*) and *GAI* protein of walnut was similar to B-subunit of Arabidopsis *GAI* protein with 48% similarity. The length of *GAI* protein was varied from 636 aa in *Malus baccata* var. xiaojinensis to 336 aa in *Physcomitrella patens* among species. In walnut, the length of *GAI* and *PIP2* protein was 613 aa and 287 aa, respectively. *PIP2* protein length was similar in different species among 257 aa in *Triticum aestivum* to 290 aa in *Zea mays*. By exon-intron and targeting analysis of sequence, it was found that *GAI* gene target was in nuclear and had just one exon without intron, and *PIP2* gene in walnut had 4 exons and 3 introns with cell membrane targeting. In results, Tcoffee analysis revealed that *PIP2* gene was very conserved across the evolution between plant species in compared with *GAI* gene.

Conclusion: Our results provide new insights into the evolutionary relationships of *GAI* and *PIP2* proteins.

1, 3- PhD Studentat and Professor of Horticulture Department, University of Tehran, Aboureyhan Campus

(*-Corresponding Author Email: kvahdati@ut.ac.ir)

2- Associate Professor of Agriculture Biotechnology Research institute of Iran-karaj

The results of the sequence alignment showed that *GAI* and *PIP2* in walnut and other species have high homology with each other. After this analysis, we can have a good perspective about molecular situation of walnut *GAI* and *PIP2* genes. Result of this study can be used for make relationship between growth, flowering, and water uptake characteristics of these plants and their protein sequences. Also this research gives good information for us if we want to clone these genes from Iranian genotypes.

Keywords: Alignment, Dwarfism, *GAI* gene, In silico, Phylogenetic analysis, *PIP2* gene



Effects of Organic amendments and Biofertilizer Application on some Morphological Traits and Yield of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.)

M. Taghi Darzi^{1*}- B. Sadeghi Nekoo²

Received: 20-04-2015

Accepted: 05-01-2016

Introduction: Hyssop (*Hyssopus officinalis*) is a perennial herb which is cultivated in temperate regions of Asia, Europe and America. The essential oil of hyssop is widely used as traditional drug in some of the parts of Asia and Europe to treat respiratory diseases. Hyssop is also used in food, pharmaceutical, flavor and cosmetic industries throughout the world. It is mainly used for antispasmodic, stomachic, antifungal, relax spasm and cough treatment. Applying organic fertilizers and biofertilizers such as compost, vermicompost and nitrogen fixing bacteria contain *Azotobacter* and *Azospirillum* has led to a decrease in chemical fertilizers consumption and has provided high quality agricultural products. Several studies have shown that organic and bio-fertilizers application such as vermicompost and nitrogen fixing bacteria can increase essential oil content of medicinal plants of dill, basil and fennel. The main object of this work was to record the best suitable treatment of organic and biological fertilizer to obtain highest yield of Hyssop.

Materials and Methods: A field experiment, arranged in a randomized complete blocks design with eight treatments and three replications at research field of the Agriculture Company of Ran, Firouzkuh, Iran during the growing season of 2012. The treatments were (1) 20 t/ha compost, (2) 12 t/ha vermicompost, (3) biofertilizer [inoculated seeds with *Azotobacter* and *Azospirillum*], (4) 10 t/ha compost + 6 t/ha vermicompost, (5) 20 t/ha compost + biofertilizer, (6) 12 t/ha vermicompost + biofertilizer, (7) 10 t/ha compost + 6 t/ha vermicompost + biofertilizer and (8) control [without fertilizer application]. Inoculation was carried out by immersing the hyssop seeds in the cells suspension of 108 CFU/ml for 15 min. The required quantities of compost and vermicompost were applied and incorporated to the top 5 cm layer of soil in the experimental beds before planting of hyssop seeds. Each experimental plot was 3 m long by 2.28 m wide with the spacing of 15 cm between the plants and 38 cm between the rows. There was a space of one meter between the plots and 2 meters between replications. Hyssop seeds were directly sown by hand. There was no incidence of pest or disease on hyssop during the experiment. Weeding was done manually and the plots were irrigated weekly (as trickle irrigation system). All necessary cultural practices and plant protection measures were followed uniformly for all the plots during the entire period of experiment. In this study, some morphological traits and yield hyssop including plant height, branch no./plant, fresh weight of plant, dry weight of plant, herb fresh yield, herb dried yield, essential oil content and essential oil yield were evaluated. In order to determine herb fresh yield and herb dry yield, 1 m-2 plants were used at the harvest time (full blooming). For determine the essential oil content (%), About 100 g dried herb of hyssop (dried in shadow) as sample from the each plot were selected and then were subjected to hydro-distillation (Clevenger type apparatus) for 3 hours. Essential oil yield also was calculated by using essential oil content and herb dried yield. Analysis of variance by using SAS software and mean comparisons by Least Significant Difference Test (LSD) (at the 5% probability level) was done.

Results and Discussion: The present results have shown that the highest plant height and branch no./plant in treatment of integrated application of 20 t/ha compost, biofertilizer, the maximum fresh weight of plant and herb fresh yield in treatment of application of 20 t/ha compost were obtained. Also, the highest dry weight of plant in treatment of integrated application of 10 t/ha compost, 6 t/ha vermicompost and biofertilizer and the highest herb dried yield, essential oil content and essential oil yield in treatment of integrated application of 12 t/ha vermicompost and biofertilizer were obtained. Vermicompost application through high ability for absorption of mineral nutrients like N, P and K by plants and then increase of biomass amount has a positive effect on secondary metabolites concentration such as essential oil and subsequently the enhanced essential oil content. Increased essential oil yield in treatment of 12 tonnes vermicompost per hectare and biofertilizer can be owing to the improvement of yield attributes such as herb dry yield and essential oil content.

Conclusion: Integrated application of organic manures and biofertilizer positively influenced morphological traits and yield of hyssop, as the highest herb dry yield, essential oil content and essential oil yield were obtained

1, 2- Associated Professor and Graduated student of Agronomy (M.Sc), Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Roudehen Branch
(*-Corresponding Author Email: mtdarzi@gmail.com)

in treatment of integrated application of 12 t/ha vermicompost and biofertilizer and treatment of integrated application of 10 t/ha compost, 6 t/ha vermicompost and biofertilizer. On the base of research results, organic amendments and biofertilizer application can be caused in improvement of morphological characters and yield of hyssop.

