



Ferdowsi University
of Mashhad

جلد ۲۹ شماره ۳
سال ۱۳۹۴

Vol. 29 No. 3
2015

عنوان مقالات

- انتخاب پایه‌های رویشی بادام منحل به تنش آبی براساس نشانگرهای مورفولوژیکی ۳۳۳
علی اکبر شکوهیان - غلامحسین داوریزاده - علی تهران‌نفر - علی ایمانی - علی رسولزاده
- تأثیر سطوح مختلف نیتروکسین و اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های کمی و اسانس گیاه دارویی زیتان
(*Carum copticum* (L.) C. B. Clarke) ۳۳۴
کاظم برغمندی - شهاب نجفی
- اثر تلقیح گونه‌های قارچ میکوریز (AMF) بر رشد و مواد مؤثره دفاع فلفلی (*Mentha piperita*) ۳۴۳
مهدی محمودزاده - میرحسن رسولی صدقیانی - عباس حسینی - محسن برین
- بررسی رشد، درصد اسانس و اجزای تشکیل دهنده اسانس برخی از گونه‌های گیاه دارویی بوغادوان
در شرایط آب و هوایی شوشتر در کشت پاییزه ۳۴۹
روزبه فرهودی - محمدامین مهریا
- اثر تغییر اقلیم بر روند تائین نیاز سرمایی گیاهان خزان‌دار (مطالعه موردی: استان همدان) ۳۵۸
علی اکبر سبزی پرور - رضا نوروز ولاشندی
- اثرات پستر پایه و مکمل‌های غذایی بر شاخص‌های رشدی قارچ صدفی فلوریدا (*Pleurotus florida*) ۳۶۸
فرشته ماکالی - عبدالکریم کاشانی - جمشید حکمتی
- تأثیر کاربرد سوپرچاداب در رژیم‌های مختلف آبیاری بر رنگ‌دهی، فنوسنتزی و ارتباط آن با عملکرد دانه و اسانس زیره سبز
(*Cuminum cyminum* L.) ۳۷۷
علیرضا پیرزاد - رضا درویش زاده - عباس حسینی
- بررسی خصوصیات مورفولوژیکی، راندمان آب مصرفی و اسانس ریختان
(*Ocimum basilicum* var. *keshkeni* luvellou) تحت تأثیر کاربرد برگ پتیرک و پلیمر سوپرچاداب ۳۸۸
سمیه بیگی - مجید عزیزی - سید حسین نعمتی - وحید روشن
- مقدار عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف در دمبرگ چند رقم انگور ایوانی و خارجی ۳۹۷
حامد دولتی پناه - مهدی طاهری - عزیز مجیدی - محسن طاهری
- تأثیر موسیلاز اسفرزه و اسانس آویشن شیرازی بر باز میکروبی و بهبود نگهداری هویج برش تازه ۴۰۶
مجید عزیزی - زینب صفاتی - سیمه میرمصلحایی - شادی بلوریان - نگار رحیمی
- بررسی تأثیر تنش شوش روی صفات فیزیولوژی و بیوشیمیایی زونپ‌های بر کبات
بهروز گلین - ولی رحیمی - فائزه میرعباسی - رضا فغانی - محمد فاضل جلاجی نانی ۴۱۶
- مطالعه اثر کودهای زیستی و دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی شنبلیله
(*Trigonella foenum-graecum* L.) ۴۲۸
مسلم جباری - رضا برادران - سید غلامرضا موسوی - مهسا انجوانی شجری
- اوزیایی عملکرد و برخی صفات مورفولوژیک تره فرنگی (*Allium porrum* L.) در کشت مخلوط با شیدرسفید
(*Trifolium repens* L.) ۴۳۵
احسان ابراهیمی - علیرضا باقری - فرانک نوربخش
- بررسی قابلیت آندروژن و کالوس‌زایی در چهار رقم گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill) ۴۴۳
رسول نجیب - محمد فارسی - امین میرشمسی کاکخی - سیدرضا وصال

ادامه فهرست داخل جلد

Contents

- Selection of Almond Vegetative Rootstocks for Water Stress Tolerance Based on the Morphological Markers 45
A. A. Shokouhian - Gh. Davarynejad - A. Tehranifar - A. Imani - A. Rasoulzadeh
- Effect of Different Levels of Nitroxin and Humic Acid on Quantitative Properties and Essential Oil of Ajoowan (*Carum copticum* (L.) C. B. Clarke) 47
K. Barghamadi - Sh. Najafi
- The Role of Mycorrhizal Inoculation on Growth and Essential Oil of Peppermint (*Mentha piperita*) 49
M. Mahmoudzadeh - M.H. Rasouli-Sadaghiani - A. Hassani - M. Barin
- Study of Growth, Essential Oil Percentage and Essential Oil Component of Achilleasp Under Shoushtar Climatic Condition in Fall Planting 51
R. Farhodi - M.A. Mehriia
- Impact of Climate Change on Winter Chilling Trend for Deciduous Fruit Trees (Case Study: Hamadan) 53
A.A. Sahziparvar - R. Norooz Valashedi
- Effects of the Base Substrate and Dietary supplementson Growth Indices Florida Oyster Mushroom (*pleurotus florida*) 55
F. Makenali - A. Kashi - J. Hekmati
- Effect of Superabsorbent Application under Different Irrigation Regimes on Photosynthetic Pigments in *Cuminum cyminum* and its Relation with Seed and Essential Oil Yield 57
A. Pirzad - R. Darvishzadeh - A. Hassani
- Evaluation of Some Morphological Characteristics, Water Use Efficiency and Essential Oil of Basil (*Ocimum basilicum* var. *keshkeni luvellou*) under Application of Malva Leaves and Superabsorbent Polymer 59
S. Beigi - M. Azizi - H. Nemati - V. Rowshan
- Amount of Macronutrients and Micronutrients in Petiole of Some Iranian and Imported Grape Cultivars 61
H. Doulati Baneh - M. Taheri - A. Majidi - M. Taheri
- The Effect of Isabgol (*Plantago psyllium*) Mucilage and Shiraz Thyme Essential Oils on Microbial Load and Improving Shelf Life of Fresh-Cut Carrot 63
M. Azizi - Z. Safaei - S. Mirmostafaei - Sh. Bolorian - N. Rahimi
- Effect of Salinity Stress on Physiological and Biochemical Traits in Citrus Genotypes 62
B. Golein - V. Rabiei - F. Mirabbasi - R. Fiaei - M. F. Halaji Sani
- Effect of Biofertilizers and Irrigation Intervals on Yield Component and Yield of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) 67
M. Jaber - R. Baradaran - S.Gh. Mousavi - M. Aghhavan - Shajari
- Evaluation of Yield and Yield Components of Leek (*Allium porrum* L.) in Intercropping with White Clover (*Trifolium repens* L.) 69
E. Ebrahimi - A.R. Bagheri - F. Nurbakhsh
- Study of Androgenesis Ability and Callus Induction in Four Varieties of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) by Anther Culture 70
R. Najib - M. Farsi - A. Mirshamsi kakhki - S. R. Vessal