Keywords: Azospirillum, Azotobacter, Compost, Essential oil, Vermicompost



Effect of Various Management Methods of Apical Flower Bud on Cut Flower Quality in Three Cultivars of Greenhouse Roses

M. Matloobi¹ - R. Mahootchian Asl² - Z. Sabaghnia^{3*}

Received: 05-14-2015

Accepted: 03-02-2016

Introduction: In greenhouse roses, canopy management has been highly noted and emphasized during the past decades. It was recognized that improving canopy shape by implementing some techniques such as stem bending and flower bud removing can highly affect the marketable quality of cut roses. For most growers, the best method of flower bud treatment has not yet been described and determined physiologically. This experiment was designed to answer some questions related to this problem.

Materials and Methods: A plastic commercial cut rose greenhouse was selected to carry out the trial. Three greenhouse rose cultivars, namely Eros, Cherry Brandy and Dancing Queen, were selected as the first factor, and three methods of flower bud treatment along with bending types were chosen as the second factor. Cuttings were taken from mother plants and rooted under mist conditions. The first shoot emerging from the cutting was treated at pea bud stage by one of the following methods: shoot bending at stem base with intact bud, immediate shoot bending at stem base after removing flower bud and shoot bending at stem base two weeks after flower bud removal. Some marketable stem properties including stem length, diameter and weight, and characteristics related to bud growth potential were measured, and then the data were subjected to statistical analysis.

Results and Discussion: Analysis of variance showed that cultivars differ in their marketable features. Cherry Brandy produced longer cut flowers with higher stem diameter compared to the two other cultivars. This cultivar was also good in stem weight trait; however its difference from Eros was not significant. Dancing Queen did not perform well in producing high quality stems on the whole. Regarding number of days until bud release and growth, Cherry Brandy's buds spent fewest days until growing. In many studies, the effect of cultivar on rose shoot growth quality has been documented and explained. For instance, it was determined in *Rosa hybrida* 'Fire and Ice' that the rate of increase in stem length was about two times more than that in 'Kardinal' cultivar when both compared to control cultivar. These differences may have genetic and/or environmental origins. Methods of stem treatment significantly affected some shoot characteristics such as bud burst time, number and weight of growing shoots on bent stems and flower diameter, but no significant effect was observed on most important marketable traits. However, this factor interacted significantly with cultivar in some characteristics such as time of bud burst and the number of growing shoots on bent stems, showing that similar stem treatments can cause different results in different cultivars. Methods of stem treatment unexpectedly did not change the stem marketable qualities such as stem length and diameter, while it significantly altered time of bud burst, flower diameter and weight of shoot sprouts on bent stems. The most interesting result was that time of bud burst decreased from about 10 days in the immediate stem bending with intact bud to about 5 days in the treatment containing bending practice two weeks after the flower bud removal. This feature can be valuable, since it can decrease time of shoot growth and harvest time, thereby increasing stem production per time scale. The highest weight of shoot sprouts on bent stems obtained when bud removal performed at bending time, indicating that this phenomenon occurs as a consequence of apical dominance removal. Growers can adjust leaf area per plant by controlling the rate of bud growth with or without the number of bud sprouts on the bent stems through implementing different flower shoot management systems. It was reported in many studies that altering stem position, removing flower bud, defoliating and practicing similar activities can change hormone and carbohydrate balance inside the plant, which, in turn, may lead to new shape of plant canopy with different leaf areas and distribution patterns as a result of varying bud growth potential scattered in different positions within the canopy. On the other hand, interactive relations between sink and source organs can positively or negatively affect bud growth potential, which can be a powerful tool for growers to manipulate plant canopy development and cut flower quality.

Conclusion: In commercial rose greenhouses, growers are usually seeking methods which are simple and effective in practice. One of these important methods can be found in training and treating ways of growing stems. The findings of this study suggest that choosing a proper time for apical bud treatment and stem bending can highly influence some important qualitative traits in greenhouse roses. For instance, if the aim is to delay the

1, 2 and 3- Assistant Professor and Post Graduate Students of Horticultural Sciences, University of Tabriz
(*-Corresponding Author Email: zsabaghnia@yahoo.com)

crop harvest time, the practice of delayed apical bud removal treatment can be chosen as the best option to cause the delay. On the other hand, crop leaf area during the sunny summer days can be increased by adopting a proper treatment which leads to higher rate of bud burst on bent stems. During the winter days, however taking a practice with the potential of producing lower leaf area (by accurate timing and proper management of apical flower bud sink) can be a more useful way of efficient intercepting of incoming light. Taken together and assuming these kinds of manipulations as a tool, growers can make good decisions according to their existing greenhouse conditions, scheduled harvest time and many other influencing factors in order to obtain the highest possible number of cut flower stems.

Keywords: Apical flower bud, Bud growth, Bending, Sink, Source



The Effect of Medium Cultures on Water Use and Charactristic of *Gazania* Flowers (*Gazania hybrida*) in Green Roof.

T. Bahrami¹ - V. Rouhi^{2*} - A. Mohammakhani³ - S. Reezi⁴

Received: 21-5-2015

Accepted: 25-11-2015

Introduction: Green roof is one of the newest phenomenons in architecture and urbanism that refers to the sustainable development concepts and it will be usable for increasing landscape design, improving quality of the environment and reduction in energy consumption. Ensure of existing adequate green landscape in urban areas and improving access to natural areas surrounding the cities can help to offset negative effects of urban life. The use of green roof technology in cities is one of advanced techniques of green landscape. A green or living roof is a roof of a building that is partially or completely covered with vegetation and a growing medium on top view of buildings. Green roof layers that considered for roof side consist of protection layer, drainage layer, growing medium and plant layer. Medium layer is the medium culture of green roof that plants are begins to grow in it. This space should enable to save enough minerals and water for conserve of green-roof plants. All kinds of plants can growth on the green roof, but there are some constraints in creative of design because of roots dimension, plant canopy, necessary volume of soil, suitable direction to light, good weather, weight of designed structures, budget of repairing and keeping.

Materials and Methods: To evaluate the effect of some culture medium on water consumption, vegetative and reproductive traits of *Gazania* (*Gazania hybrida*) in condition of green roof a factorial experiment was conducted based on a completely randomized design with nine treatments and three replications in 2014. Treatments were three levels of vermicompost (zero, 5%, and 10%) and rice hull (zero, 7, and 14%). Seedlings of plants cultivated in the media mixture of coco peat 15%, perlite 15%, leaf 10%, manure 10%, and filed soil 50%. The container had 60 × 60 × 25 cm dimensions that placed on the roof of greenhouse building with four meters height. The measured traits was number, average, and diameter of flower, stem diameter, plant height and diameter, crown diameter, the number of produced seedlings, root volume and chlorophyll. The weight of different mediums measured for medium of green roof suitable texture. In addition, in the certain period (three months), water consumption calculated with considering of daily evaporate and transpiration for each of medium. Data analyzed using SAS and MSTAT-C statistical program and means compared using a Duncan test ($p < 0.05$).