Continue Content in Cover

نشریه علوم باغبانی

(علوم و صنایع کشاورزی)

۲۶۵۲۴

۲۱/۲۰۱۵

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

جلد ۲۹ شماره ۳ پاییز ۱۳۹۴

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

سردبیر:

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

شمارگان: ۱۰۰ نسخه

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

انتخاب پایه‌های رویشی بادام متحمل به تنش آبی بر اساس نشانگرهای مورفولوژیکی

علی اکبر شکوهیان- غلامحسین داوری نژاد- علی تهرانی فر- علی ایمانی- علی رسولزاده

تأثیر سطوح مختلف نیتروکسین و اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های کمی و اسانس گیاه دارویی زنیان
(*Carum copticum* (L.) C.B. Clarke)

کاظم برغمندی- شهلا نجفی

اثر تلقیح گونه‌های قارچ میکوریز (AMF) بر رشد و مواد مؤثره نناع فلفلی (*Mentha piperita*)

مهدی محمودزاده- میرحسن رسولی صدقیانی- عباس حسنی- محسن برین

بررسی رشد، درصد اسانس و اجزای تشکیل دهنده اسانس برخی از گونه‌های گیاه دارویی بومادران در شرایط آب و هوایی شوشتر
در کشت پاییزه

روزبه فرهودی- محمدامین مهرنیا

اثر تغییر اقلیم بر روند تامین نیاز سرمایی گیاهان خزان‌دار (مطالعه موردی: استان همدان)

علی اکبر سبزی پرور- رضا نوروز ولاشدی

اثرات بستر پایه و مکمل‌های غذایی بر شاخص‌های رشدی قارچ صدفی فلوریدا (*Pleurotus florida*)

فرشته ماکنالی- عبدالکریم کاشی- جمشید حکمتی

تأثیر کاربرد سوپر جاذب در رژیم‌های مختلف آبیاری بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و ارتباط آن با عملکرد دانه و اسانس زیره سبز
(*Cuminum cyminum* L.)

علیرضا پیرزاد- رضا درویش زاده- عباس حسنی

بررسی خصوصیات مورفولوژیکی، راندمان آب مصرفی و اسانس ریحان (*Ocimum basilicum* var. *keshkeni luvelou*) تحت
تأثیر

کاربرد برگ پنیرک و پلیمر سوپر جاذب

سمیه بیگی- مجید عزیزی- سید حسین نعمتی- وحید روشن

مقدار عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف در دمبرگ چند رقم انگور ایرانی و خارجی

حامد دولتی بانه- مهدی طاهری- عزیز مجیدی- محسن طاهری

تأثیر موسیلاژ اسفرزه و اسانس آویشن شیرازی بر بار میکروبی و بهبود نگهداری هویج برش تازه

مجید عزیزی- زینب صفائی- سمیه میرمصطفائی- شادی بلوریان- نگار رحیمی

بررسی تأثیر تنش شوری روی صفات فیزیولوژی و بیوشیمیایی ژنوتیپ‌های مرکبات

بهروز گلچین- ولی ربیعی- فائزه میرعباسی- رضا فیفایی- محمد فاضل حلاجی ثانی

مطالعه اثر کودهای زیستی و دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)

مسلم جابری- رضا برادران- سید غلامرضا موسوی- مهسا اقحوانی شجری

ارزیابی عملکرد و برخی صفات مورفولوژیک تره فرنگی (*Allium porrum* L.) در کشت مخلوط با شبدرسفید
(*Trifolium repens* L.)

احسان ابراهیمی- علیرضا باقری- فرانک نوربخش

بررسی قابلیت آندروژنز و کالوس‌زایی در چهار رقم گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill) به‌وسیله کشت بساک

رسول نجیب- محمد فارسی- امین میرشمسی کاخکی- سعیدرضا وصال

ارزیابی مدل‌های رگرسیون غیر خطی در آنالیز رشد میوه گردو ایرانی

عیسی کرامتلو- مهدی شریفانی- حسین صبوری

اثر محلول‌پاشی کود آمینول فورته بر واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انار رقم نادری در شرایط تنش خشکی

سکینه حسن‌زاده- فریبرز حبیبی- محمد اسماعیل امیری

استخراج و شناسایی ترکیبات فرار دو گونه مریم‌گلی بومی ایران (*Salvia limbata* و *Salvia multicaulis*) با استفاده از روش

میکرواستخراج با فاز جامد

صدراله رمضانی- علیرضا عباسی- عبدالعلی شجاعیان- نورالله احمدی- رزاریا کوزولینو- سونیا پیاچنته

بررسی کود زیستی مایکوگراین بر روابط آبی و راندمان تولید ریز غده سیب‌زمینی در شرایط تنش خشکی