Results and Discussion: The results showed that vermicompost treatments had significant effects on the number and diameter of flowers and stem height of the plant, but had no effect on plant's stem diameter. Based on the results, different amounts of vermicompost increased the flower number and average per day and also the plant length. The largest flower number (88.33) and average (6.3) per day and the plant length (14.52) were observed in 10% vermicompost treatment and the lowest observed in control treatment. In addition, rice hull treatments had significant effect on flower number and diameter. However, rich hull had not any significant effect on stem number and diameter. Mean comparisons showed the highest and lowest flower number (82.4 and 82.1), mean flower number per day (5.88 and 5.86) in 14% and 7% rice hull treatments, respectively. Also, the highest flower diameter was related to 14% rice hull treatments. Result of analysis variance table showed significant effect on flower crown weight, length and diameter and root volume. Rice hull treatments also had significant effect on flower crown number and diameter and root volume. In this study, combination of 10% vermicompost with %7 rice hull treatment, have the greatest impact on the latedmost traits and reducing water consumption on green roof. As results showed water consumption in the certain period (three months), the lowest consumption belonged to 14% rice hull without vermicompost that had lowest water consumption in comparison with reference. In addition, the heaviest weight of different mediums was related to control and the lightest medium was belonged to 5%, vermicompost in combination with 14% rice hull.

Conclusion: The vermicompost and rice hull as bio-fertilizers not only increased structure, physical and chemical condition of medium but also increased nutrition and reduced water consumption. Vermicompost and rice hull both improved the most flower traits on green roof and reduced water consumption and weight of

1, 2, 3 and 4 - Masters student, Assistant Professor, Associate Professor, Assistant Professor of Horticulture Sciences, Shahrekord University
(*-Corresponding Author Email: v.rouhi@gmail.com)

different mediums. Therefore, the vermicompost and rice hull (14% and 7%) combined with soil mixture can be used as a culture medium in green roofs.

Keywords: Landscape, Rice Hull, Vegetation, Vermicompost, Water consumption



The Effects of IBA and NAA, and Rooting Media on Propagation of Miniature Rose Cuttings (*Rosa hybrida*)

A. Ranjbar¹ – N. Ahmadi^{2*}

Received: 02-07-2015

Accepted: 28-11-2015

Introduction: Miniature rose (*Rosa hybrida*) are well known as one of the world's most popular ornamental plants cultivated worldwide as potted and/or bed plants. Nowadays, more than 100 million pots of miniature roses are propagated by stem cutting in the commercial greenhouses of European countries such as Denmark and Germany. Some treatments such as application of plant growth regulators and suitable rooting medium could be required for accelerating root formation in rose cuttings. Using plant growth regulators like natural or synthetic auxin is a pre-requirement for the initiation of adventitious root in some stem cuttings and it has been reported that the division of the first initiator cells of root depends on internal or synthetic auxin. Methods of application of these chemicals and suitable concentration could be related to several factors, importantly the plant varieties, type of cuttings and the time of cutting preparation. Various kinds of media such as soil, peat moss, perlite and vermiculite are used as bed substrate according to required ratio. Rooting media must provide appropriate moisture and air ventilation for cuttings establishment, which highly affect the cuttings root formation. Appropriate procedure for using wastes materials as culture bed, especially those materials that produced locally, is main aim of some studies to find an alternative medium in ornamental pot plant production. In this regards, evaluation of agricultural wastes to be used to culture bed and introducing suitable materials could be considered. Accordingly, the objective of the present study was to determine the effects of two types of plant growth regulators and bed combinations on rooting percentage of semi-hardwood cuttings in miniature rose.

Materials and Methods: In order to evaluate the effects of different concentrations of indolebutyric acid (IBA) and naphthaleneacetic acid (NAA), and two media with different composition on root formation of miniature rose stem cutting, this research was carried out as a factorial on the basis of randomized complete design (RCD) with three replications. Plant growth regulators including IBA at concentrations of 0, 1000, 2000 and 3000 mg l⁻¹, concentrations of NAA at 0, 500, 1000, 1500 and 2000 mg l⁻¹ were applied together with two types of rooting media. Media including mixing volume of perlite, tea waste compost and sand in a ratio of 1: 2: 2, and perlite, peat and sand in a ratio of 1:2:2 were mixed and applied in this experiment. Using SAS software, data was analyzed based on a generalized linear model (GLM) analysis and tested by least significant difference (LSD) at (P-value < 0.05).

Results and Discussion: Results showed that the highest rooting percentage of cuttings was obtained with 2000 mg l⁻¹ of IBA, while no significant effect of NAA treatment and different rooting media on percentage of rooting was revealed. The two-fold and three-fold interaction of treatments on other measured traits such as primary and secondary root number and root diameter were significant. The two-fold interaction of NAA treatments and rooting media on the trait of primary root number were no significant. The highest root number and root diameter measured in medium containing perlite, tea waste compost and sand in a ratio of 1:2:2 for cutting received combined plant growth regulators.

Conclusions: Compost, the final product of organic residues degradation, improves soil physical characteristics such as soil aggregate formation and stability, water penetration, porosity, compressing resistance and nutrients availability. As well, it improves soil biological characteristics and in result, integration of compost with soil can increase growth, yield and quality of crop. There are also some evidences that in contrast of peat, compost contains plant growth regulators improved plant growth and development. Totally, considering our obtained results, in order to accelerate rooting formation in miniature rose cuttings, treatment of cuttings with synthetic plant growth regulators in medium containing perlite: tea wastes compost: sand (2:2:1) under alternate mist system is recommended. Organic materials activate root area as well as improving fertility of soil. They also play a role in supplying and releasing absorbable nutrients, root establishment, enhancing field capacity,

1, 2- Graduated Master student and Assistant Professor (Ph.D.), Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran

(*-Corresponding Author Email: ahmadin@modares.ac.ir)

reducing evaporation from soil surface and reducing expenses. Therefore, we emphasize on appropriate using of these components in order to obtain better productivity.

Keyword: Growth regulator, Peat, Propagation, Tea waste compost, Semi-hardwood cutting



Evaluation the Amount of Cold Injury in Grapevine and Introducing the Cold Tolerant Genotype in Hamedan Province

Kh. Parvizi^{1*}

Received: 05-07-2015

Accepted: 03-02-2016

Introduction: cold resistance has been studied and evaluated by several methods; visual observation after natural cold injury, establishing of freezing condition by transported micro chamber in native places of trees, cold treatment of detached tree segments in laboratory examination. Most physiological traits correlated with cold resistance have multi gene characteristics and have controversial relationships. Russia researchers evaluated cold injury on 30 cultivars of grapevine. Their results showed that only hybrids that accomplished by crossing between Asian and *vinifera* had more cold resistance as compared with other cultivars. Up to now some researches have been conducted in Iran. Malakooti evaluated the capability of cold injury in some clones. He concluded that only two clones had cold resistance property when treated with -21°C in 24 hours by duration of cold. All grapevines that have been cultivated in Iran belong to *vinifera* species. Therefore there is no absolute cold resistance in the most of them. But some clones and cultivars may be showed more cold tolerance comparison with others since they have been selected and acclimated through the time. By entrance of cold weather that was overwhelming in all of the country in 2011, there had been suitable condition for this survey. In this regard, this research had been conducted to distinguish and evaluate this characteristic.

Materials and methods: this study was conducted to evaluate the effect of cold injury on grapevine cultivars and assessment of tolerance to cold injury in the grapevine cultivars. This research was done in a field evaluation in three part of Hamadan province namely, Razan city, Malayer city and collection cultivars in the Agricultural research center of Hamadan. In three regions we collected and evaluated the canes of eight cultivars, namely, Red Thompson seedless, White Thompson seedless, Askari, Fakhri, Yaghooti, Mehdikhani, ghazne and dozool. After that the winter passed (early spring), we collected the canes and some corsons. Then the canes were separated in three segments. Buds were observed by microscopic detection and survived buds were counted in different segments of the cane. That is a criterion to evaluate the effect of cold injury on buds in this expectation. As we have limited samples in some regions, therefore the experiment was conducted in non-complete randomized design. Tow-way analysis of variance (ANOVA) of the data was carried out using SAS software (v. 8.02, SAS Institute, Cary, NC) and the means were compared through the Duncan's Multiple Range Test.

Results and discussion: result of analysis variance showed that cultivars have significantly different in respecting to bud growth. There were the most number of activated buds in the first third zone of canes (basal side of the cane). This activation had been decreased comparison with the apical zone. Means comparison showed that two cultivars (Mehdikhani and Yaghooti) had highest number of survived buds in three segments of cane as compared to other cultivars. These two cultivars are early ripening cultivar. It is estimated that less injury of cold in these cultivars might be correlated with their precocity besides inclining with inherits and genetic specifications. These cultivars were harvested 25 to 30 days sooner than other cultivars, so they have more time for repletion of starch and biomass. Other six cultivars had more injured buds as compared with these two cultivars. There were not significant different between these six cultivars, although ghazne and dozool had less survived buds as compared with four other cultivars in three segment of the cane. In comparison between three regions of Hamadan province, Hamadan itself and Razan city had more cold injury than Malayer.

Conclusions: It was demonstrated that in this research two cultivars of grapevine (Yaghooti & Mehdikhani) had more cold tolerance in three regions compared with other cultivars. But red and white Thompson seedless is more widespread in Hamedan. So it is recommended that we have good monitoring on horticultural techniques for preventing and reducing cold injury in these cultivars. These precautions or tactics can be concluded as establishing of better nutrition program, prevention of early harvesting, prevention of any leaf injury and

1 -Assistant Professor Faculty Member of Agricultural and Natural Resources Research Center, Hamedan, Agricultural Research, Education & Extension Organization, Iran
(*Corresponding Author Email: kparvizi@yahoo.com)

defoliation, good pruning performance and prevention of severe pruning especially in late season, using of resistant rootstock, using of absorbent light mulches in winter, application of some material for inducing cold resistance.

Keywords: Grapevine shrub, Survived bud percentage, Winter cold injury



Predicting the Impact of Urban Green Areas on Microclimate Changes of Mashhad Residential Areas during the Hottest Period

Z. Karimian^{1*} - A. Tehranifar² - M. Bannayan³ - M. Azizi⁴ - F. Kazemi⁵

Received: 12-07-2015

Accepted: 11-05-2016

Introduction: With regard to two adverse climatic phenomena of urban heat islands and global warming that has been leading to increase temperature in many cities in the world, providing human thermal comfort especially in large cities with hot and dry climates, during the hottest periods of the year is crucial. Mainly vegetation with three methods: shading, evapotranspiration and wind breaking can affect micro-climate. The aim of this study was to assess and simulate the impact of existing and proposed vegetation on the human thermal comfort and micro climate changes in some residential areas of Mashhad during the hottest periods of the year by using a modeling and computer simulation approach.

Materials and Methods: This research was performed in the Ghasemabad residential area, Andisheh and Hesabi blocks, and in the hottest period of the year 2012 in Mashhad. Recorded data in the residential sites along with observed data from Mashhad weather station that included temperature, relative humidity, wind speed and direction. Soil data (soil temperature and humidity, soil type), plant data (plant type, plant height, leaf area index) and building data (inner temperature in the building, height and area buildings) as input data were used in the ENVI-met model. Both two sites, Andisheh and Hesabi residential blocks, with vegetation (different trees and bushes plants, for example Acacia, ash, sycamore, mulberry, chinaberry, barberry, boxwood and Cotoneaster that all of them are tolerant and semi-tolerant to drought) about 20% were simulated. Regarding the area of simulating, 3 receptors were considered in per sites. Simulation was commenced from 6 AM and continued until 18 pm, but just data of 11-15 hours were analysed (the hours of peak traffic).

Results and Discussion: Analysis of outputs data revealed that the temperature of two residential sites in all three receptors during the study were almost the same. In general, the maximum temperature difference between receptors was obtained at 13 hour. The trend of relative humidity changes was very similar in both residential sites. In these two sites the most differences in the relative humidity was obtained at 12 o'clock. In addition, the trend of Predicted Mean Vote (PMV) in Andisheh residential block showed that these changes in central and south-west part of the site were similar. The simulation with vegetation in the sites, also, showed that the trend of temperature and relative humidity changes were similar. The trends of temperature changes in residential site, Hesabi, in the defined receptors were very similar. So that temperature increased from 12 o'clock to 15. While the trend of relative humidity changes was quite the reverse. This study results showed that the difference in temperature, relative humidity and PMV between measured and simulated data were minimal in both residential sites. Moreover, the data comparison of PMV indicated that in both residential sites, despite of simulation with vegetation, the human thermal comfort did not improve, so that these sites were in the range of extreme heat stress. There are several reasons to justify this issue, such as the percentage and the type of vegetation, factors related to the topography and geography of area, building distribution and density, type and color of the building materials and surfaces, etc. However, in this part of the study, other factors were constant, except vegetation. It seems that with increase of percentage and the ratio of vegetation, changes in temperature, relative humidity and other micro-climate factors, are created, but sometimes for the reasons stated, the temperature during the hottest period of the year is too high so that increase in vegetation will have little impact on outdoor thermal comfort. It might be the simulated area on these sites as well as the type and the ratio of the selected species to reduce the temperature and increase the relative humidity have been not adequately represent all conditions which be able to improve thermal comfort.