خسرو پرویزی- مارگارت چان



انتخاب پایه‌های رویشی بادام متحمل به تنش آبی براساس نشانگرهای مرفولوژیکی

علی اکبر شکوهیان^{1*} - غلامحسین داوری نژاد² - علی تهرانی فر³ - علی ایمانی⁴ - علی رسولزاده⁵

تاریخ دریافت: 1392/02/15

تاریخ پذیرش: 1394/03/24

چکیده

انتخاب پایه‌های بادام متحمل به تنش آبی به منظور تولید بهینه محصول در مناطق خشک و نیمه خشک اهمیت زیادی دارد. در راستای انتخاب پایه‌های جدید متحمل به کم آبی، اثر تنش آبی و ریز موجودات مفید (Effective microorganism (Em)) بر خصوصیات مرفولوژیکی پایه‌های رویشی بادام در طی سال‌های 91-1389 در گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه رژیم متفاوت آبیاری (کامل، 33 و 66 درصد تخلیه آب قابل نگهداری) و دو سطح غلظت ریز موجودات مفید (Em) (محلول صفر (شاهد) و یک درصد) و 4 فاکتور پایه (قلمه‌های ریشه‌دار شده پایه‌های رویشی GF677، دو هیبرید طبیعی انتخابی هلو× بادام H1 و H2) و قلمه‌های ریشه‌دار شده ژنوتیپ جوی، در 4 تکرار انجام شد. تجزیه واریانس نشان داد، بین سطوح پایه‌ها و آبیاری در تمام تیمارها مورد بررسی از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد. نتایج حاکی از آن بود که سطوح ریز موجودات مفید در صفات سطح برگ، تعداد برگ، رشد سالیانه، وزن تر و خشک و حجم ریشه دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بوده و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف Em باعث افزایش این صفات نسبت به شاهد شده است. با توجه به نتایج این پژوهش، از بین صفات مورد آزمایش، طول، وزن خشک و حجم ریشه نشانگرهای مناسبی، برای ارزیابی میزان تحمل به تنش آبی بادام و هیبرید طبیعی H1، پایه مقاوم به شرایط کم آبی تشخیص داده شد. تاثیر ریز موجودات مفید بر عوامل رشدی و زنده‌مانی نهال‌ها تابع نوع پایه بوده و تاثیر آن بر میزان مقاومت به تنش آبی نیز با خصوصیات ژنتیکی پایه متفاوت بود. با توجه به نتایج این تحقیق، هیبرید طبیعی H1، به عنوان یک پایه مقاوم به شرایط خشکی معرفی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ریز موجودات مفید، زنده‌مانی، کم آبی، هیبرید طبیعی

مقدمه

مجموع وزن خشک و تر در شرایط تنش آبی در دانه‌های بادام (7)، زردآلو (32)، پسته (28)، سیب (5 و 34) و انجیر (30) ارایه شده است. کاهش سطح برگ بادام در گونه وحشی نسبت به بادام‌های اهلی در اثر تنش آبی بیشتر است (2).

ریز موجودات مفید (Em)⁶ حاوی گونه‌های انتخابی از ریز موجوداتی است که جمعیت غالب آن‌ها باکتری‌های اسید لاکتیک شامل، *Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *L. lactis* و مخمرها *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*، باکتری‌های فتوسنتزی⁷، *Rhodospseudomonas palustris*، *Rhodobacter spaeroides* و اکتنومیسیت‌ها شامل *Streptomyces albus*, *S. griseus* و سایر موجودات زنده مثل قارچ‌های تخمیری *Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis* می‌باشد (9). همه این موجودات با هم سازگار و به صورت هم‌زیست در ترکیب Em

انتخاب پایه‌های متحمل به تنش آبی بادام *Prunus dulcis* Mill به منظور تولید بهینه محصول در مناطق خشک و نیمه خشک جهان از جمله ایران حایز اهمیت زیادی است. درختان میوه سازگاری مرفولوژیکی متفاوتی دارند که اجازه زنده ماندن آن‌ها را در شرایط خشکی می‌دهد (26 و 31). ژنوتیپ‌ها و اکوتیپ‌هایی از بادام که توسعه ریشه بیشتری دارند تحمل بیشتری به استرس‌های آبی دارند (23). گزارش‌هایی در خصوص کاهش سطح برگ، رشد ساقه و

1- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی
(*) نویسنده مسئول: (Email: shokouhiana@yahoo.com)

2 و 3- استادان گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
4- استادیار بخش تحقیقات باغبانی موسسه اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج
5- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

6- Effective microorganism
7- photosynthetic bacteria

فعال می‌باشند (9). این ترکیب اثر معنی‌داری در حاصلخیزی خاک و به دنبال آن افزایش کمی و کیفی محصول دارد (16). در خصوص کاربرد ریزموجودات مفید گزارشاتی بر روی بادام (18) مرکبات و گوجه‌فرنگی (37)، ذرت و برنج (15) و پرتقال (20) به منظور بهره‌وری بهتر ارایه شده است. امروزه از این ترکیب در کشاورزی اورگانیک برای بهبود عملکرد و کیفیت محصولات استفاده زیادی می‌شود (38 و 40).

پیش غربالگری در برنامه‌های اصلاحی درختان میوه به دلیل دوره نونهالی طولانی بسیار مهم و شناسایی نشانگرهایی که با صفات اصلاحی خاص در ارتباط باشند به پیشرفت برنامه‌های اصلاح‌گران کمک شایانی می‌کند (1).