Conclusions: In this study eventually we can conclude that in the simulated sites with about 20 percent vegetation cover, despite the slight decrease and increase in temperature and relative humidity, respectively compared with the real sites, the thermal comfort range was similar. It is advisable in the future studies to

1- Assistant Professor Department of Ornamental Plants, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad

(*-Corresponding Author Email: zkarimian@um.ac.ir)

2, 4 and 5- Professors and Assistant Professor Department of Horticulture science, Agriculture Faculty, Ferdowsi University of Mashhad

3- Associate Professor Department of Agronomy, Agriculture Faculty, Ferdowsi University of Mashhad

simulate the green area in shape of the vertical and horizontal, changes in species composition in green area like trees, shrubs, and cover plants and also the test of different combinations of type and percentage of vegetation.

Keywords: Relative Humidity, Temperature, Thermal Comfort Index, Vegetation



The Effect of Spermidine on Cold Tolerance Induction in Cucumber Seedlings 'Cv. Super-Dominus'

G. GhazianTafrish¹- H. Arouiee²- M. Azizi³- H.R. Khazaie⁴- S.R. Vessal⁵

Received: 13-08-2015

Accepted: 12-01-2016

Introduction: Plants native to tropical and subtropical climates which grown in the temperate climate zone, suffer chilling injury when exposed to non-freezing temperatures for a certain period of time. The optimum growth temperature for cucumber (a tropical plant) is 20 to 25°C. Cucumber is sensitive to temperatures lower than 10 °C. Cucumber area of production exposes to late spring and early autumn cold weather in Khorasan-e-Razavai, Iran. Studies showed that chilling leads to an alteration in fatty acid composition of membrane lipids and its permeability, changes in photosynthetic pigments content and decrease in photosynthesis. Many researchers pointed to a possible role of polyamine compounds in plant defense against environmental stresses. Exogenous application Spd could prevent the electrolyte and amino acid leakage or recovering the plasma membrane damage in rice and cucumber in response to salinity, chilling and water stressed conditions.

Materials and methods: A factorial experiment, based on completely randomized design was conducted to investigate the effect of short-term chilling on cucumber plantlets which was earlier treated with spermidine. Factors were included two levels of temperature (6 and 12°C) and four levels of spermidine (0, 0.25, 0.5 and 0.75 mg/L). The studied cultivar was 'Super-Dominus'. In order to determine the extent of chilling injury, plants of each treatment were rated based on visual symptoms. By assigning values of 1, 2, 3, 4, and 5 while 1: no visible symptoms 2: 5% of leaf area necrotic, 3: 5-25% of leaf area necrotic, 4: 26-50% of leaf area necrotic but plant still alive, 5: lost, entire plant necrotic and collapsed. Measured traits were root and shoot length, root and shoot dry weight, root and leaf electrical leakage, and leaf chlorophyll content.

Results and discussion: Plants which exposed to low temperature showed chilling injury symptoms (5-25% leaf area necrotic). The symptoms reduced (less than 5% leaf area necrotic) by using 0.25 and 0.5 mg/L spermidine. The symptoms enhanced by 50% by applying 0.75 mg/L spermidine at 6°C. Analysis of variance showed that there was significant difference between temperature levels, spermidine levels and interaction between them in respect to root length, shoot length, shoot dry weight and root and leaf electrical leakage. Root dry weight, root to shoot ratio and chlorophyll content just affected by temperature and spermidines levels but not by interaction between them. Root and shoot length and dry weight decreased by low temperature. At cold stress condition growth decreased due to a reduction in photosynthesis and carbohydrate metabolism. Root and shoot length decreased more than 79% at 6°C compare with 12°. Root to shoot ratio increased at cold condition which was the result of lower root weight loss in response to cold temperature compared with shoot weight losses. Electrical leakage (EL) enhanced in leaf and root cells at chilling temperature, but the enhancement was significantly more at root cells. Electrical leakage enhanced more than 52% in root cells at 6°C compared with 35% in leaf cells. EL suppressed, using 0.25 and 0.5 mg/L spermidine while an increase observed in EL at 0.75 mg/L spermidine. The lowest EL percentage observed for leaf samples treated with 0.25 and 0.5 mg/L spermidine at 12°C. The highest EL percentage belonged to root samples treated with 0.75 mg/L Spd at 6°C. Chlorophyll content (ChlC) decreased at cold condition. ChlC was 52% at 12°C compared with 37% at 6°C. High significant correlation observed between chlorophyll content and shoot dry matter ($r^2 = 0.96^{**}$). Root and shoot length and dry weight and leaf chlorophyll content enhanced using 0.25 and 0.5 mg/L spermidine at both chilling and control temperatures. A decrease observed in measured traits applying 0.75 mg/L spermidine. There was no significant difference between 0.25 and 0.5 mg/L spermidine levels in respect of measured traits expect for shoot dry weight. Spermidine enhances chilling tolerance in cucumber by prohibiting the activity of NADPH oxidase. The capacity of PAs to enhance the tolerance of cucumber to chilling injury is attributed to the scavenging of H_2O_2 production under chilling condition.

Conclusion: Results showed that root and shoot length and weight, root and leaf electrical leakage and chlorophyll content of leaf adversely affected by chilling stress. Using 0.25 mg/L spermidine modulates plant responses to chilling stress. There was no significant difference between 0.25 and 0.5 mg/L spermidine in respect of measured traits. But all measured traits adversely affected using 0.75 mg/L spermidine at both 6 and 12°C.

Keywords: Chlorophyll content, Electrical leakage, Root dry weight, Shoots length

1, 2 and 3- PhD student, Associate Professor and Professor Department of Horticulture science, Agriculture Faculty, Ferdowsi University of Mashhad

(*-Corresponding Author Email: aroiee@um.ac.ir)

4- Professor Department of Agronomy, Agriculture Faculty, Ferdowsi University of Mashhad

5- Assistant Professor, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad



Comparison of Organic and Chemical Inputs on Different Densities of *Echium amoenum* Fisch & Mey. in Mashhad Conditions

M.B. Amiri^{1*}- P. Rezvani Moghaddam²- M. Jahan³

Received: 06-09-2015

Accepted: 27-02-2016

Introduction: In recent years, the effect of exogenous organic amendments on soil properties and plant growth characteristics has received renewed attention. Although the utilization of mineral fertilizers could be viewed as the best solution in terms of plant productivity, this approach is often inefficient in the long-term in tropical ecosystems due to the limited ability of low-activity clay soils to retain nutrients. Intensive use of agrochemicals in agricultural systems is also known to have irreversible effects on soil and water resources.