این بررسی به منظور دستیابی به پایه‌های جدید مقاوم به شرایط کم آبی بر اساس خصوصیات مرفولوژیکی و تاثیر Em بر این صفات و مقاومت به تنش آبی پایه‌های بادام انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه طی سال‌های 91-1389 در گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. خاک مورد استفاده ترکیبی از خاک باغچه، یک چهارم ماسه و یک چهارم خاکبرگ بود که قبل از کشت مورد تجزیه قرار گرفت. این ترکیب در داخل گلدان‌های با دهانه 30 و ارتفاع 40 سانتی‌متری (جرم 28 کیلوگرم) ریخته شد. برای این منظور قلمه‌های با قطر 13-10 میلی‌متر و به طول 30 سانتیمتر از سر شاخه‌های پایه رویشی GF677 و دو پایه‌ی H1 و H2 از دورگه‌های طبیعی بادام، انتخابی از کلکسیون مادری موسسه نهال و بذر کرج که بعنوان پایه‌های امید بخش در زمینه‌های مختلف مورد بررسی می‌باشند (این پایه‌ها جزو پایه‌های هیبرید طبیعی هلو و بادام هستند که از نظر اجداد تصادفی می‌باشند و در سال 85 از منطقه قزوین شناسایی و جمع‌آوری شده‌اند). قلمه‌های یک ژنوتیپ بادام محلی از کشت و صنعت جوین (شاهد محلی) گرفته و به مشهد منتقل شدند. قبل از کشت، قلمه‌ها با هورمون ایندول بوتریک اسید (IBA) با غلظت 3000 قسمت در میلیون و پودر قارچکش بنومیل 50 درصد تیمار و در بستر پرلایت که دارای پا گرما حدود 25 درجه سانتی‌گراد (33) بود (در 3 تکرار، هر تکرار شامل 10 قلمه) کشت شدند. قلمه‌های ریشه‌دار شده که از یکنواختی مطلوبی برخوردار بودند انتخاب و در گلدان‌های ذکر شده کشت و در فضای باغ تحقیقاتی دانشکده به مختصات جغرافیایی، طول 3° 53' و عرض 31° 2' 36° و ارتفاع 1023 متر از سطح دریا با آبیاری (آبیاری به شکلی انجام گرفت که خروج آب از زهکش گلدان‌ها قابل مشاهده باشد) و تغذیه کامل تا اواسط تیرماه بدون تنش خشکی نگهداری شدند. در طی دوره رشد (از اول اردیبهشت ماه تا پایان خرداد ماه) به مدت 60

روز تیمارهای Em قبل از تیمارهای تنش اعمال گردید. به این صورت که در هر نوبت آبیاری محلول Em را که ترکیبی از Em3 (حاوی 90 درصد باکتری‌های فتوسنتزی) و Em4 (با 90 درصد ریز موجودات تولیدکننده اسید لاکتیک) به نسبت مساوی بود به غلظت یک درصد تهیه (10 سی‌سی در یک لیتر برای هر گیاه در هفته) و به 50 درصد از گلدان‌ها (48 گلدان) همراه با آب آبیاری به خاک داده شد و 48 گلدان دیگر با آب معمولی به همان اندازه آبیاری شدند. سپس از اواسط تیرماه سه سطح آبیاری کامل (در حد رطوبت مزرعه)، آبیاری بعد از تخلیه 33 درصد و 66 درصد آب قابل نگهداری در خاک به- عنوان دو سطح تنش اعمال گردید. با اندازه‌گیری جرم گلدان‌ها تلاش شد رطوبت در سطح تنش مورد نظر ثابت نگه‌داشته شود. با وزن کردن روزانه تمامی گلدان‌ها، وضعیت رطوبتی آن‌ها مشخص و بدین ترتیب نقصان رطوبتی آن‌ها با اضافه نمودن آب در حد تنش مورد نظر، جبران گردید. پس از پایان دوره تیمارها به منظور ارزیابی رفتارهای مورد نظر، صفات رشد نهال، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک ریشه‌ها، و برگ‌ها و طول و حجم ریشه‌ها (این صفت بوسیله اندازه‌گیری اختلاف حجم ایجاد شده پس از قرار دادن ریشه در حجم مشخصی از آب (قانون ارشمیدس) محاسبه شد. در پایان فصل درصد نهال‌های باقیمانده (زنده‌مانی) نیز مشخص گردید. درصد زنده‌مانی نهال‌ها بر اساس تعداد نهال‌های اولیه و تعداد باقیمانده در انتهای آزمایش محاسبه شد.

$$\text{تعداد نهال باقیمانده} \times 100 = \frac{\text{تعداد نهال اولیه}}{\text{درصد زنده مان}} \times 100$$

این آزمایش به صورت فاکتوریل (2x3) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه سطح متفاوت آبیاری و 4 فاکتور پایه شامل قلمه‌های ریشه‌دار شده پایه‌های رویشی GF677، دو هیبرید طبیعی انتخابی هلو× بادام (H1, H2) و قلمه‌های ریشه‌دار شده ژنوتیپ جوین با دو سطح غلظت Em شامل شاهد (صفر) و محلول یک درصد در 4 تکرار اجرا شد. برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار JUMPS استفاده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD ($P < 0/01$) و نمودارها بوسیله نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد بین سطوح پایه در تمام صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول 1 و 2). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که نهال‌های GF677 و هیبرید طبیعی H1 بیشترین وزن تر و خشک و سطح برگ را داشته و در این صفات در سطح احتمال یک درصد بین این دو پایه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. پایه H2 با داشتن وزن تر و خشک و سطح برگ کمتر در سطح احتمال یک درصد با سایر پایه‌ها تفاوت

تغییرات به نسبت کمتر است، دلیل آن را می‌توان وجود ریشه‌های قوی‌تر H1 دانست که توانسته‌اند در شرایط تنش به جذب بیشتر ادامه دهند. رشد نهال‌های جوان بادام بسیار حساس به تنش آبی است. بر این اساس عامل مناسبی برای تعیین میزان تحمل گیاه به شرایط خشکی محسوب می‌شود (19). همچنین سطح برگ یک ویژگی ژنتیکی می‌باشد که تغییرات اندک را در نتیجه شرایط محیطی تحمل می‌کند (8). براساس گزارش فرناندز و همکاران (4) عکس‌العمل رشدی گیاهان به سطح کم رطوبت خاک به ژنوتیپ گیاه وابسته است. نتایج حاضر در خصوص تفاوت پایه‌ها با بررسی‌های موسوی و همکاران (18)، و یداللهی و همکاران (39)، روحی و همکاران (22)، زمانی و همکاران (41) هم‌خوانی دارد.

نتایج نشان داد که اثر سطوح ریز موجودات مفید مورد بررسی در صفات سطح برگ، تعداد برگ، رشد سالیانه، وزن تر و خشک و حجم ریشه دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بوده (جدول 1 و 2) و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف Em اثر مثبتی بر این صفات نسبت به شاهد داشته است (جدول 3).

معنی‌داری داشت (جدول 3). میزان رشد سالیانه پایه‌ها نیز با هم متفاوت بود. پایه H1 بیشترین و قلمه‌های حاصل از ژنوتیپ جوین کمترین مقدار رشد را داشتند (جدول 3). در صفت تعداد برگ بیشترین تعداد برگ در نهال‌های حاصل از قلمه‌های ژنوتیپ جوین و کمترین تعداد در پایه H2 مشاهده شد (جدول 3). در صفات وزن تر و خشک ریشه، پایه H2 بیشترین و ژنوتیپ جوین کمترین مقدار را داشتند (جدول 3). در صفات طول و حجم ریشه، بالاترین سطح به ترتیب در پایه‌های GF677 و H2 و کمترین مقدار در پایه ژنوتیپ جوین مشاهده شد (جدول 3). میزان زنده‌مانی پایه‌ها نیز با هم متفاوت بود که پایه GF677 با 100 درصد و بعد از آن پایه H1 با 87 درصد بیشترین درصد و قلمه‌های حاصل از ژنوتیپ جوین با 66/6 درصد کمترین درصد ماندگاری را داشتند (جدول 3). بادام سازگاری‌هایی را برای بقاء در شرایط کم آبی از خود نشان می‌دهد ولی درجه سازگاری به خشکی در بین ارقام مختلف متفاوت است (23). نتایج نشان داد که تغییرات در اغلب عوامل رشدی در پایه GF677 و H1 نسبت به سایر پایه‌های مورد بررسی کمتر بود هر چند با گسترش خشکی در این پایه نیز کاهش رشد و سایر عوامل مربوطه دیده می‌شود ولی این

جدول 1- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی برگ در پایه‌های رویشی بادام .

Table 1- Analysis of variance for the leaf morphological traits of Almond Vegetative Rootstocks

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی DF	میانگین مربعات MS				
		میانگین وزن تر برگ Fresh weight	سطح برگ Leaf area	تعداد برگ Number of leaves	رشد Growth	میانگین وزن خشک برگ Dry weigh
سال Year	1	55.6 *	2909 ^{ns}	219.3 ^{ns}	0.335 ^{ns}	1.55 ^{ns}
پایه Rootstock	3	406.6**	954856**	95368**	1752**	90.9**
EM	1	31 ^{ns}	347766**	4152**	698**	5.36 ^{ns}
آبیاری Irrigation	2	3829**	6518010*	89826**	3011**	434**
پایه، Rootstock × EM	3	589**	916067**	9282**	2281**	84.5**
آبیاری، EM × Irrigation	2	115**	127729**	4160**	349**	21.8**
آبیاری، Irrigation × پایه، Rootstock	6	117**	326401**	22994**	295**	22.1**
آبیاری، Irrigation × پایه EM × Rootstock	6	93.3**	96507**	3204**	41.6 ^{ns}	5.49**
Error اشتباه	164	8.88	1901	89	20.8	2.9
ضریب تغییرات، CV (%)		11.35	4.1	7.3	3.58	16.66

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال 5% و 1%

ns، *، **. Indicating non-significant, significant and at 5% and 1% respectively

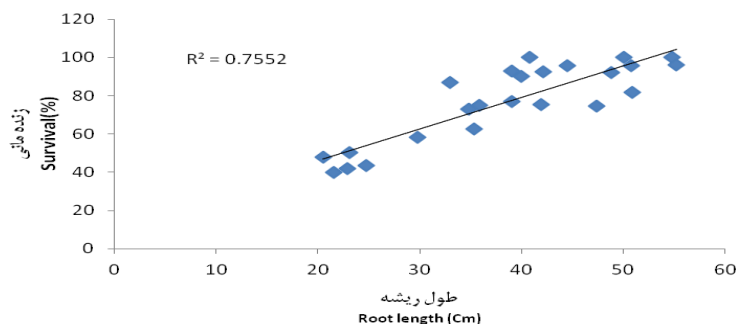
جدول 2 - تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی برگ در پایه‌های رویشی بادام.

Table2 - Analysis of variance for the root morphological traits of Almond Vegetative Rootstocks.

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی DF	میانگین مربعات MS				
		میانگین طول Root length	میانگین وزن خشک ریشه dry Weigh	میانگین وزن تر ریشه fresh Weigh	حجم ریشه Root Volume	زنده‌مانی survival
سال Year	1	115 **	1.27 *	3.046 ^{ns}	108 **	8.12 ^{ns}
پایه Rootstock	3	3055**	109**	1314**	1079**	12632**
EM	1	0.3 ^{ns}	12.9**	204**	1733**	4.5 ^{ns}
آبیاری Irrigation	2	0.3**	89.8**	1068**	1833**	4742**
EM × Rootstock، پایه	3	2113**	51.9**	747**	833**	3092**
EM × Irrigation، آبیاری	2	9.59 ^{ns}	1.51**	75**	7 **	1875**
آبیاری، Irrigation × پایه، Rootstock	6	20.8 ^{ns}	2.27**	67.3**	259**	911**
آبیاری، Irrigation × پایه EM × Rootstock	6	61.8**	8**	84.9**	71.4**	881**
Error اشتباه	164	14.17	0.32	4	14.2	32.3
ضریب تغییرات، CV (%)		3.5	5.41	0.59	6.73	2.64