Compost is organic matter that has been decomposed and recycled as a fertilizer and soil amendment. Compost can greatly enhance the physical structure of soil. Decomposing organic amendments slowly release nutrients which may be taken up by plants and thus result in improved agroecosystem productivity.

Vermicompost is currently being promoted to improve soil quality, reduces water and fertilizer needs and therefore increases the sustainability of agricultural practices in tropical countries. Vermicomposting is a process which stabilizes organic matter under aerobic and mesophilic conditions through the joint action of earthworms and microorganisms. The products of vermicomposting have been successfully used to suppress plant pests and disease as well as increase crop productivity.

Cow manure is an excellent fertilizer containing nitrogen, phosphorus, potassium and other nutrients. It also adds organic matter to the soil which may improve soil structure, aeration, soil moisture-holding capacity, and water infiltration.

Plant density is the number of individuals of a given plants that occurs within a given sample unit or study area. Planting density can impact the overall health of plants. Plantings that are too sparse (the density is too low) may be more susceptible to weeds, while planting that are too dense might force plants to compete over scarce nutrients and water and cause stunted growth.

Despite of many studies on the effect of organic fertilizers and plant density on different crops, information on the effects of these factors for many medicinal plants is scarce. Therefore, in this study the effect of organic fertilizers and plant density on morphological characteristics and yield of *Echium amoenum* was studied in a low input cropping system.

Materials and methods: In order to evaluate the plant density and comparison of organic and chemical fertilizers on Iranian Ox-Tongue (*Echium amoenum*), a split plots experiment in time based on RCBD design with three replications was conducted in 2011-2014 growing seasons, in Ferdowsi University of Mashhad, Iran. The main plots included factorial combination of 3 plant densities (3, 5 and 10 plants per m²) and 4 different types of organic and chemical fertilizers (compost, vermicompost, cow manure, nitrogen chemical fertilizer and control) and the sub plots included agronomic years (2 and 3 agronomic years).

Results and discussion: The results showed that the effect of plant density on dry flower yield was significant, so that the highest dry flower yield (816 kg.ha⁻¹) obtained for 5 plants per m² and in this treatment dry flower yield was 23% and 15% more than 3 and 10 plants per m² treatments, respectively. In both of agronomic years, effect of different organic and chemical fertilizers was intensified in 5 plants per m², for example in second agronomic year, compost in 5 plants per m² increased seed yield 30 and 25% compared to 3 and 10 plants per m² densities, respectively. Although the use of chemical fertilizers to improve yield and yield components of Iranian Ox-Tongue was no ineffective, its impacts was much less than organic fertilizers. In general, the results of this research showed that the use of organic fertilizers in optimal plant densities can be reducing environmental risks of chemical fertilizers and develop sustainable agriculture and protect the health of the products.

Organic fertilizers are among the most significant resources for development of agricultural soil quality and increase in the yield of different medicinal plants. It has been reported that this ecological inputs provide favorable conditions for plant growth and development through improvement of physical, chemical and biological properties of the soil, therefore, it can be concluded that improvement of the most studied traits in the present study were due to use of organic fertilizers.

1- Assistant Professor of Gonabad University

(*-Corresponding Author Email: amiri@gonabad.ac.ir)

2, 3-Professor and Associate Professor of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

It seems that plants compete with each other over scarce nutrients and water in high plant density and cause stunted growth. Some other studies have reported that suitable plant density can increase the growth and yield of some medicinal plants such as coriander (*Coriandrum sativum* L.) (Akhani), Ajwain (*Carum copticum* L.), lemon balm (*Melissa officinalis* L.) and anise (*Pimpinella anisum* L.).

Conclusion: In general, the results of this research showed that the use of organic fertilizers in optimal plant densities can be reducing environmental risks of chemical fertilizers and develop sustainable agriculture and protect the health of the products.

Keywords: Dry Flower Yield, Ecological System, Medicinal Plants, Sustainable Agriculture



The Effect of Thyme and Savory Essential Oils on Quality and Vase life of Cut Narcissus Flowers (*Narcissus tazetta* L. cv. Shahla)

I. Baninaeim^{1*}-D. Samsampoor²

Received: 24-09-2015

Accepted: 06-03-2016

Introduction: *Narcissus* is a genus of hardy, spring-blooming, bulbous plants in the family Amaryllidaceae. Numerous studies have demonstrated positive effects of various chemical additives (e.g. biocides, surfactants, ethylene inhibitors, wound healing enzyme inhibitors) on the postharvest, water relations and longevity of cut flowers. Cut flowers can have limited commercial value because of their dehydrating during vase life that decreased water uptake. Petal senescence is part of a developmental continuum in cut flowers and proceeded by tissue differentiation, growth and development of seeds and coordinated by plant hormones. Senescence can be studied at cellular, tissue, organ or organization level as a genetically programmed event. The vase life of cut narcissus flowers is often very short. The development of senescence symptoms is caused by vascular occlusion, which inhibits water supply to the flowers. Petal senescence was marked by the loss of turgor in petal tissue followed by complete wilting. The development of occlusions is thought to be caused by various factors, such as bacteria, air emboli and physiological responses of stems to cutting. However, despite anecdotal evidence of positive effects, improving postharvest water relations of cut flowers by various physical stem-end treatments is little researched.

Materials and Methods: The *Narcissus* flowers harvested from Khafr city of Fars province, in February 2015. The Thyme plants harvested in September 2014 and Savory plants harvested in December 2014 and then submitted to hydrodistillation in a Clevenger-type apparatus for 3 hours. This study was carried out in a completely randomized design with 3 replications. The treatments included control (distilled water), two levels of Savory essential oil (50 and 100 ppm) and two levels of Thyme essential oil (100 and 200 ppm). 2% sucrose were added to control and other of treatments. The cut flowers were also kept at temperature of 20 ± 2 °C with air humidity (RH) of $70 \pm 5\%$. Different parameters including flower weight, uptake of preservative solution, and wilting of flowers were measured every 2 days (0, 2, 4, 6 and 8) and antioxidant enzyme activity (APX) were measured in days of 0, 4 and 8 during storage period, and at the end of experiment, the vase life were measured. The results analyzed by SAS software and drawing tables and diagrams done by Excel software.