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال 5% و 1%

ns، *، ** .Indicating non-significant, significant and at 5% and 1% respectively

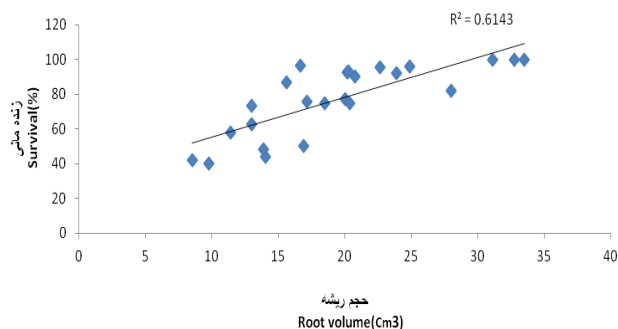


شکل 1- رابطه طول ریشه و درصد زنده‌مانی پایه‌های رویشی بادام {GF677، H2، H1 و ژنوتیپ جوین (sd)} تحت تیمارهای تنش آبی

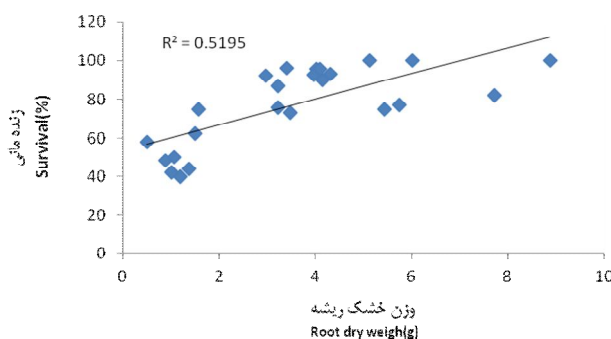
Figure1- Relationship between root length and survival (%) of Almond Vegetative Rootstocks {GF, H1, H2 and genotype Jovin (sd)} under water stress treatments.

باعث توسعه سطح برگ و گسترش سطح ریشه‌های موئین و جذب بیشتر عناصر غذایی از خاک و افزایش سوخت و ساز می‌شود که به دنبال آن زمینه رشد بیشتر گیاه مهیا می‌شود. خالق و همکاران (14)، محمد و همکاران (17) و رومالد و کلیبر (21) طی آزمایشاتی نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند.

با مصرف ریز موجودات مفید، رشد گیاه، سطح برگ، وزن تر و خشک شاخه و ریشه و کل بیوماس گیاه افزایش می‌یابد که دلیل آن می‌تواند رشد بهتر ریشه در نتیجه فعالیت‌های بیولوژیکی مواد موجود در ترکیب Em باشد (17). بر اساس گزارش جگنو و همکاران (12) باکتری‌ها مقدار زیادی از اکسین و سایتوکنین را تولید می‌نمایند که



شکل 2- رابطه حجم ریشه و درصد زنده‌مانی پایه‌های رویشی بادام {GF677، H1، H2 و ژنوتیپ جوین (sd)} تحت تیمارهای تنش آبی
Figure2- Relationship between root volume and survival (%) of Almond Vegetative Rootstocks {GF, H1, H2 and genotype Jovin (sd)} under water stress treatments



شکل 3- رابطه وزن خشک ریشه و درصد زنده‌مانی پایه‌های رویشی بادام {GF677، H1، H2 و ژنوتیپ جوین (sd)} تحت تیمارهای تنش آبی
Figure3- Relationship between root dry weigh and survival (%) of Almond Vegetative Rootstocks {GF, H1, H2 and genotype Jovin (sd)} under water stress treatments

(31). این نتیجه با بررسی‌های ماندنا (16)، سالیلی (27)، سپاسخواه و مفتون (28)، تورسیلاس (32) و وان لون (36) سازگار است. بیشترین میزان زنده‌مانی نهال‌ها (88/1 درصد) در سطح آبیاری کامل و کمترین (72/5 درصد) میزان آن در تیمار آبیاری 66 درصد تخلیه آب قابل نگهداری مشاهده شد (جدول 3). این نتیجه با گزارشات بولاند (1)، کالمرز (3)، جرونا و همکاران (6)، ساندس و مولیگن (24) و تردر (35) منطبق است. براساس این گزارش اثر تنش آبی در کاهش رشد و عوامل رشدی و دیگر صفات مورفولوژی در پایه‌های بادام بسته به نوع آن متفاوت بوده است ولی در کل تنش آبی، رشد و پارامترهای رشدی را به شدت کاهش داده است که دلیل این کاهش می‌تواند کاهش جذب و انتقال مواد غذایی در شرایط کم آبی باشد (12 و 35). با توجه به ارزیابی میانگین‌ها، اثر متقابل تیمارها بر سطح و تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ، طول ریشه، رشد سالیانه و زنده‌مانی پایه‌ها موثر بوده و این صفات در تمام پایه‌ها با شدت تنش کاهش یافته‌اند (جدول 4). این کاهش در پایه‌های GF677 و ژنوتیپ جوین در صفات طول ریشه، وزن تر و خشک و سطح برگ، تعداد

بین سطوح آبیاری در صفات مورفولوژی مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول 1 و 2). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار آبیاری کامل در صفات سطح برگ، تعداد برگ، رشد سالیانه، وزن تر و خشک و حجم ریشه بیشترین مقدار و آبیاری در سطح 66 درصد تخلیه آب قابل نگهداری خاک، کمترین مقدار را داشته‌اند (جدول 3). کاهش رشد گیاه و به دنبال آن کاهش وزن تر و خشک ریشه و برگ، تعداد برگ و بیوماس کل گیاه اثر مستقیمی با سطح برگ دارد (10 و 23). تنش آبی ممکن است به صورت مستقیم از طریق تاثیر بر فرآیند فتوشیمیایی برگ بر فتوسنتز موثر باشد و یا از طریق بسته شدن روزنه‌ها به صورت غیر مستقیم سبب کاهش سطح برگ شده و باعث کاهش رشد شود. تنش آبی منجر به افزایش میزان مصرف کربوهیدرات در گیاه شده و در نتیجه سبب کاهش رشد می‌شود (11). همچنین کم آبی در گیاه منجر به افزایش هورمون‌های بازدارنده مخصوصاً آبسایسیک اسید (ABA) و کاهش هورمون‌های تسریع کننده رشد شده و در کل باعث به هم خوردن تعادل هورمونی می‌شود که نتیجه آن کاهش رشد می‌باشد