Results and Discussion: The results showed that Savory essential oil 50 ppm treatment was effective in improving the flower weight of cut narcissus by increasing uptake of preservative solution and also reducing wilting of flowers and antioxidant enzyme activities. At 200 ppm of thyme essential oil observed reduction in flower weight and uptake of preservative solution, but increasing in wilting of flowers and antioxidant enzyme activities. At 50 ppm of savory essential oil with average days 12.26, the vase life of cut flowers increased significantly as compared to control (10.36) and at 200 ppm of thyme essential oil treatment with average days 8.53, observed decrease in vase life of cut flowers compared to control. Impaired water uptake is typically caused by cut stem occlusions due to microbial, physiological and physical plugging of xylem vessels. Essential oils constituents and derivatives have a long history of application as antimicrobial agents in areas of food preservation and medicinal antimicrobial production. physical treatments damage xylem vessels, allow increase of microbes and increase nutrient supply for microbes, which occlude stems. Recently many works carried out about application essential oils as antimicrobial agents under *in vitro* and *in vivo* condition and indicated that essential oils could increase postharvest quality of many horticultural crops such as tomato, table grape and kiwifruit (1, 15 and 24). In addition to improving water uptake, other approaches to maintaining a positive postharvest water balance for cut flowers and foliage include minimizing water loss through reduction in leaf area, keeping them in an environment conducive to less water loss (viz. low temperature and high RH) and providing compatible osmotica (e.g. sucrose) in vase and/or pulsing solutions. The loss of membrane integrity has been shown to cause an increase in the permeability and leakage during senescence in various flowers.

Conclusions: Results of this study showed that savory essential oil treatments increased quality and vase life

1, 2- M.A student and Faculty Member, Postharvest Physiology, Department of Horticultural Sciences, College of Agriculture, Hormozgan University

(*- Corresponding Author Email: Baninaeim02@gmail.com)

of narssisus cut flowers compared to control At higher concentrations of thyme (200 ppm) the flowers remained closed, wilted quickly and senesced before controls.

Keywords: Ascorbate peroxidase, Catalase, Fresh weight



Investigation the Frost Resistance of Vegetative and Reproductive Buds of Pear Cultivars in Mashhad Climate Condition

Sh. Khorshidi¹ - Gh.H. Davarynejad^{2*} - L. Samiei³ - M. Moghaddam⁴

Received: 28-10-2015

Accepted: 27-07-2016

Introduction: Most deciduous trees need low temperature to break flower bud dormancy. One of the most important abiotic stresses is low temperature which limits production of temperate fruits. Pear production has been considerably reduced in recent years. Important pear cultivars show different levels of resistance to cold. Cold compatibility followed by resistance increase is controlled genetically and contains several mechanisms which lead to production of different metabolites such as: polypeptides, amino acids and sugars. The object of this research was to evaluate the frost resistance of different 'Dare Gazi' genotypes and other pear cultivars in Mashhad climate condition.

Materials and Methods: This study was conducted to investigate the frost resistance of 23 'Dare Gazi' pear genotypes and nine other cultivars include: 'William's', 'Bell de June', 'Spadona', 'Koshia', 'Domkaj', 'Torsh', 'Sebri' and 'Tabrizi'. Plant material contained vegetative and reproductive buds of one-year-old shoot samples which were collected from 25-year old trees on March 2014, four days after winter cold (-6.6 °C) in three directions of trees and sent to the laboratory. Frost damages of vegetative and reproductive buds were investigated based on visual observations (%), electrolyte leakage (EC) and proline content. EC was measured with a Metrohm 644 digital conductivity meter and proline content was measured based on Bates et al. (1973) method, using acid ninhydrin. The experiment was performed on completely randomized experimental design with three replications. Statistical analysis was carried out using MSTAT-C and Excel software. Mean values were compared using the least significance difference test (LSD) at 1% levels. Cluster analysis was conducted by SPSS 16 program.

Results and Discussion: Highest EC of reproductive buds was observed in 'Dare Gazi' 10, 19, 'Tabrizi' and 'Torsh' whereas 'Dare Gazi' 8, 18 and 'Bell de June' had the lowest EC. Based on visual observations, the least percentage of damaged reproductive buds was observed in 'Dare Gazi' 22 while 'William's' suffered from frost at the highest damage level (96%). Göndör and Tóth (1998) studied 13 pear cultivars by microscopic observations of flower buds and found that 'Packham's Triumph' was relatively resistant under Hungarian ecological conditions. Honty et al. (2008) reported that Kaiser was the most sensitive pear cultivar to low temperatures during endodormancy and ecodormancy. Khorshidi et al. (2014) described that pear reproductive buds of 'Ghodumi' were the most tolerant. Considering the vegetative buds, 'Dare Gazi' 19 had the highest EC (74.47 %) which was not significantly different from 'Dare Gazi' 10, 20 and 3 whereas the lowest one was found in 'William's' (24.75%). The highest percentage of healthy vegetative buds was found in 'Dare Gazi' 1 (50%) which did not show a significant difference with 'Dare Gazi' 12, 5 and 7. 'Tabrizi' was the most sensitive and had most damaged vegetative buds (95.99%). Khorshidi et al. (2014) observed the least damaged vegetative buds in 'Dare Gazi' and the most damaged buds in 'Boheme' and 'Ghodumi'. Palonen and Buszard (1997) mentioned that hardness of woody tissue of apples did not seem related to flower bud hardness. The highest proline content of reproductive buds was found in 'Dare Gazi' 20 (21.28 $\mu\text{mol g}^{-1}\text{FW}$) and the lowest content observed in 'Dare Gazi' 2 (0.1 $\mu\text{mol g}^{-1}\text{FW}$). Young (1977) described that increase in proline was not correlated well with relative cold hardness of citrus rootstocks. Data did not show any significant correlation between EC and proline content. Barka and Audran (1997) studied grape buds and shoots and reached a high negative correlation between proline content and frosttolerance. Yelonsky (1979) indicated that accumulation of proline was not correlated to cold hardness. The results of present experiment were in agreement with Duncan and Jack (1987) findings which reported that increase in proline was not always correspondent to cold resistance. Based on the cluster analysis, the genotypes laid in two distinct groups. First group included 'Dare Gazi' 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 23 and 'Sebri', 'Domkaj', 'Bell de June' and 'Koshia' and second group include 'Dare Gazi' 11, 16, 21 and 'William's', 'Spadona' and 'Torsh'. Frost damage, EC and proline content were higher in the first group compared to second group.

Conclusion: Considering 'Dare Gazi' genotypes, no correlation was found between proline content and frost

1, 2 and 4- PhD student, Professor and Assistant Professor of Horticultural Science, Ferdowsi University of Mashhad
(*-Corresponding Author Email: davarynej@um.ac.ir)

3- Assistant Professor, Department of Ornamental Plants, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad

damage rate. This shows that morphological differences among 'Dare Gazi' genotypes could be due to the existing of genetic variation of these genotypes or they are different clones of one cultivar.

Keywords: Proline, Frost, 'Dare Gazi', Electrolyte leakage

Evaluation the Amount of Cold Injury in Grapevine and Introducing the Cold Tolerant Genotype in Hamedan Province	100
Kh. Parvizi	
Predicting the Impact of Urban Green Areas on Microclimate Changes of Mashhad Residential Areas during the Hottest Period	102
Z. Karimian - A. Tehranifar- M. Bannayan- M. Azizi- F. Kazemi	
The Effect of Spermidine on Cold Tolerance Induction in Cucumber Seedlings ‘Cv. Super-Dominus’	104
G. GhazianTafrish- H. Arouiee- M. Azizi- H.R. Khazaie- S.R. Vessal	
Comparison of Organic and Chemical Inputs on Different Densities of <i>Echium amoenum</i> Fisch & Mey. in Mashhad Conditions	105
M.B. Amiri - P. Rezvani Moghaddam - M. Jahan	
The Effect of Thyme and Savory Essential Oils on Quality and Vase life of Cut Narcissus Flowers (Narcissus tazetta L. cv. Shahla)	107
I. Baninaeim -D. Samsampoor	
Investigation the Frost Resistance of Vegetative and Reproductive Buds of Pear Cultivars in Mashhad Climate Condition	109
Sh. Khorshidi - Gh.H. Davarynejad- L. Samiei- M. Moghaddam	

Contents

Study on the Effect of Calcium and Potassium Spray on Date Bunch Fading Disorder H. Shekofteh - M. Nick-Pour	67
Evaluation of Different Levels of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers on Shoot and Root Characteristics of <i>Echinacea purpurea</i> M. Goldani - H. Zare - M. Kamali	69
Evaluation of Genetic Diversity of Iris Genotypes (<i>Iris</i> spp) Using ISSR S.Z. Attari - M. Shoor- M. Ghorbanzadeh Neghab- A. Tehranifar- S. Malekzadeh Shafaroodi	71
Investigation of Morphologic Variation and Essence Value in several Thyme Native Species (<i>Thymus</i> sp) of Iran M. Rezaei - A. Safarnejad - M. Arab- S.B.L. Alamdari- M. Dalir	73
The Study on Diurnal Changes in Leaf Gas Exchange of Lemon Balm, Catnip, Holy Basil and Sweet basil in Ahvaz M. Mahmoodi Sourestani	75
Effect of Intercropping Patterns of Fennel (<i>Foeniculum vulgar</i> Mill), Sesame (<i>Sesamum indicum</i>) and Bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) on Growth, Qualitative and Quantitative Characters and Yield Components F. Ranjbar - A.R. Koocheki- M. Nassiri Mahallati	77
Evaluation of the Effects of Different Basal Medium and Plant Growth Regulators on in Vitro Growth of Hazelnut P. Daryani - N. Zare - E. Chamani- P. Sheikhzadeh Mossadeg – D. Javadi mojjaddad	77
Effect of Salt and Drought Stresses and Pretreatment of Salicylic acid on Seed Germination Characteristics of Lavender (<i>Lavandula stricta</i> Del.) H. Sanginabadi - S. Khorasaninejad	78
Determination of Chilling and Heat Requirement of Four Apricot Cultivars of Khorasan Razavi Province Z. Hoshyar - E. Ganji Moghaddam- B. Abedi	80
Effect of Grafting Method, Graft Cover and Foliar Spray of some Mineral Elements on Persian Walnut Graft-take and Winter Survival Rate R. Rezaee - F. Naghilou	82
A Comparison of Conventional, Integrated and Organic Management Systems on the Quality of Pomegranate Fruit cv. “Rabbab-e- Shiraz” M. Ahmadi - M. Ghasemnezhad- H. Meighani - M. Kavooosi	83
Effect of Salt Stress on Morphological Traits of Lettuce Genotypes (<i>Lactuca Sativa</i> L.) M. Zare - B. A. Fakheri - S. Farokhzadeh	85
Morphological Diversity among Walnut Genotypes of in Azadshar, Iran F. Shamlu - M. Rezaei- A. Biabani- A. Khanahmadi	87
In silico Coding Sequence Analysis of Walnut <i>GAI</i> and <i>PIP</i> Genes and Comparison with Different Plant Species M. Mohseniazar - M. Tohidfar - K. Vahdati	88
Effects of Organic amendments and Biofertilizer Application on some Morphological Traits and Yield of hyssop (<i>Hyssopus officinalis</i> L.) M. Taghi Darzi - B. Sadeghi Nekoo	90
Effect of Various Management Methods of Apical Flower Bud on Cut Flower Quality in Three Cultivars of Greenhouse Roses M. Matloobi - R. Mahootchian Asl- Z. Sabaghnia	92
The Effect of Medium Cultures on Water Use and Characteristic of <i>Gazania</i> Flowers (<i>Gazania hybrida</i>) in Green Roof. T. Bahrami - V. Rouhi- A. Mohammakhani- S. Reezi	94
The Effects of IBA and NAA, and Rooting Media on Propagation of Miniature Rose Cuttings (<i>Rosa hybrida</i>) A. Ranjbar – N. Ahmadi	98

HORTICULTURAL SCIENCES

(AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY)

Vol. 30 No. 3 Fall 2016

Published by: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

Editor in charge: Valizadeh,R.(Ruminant Nutrition) Prof. Ferdowsi University of Mashhad.

General Chief Editor: Davarynejad, GH. (Horticultural Sciences) Asso. Prof. Ferdowsi University of Mashhad.

Editorial Board:

TehraniFar,A.	Horticultural Sciences	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Khosh khui Zehtab, M.	Horticultural Sciences	Prof. Shiraz University.
Davarynejad, GH.	Horticultural Sciences	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Talaie, A.	Pomologist	Prof. Tehran University.
Azizi, M.	Medicinal Plants	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Ebadi,A.	Horticultural Sciences	Prof .Tehran University.
Farsi, M.	Plant Breeding and Genetics	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Kafi, M.	Floriculture and landscaping	Prof .Tehran University.
Lahouti, M.	Biology	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Mobli,M.	Horticultural Sciences	Prof. Isfahan University of Technology.

Publisher: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

Printed by: Ferdowsi University of Mashhad, press.

Address: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

P.O.BOX: 91775- 1163

Tel: +98-0511- 8795620

Fax: +98-0511- 8787430

E-Mail: Jhorts4@um.ac.ir

Web Site: <http://jm.um.ac.ir>