داشت ولی با کاربرد ریزموجودات مفید، این صفات در هر سه سطح آبیاری به صورت معنی داری افزایش یافت که نشان از اثر مثبت این ماده بر صفات ذکر شده در پایه مذکور دارد (جدول 4). برای تعیین شاخص های مرتبط با تنش آبی از رابطه رگرسیون خطی استفاده شد، بر این اساس از بین نشانگرهای مورد آزمایش طول، حجم و وزن خشک ریشه که همبستگی بیشتری با بقای نهال داشته اند، شاخص های مناسب اندازه گیری تحمل به تنش آبی بادام تشخیص داده شدند (شکل های 1 تا 3). ژنوتیپ های بادام که از ریشه توسعه یافته ای برخوردار بودند، به شرایط کم آبی سازگارتر می باشند (24).

برگ و رشد سالیانه با کاربرد ریزموجودات مفید بطور معنی داری محسوس تر بود. در پایه H1 با بکار گیری Em در شرایط آبیاری کامل وزن تر و خشک برگ، سطح و تعداد برگ نسبت به شاهد افزایش یافت هرچند این افزایش معنی دار نبود. Em طول ریشه و رشد سالیانه هیبرید طبیعی H1 را نسبت به شاهد به صورت معنی داری افزایش داد، ولی تاثیر آن بر زنده ماندن نهال های مذکور از نظر آماری در سطح یک درصد معنی داری نبود (جدول 4). نهال های پایه H2 در این صفات به شدت تحت تاثیر اثرات متقابل آبیاری و مصرف ریز موجودات بوده است. این پایه در شرایط رطوبت کم خاک بدون مصرف Em وزن تر و خشک برگ، سطح و تعداد برگ و رشد کمی

جدول 3- مقایسه اثرات سطوح آبیاری (66% AW، 33% AW و 100% AW) و ریزموجودات مفید (سطح یک درصد EM1) و شاهد

(EM0) بر صفات مورفولوژیکی پایه های رویشی بادام {GF677، H1، H2 و ژنوتیپ جوبین (sd)}

Table 3- Comparison the effects of irrigation (66% AW, 33% AW and AW% 100) and EM (EM1=1% and control EM0) on morphological characters of Almond Vegetative Rootstocks {GF, H1, H2 and genotype Jovin (sd)}

تیمار Traits	وزن تر ریشه Root fresh Weigh(g)	وزن خشک ریشه dry Root Weigh(g)	حجم ریشه Root Volume (cm ³)	ماندگاری Survival (%)	سطح برگ Leaf area (cm ²)	وزن خشک برگ Leaf dry Weigh(g)	وزن تر برگ Leaf fresh Weigh(g)	تعداد برگ Number of Leaf	رشد گیاه Growth (cm)	طول ریشه Root (length cm)
GF	14.16c	4.51a	26.6a	96a	490a	5.2a	12a	40b	44.13c	48.5a
H1	14.77b	4.1c	17.1bc	78b	240ab	3.8ab	10.6ab	18.3c	52.29a	36bc
H2	17.13a	4.7b	18.8ab	67c	171d	1.9bcd	5.25cd	14.1cd	45.94b	40ab
sd	5.2d	1.45d	16.3d	62d	403cb	3.5abc	9.2abc	110.7a	27.6d	49.4d
AW66 %	9.64bc	28.6c	15c	68c	150c	1.6c	3.8c	16.8c	38.2c	34.2c
AW33 %	11.38b	3.27b	18.5b	77.6b	237b	2.7b	5.9b	32.3b	44.8b	38.7b
AW0%	17.43a	5.02a	25.5a	88a	741a	6.55a	18.1a	88a	51.9a	42.4a
E1	13.8a	3.94a	22.7a	98a	418a	37.8a	9.7a	50.4a	46.9a	38.4a
E0	11.78b	3.42b	16.17b	98a	333ab	3.45ab	8.9a	41b	43.1b	38.5b

حروف مشابه در هر صفت دارای اختلاف معنی دار ($P < 0.01$) نمی باشند

The same letters in each trait are not significantly different (P<0.01)

خشکی تابع نوع پایه بود. بر این اساس نمی توان این ماده را برای همه پایه ها و ارقام توصیه کرد و نیاز به بررسی بیشتر در خصوص تاثیر این ترکیب بر گیاه مورد نظر می باشد. در ضمن تاثیر پذیری این مواد در تیمار آبیاری کامل که شرایط رشد مناسب تر است بیشتر بوده که بر این اساس تاثیر آن تابع شرایط محیطی نیز می باشد.

سپاسگزاری

از مسئولین محترم دانشگاه فردوسی مشهد به خاطر تامین مالی و امکانات جهت اجرای این پروژه و سازمان تحقیقات کشاورزی خراسان به خاطر تامین Em کمال تشکر و قدردانی را داریم.

نتایج نشان داد که صفات تعداد برگ، وزن تر و خشک ریشه و تعداد برگ ها و سطح برگ با توجه به همبستگی کمی که با زنده ماندن نهال ها داشته اند معیارهای مناسبی برای تشخیص مقاومت به کم آبی در بادام نیستند که با گزارش یداللهی و همکاران (39) همخوانی دارد.

نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج این تحقیق، هیبرید طبیعی H1 با داشتن اشتراکات بیشتر در خصوص مقاومت به تنش آبی با پایه GF677 (شاهد استاندارد)، به عنوان یک پایه مقاوم و هیبرید طبیعی H2 به عنوان پایه نسبتاً مقاوم به شرایط خشکی معرفی می شوند. اثر ترکیب ریز موجودات مفید (Em) بر خصوصیات رشد و مقاومت به

جدول 4- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح آبیاری (۱۰۰٪ AW و ۳۳٪ AW و ۱۱٪ AW) و ریز موجودات مفید (سطح یک درصد (EM1) و شاهد (EM0)) بر صفات مورفولوژیکی پایه‌های رویشی بادام {GF, H1, H2 و ژنوتیپ جوین (sd)}.

Table 4- Compare the average interaction between irrigation levels (66% AW, 33% AW and AW% 100) and EM (EM1=1% and control EM0) on morphological characters of Almond Vegetative Rootstocks {GF, H1, H2 and genotype Jovin (sd)}

تیمار Traits	وزن تر ریشه Root fresh Weigh(g)	وزن خشک خشک Root .dry Weigh(g)	حجم ریشه Root Volume (cm ³)	زنده ماندن Survival (%)	سطح برگ Leaf Area(cm ²)	وزن خشک خشک Leaf dry Weigh(g)	وزن تر برگ Leaf. fresh Weigh(g)	تعداد برگ Number of Leaves	رشد گیاه Growth (cm)	طول ریشه Root length(cm)
GF,E0,66	11.69jk	2.97jk	23.9df	92ac	329j	3.16bk	6.8hj	25jk	44.5j m	49fg
GF,E0,33	14.4fh	4 fh	24.9de	96ab	305jk	4.66ei	8.3hi	26jh	47.7fk	ef 51
GF,E0,0	28.9a	8.87a	32.7ab	100a	1150a	10.61a	27.3a	91d	58.8ab	55a
GF,E1,66	8.44jn	3.96jn	20.2ek	92abc	121ps	1.51js	3.35kr	13kn	32.8st	42.1is
GF,E1,33	9.44im	4.09im	22.6eg	96ab	152lp	2.86jm	4.8in	18im	38ps	44.5gm
GF,E1,0	16.12f	5.13f	23.5a	100a	857bc	8.63ab	21.7b	67e	44lo	50.1bcd
H1,E0,66	11.05hl	3.22hl	15.6hq	87bcd	207l	1.59jq	5.4jk	9.1ip	40lg	33hn
H1,E0,33	11.62jk	3jk	16.6hp	96ab	421i	38.2gi	10.7gh	19.4jl	48fk	55.2fk
H1,E0,0	15.1fg	4.15fg	20.7eh	100a	818bd	6.66be	21.6b	31.4ji	52.5bi	40fi
H1,E1,66	7.62lo	1.37lo	4lr	34jk	123pr	1.32kt	2.5lu	8.9lg	53.5b h	24.7jk
H1,E1,33	16.12f	5.1f	20.2ej	93abc	192lo	2.22jn	4.57io	9.1lp	55.1ae	39fi
H1,E1,0	22.1cd	6.02cd	31abc	100a	877b	7.25bc	18.7ce	32gh	57.2ac	40.7fi
H2,E0,66	4.84rv	1.2nr	9.75rv	35ij	3.87ux	0.07ny	0.22gx	1ns	24vw	21.6uv
H2,E0,33	5.3nr	1.01rv	8.75rw	40ik	9.3uw	0.12nx	0.3qw	1ns	44in	22.9ir
H2,E0,0	12.62fi	3.47fj	13lt	73dg	49tu	0.37kv	0.75iv	4.6mr	55.4ad	34.8io
H2,E1,66	20.9ce	5.44ce	18.5fm	75dg	197ln	2.66jl	5.2jm	12.4ko	40.1ir	47.4bc
H2,E1,33	22.5c	5.57c	20el	77df	141mq	1.54jr	4.4jp	15km	51.1cj	39be
H2,E1,0	26.59b	7.83b	28bcd	82dc	623f	6.66bf	20.8bc	51f	61.1a	50.9b
sd,E0,66	1.57vu	0.49vu	1.4qu	58hi	205lm	1.98jp	4.2jq	39fg	41kp	29.7qt
sd,E0,33	4.87nr	1.5nr	3lt	63h	572gh	5.51cg	11.4eg	c 138	46jl	35.4jp
sd,E0,0	12.4fj	3.21fj	17.1hn	76df	726be	6.92bcd	19.2cd	219a	53.6bf	41.9eh
sd,E1,66	3.01qv	0.87qr	13.9ls	48ij	12.5uv	0.17rw	2.9ks	26k	29.5tv	20.5sd
sd,E1,33	5.8mq	1.1mq	16.9ho	50ij	98qt	1.28ku	2.7kt	32gh	23wx	23.1uw
sd,E1,0	7.56lp	1.57ip	20.4ei	75df	602gh	5.31ch	15cf	128ab	32.8su	35.9u

حروف مشابه در هر صفت دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.01$) نمی‌باشند

The same letters in each trait are not significantly different ($P < 0.01$)

منابع

- 1- Boland A. M., Mitchell P. D., Goodwin I. and Jerie P. H. 1994. The effect of soil volume on young tree growth and water-use. Journal of the American Society for Horticultural Science. 119: 1157-1162.
- 2- Camposeo S., and Palasciano M. 2011. "Effect of increasing climatic water deficit on some leaf and stomatal parameters of wild and cultivated almonds under Mediterranean conditions." Scientia Horticulturae. 127: 234-241.
- 3- Chalmers D. J., Mitchell P. D., and Heek L. V. 1981. Control of peach tree growth and productivity by regulated water supply, tree density, and summer pruning, Journal of the American Society for Horticultural Science. 106: 307-312.
- 4- Fernandez R.T., Perry R.L., and Flore J. A. 1997a. Drought response of young apple trees on three rootstocks: growth and development. Journal of the American Society for Horticultural Science. 122: 14-19.
- 5- Fernandez R. T., and Perry R. L. 1997b. Drought response of young apple trees on three rootstocks. II. Gas exchange, chlorophyll fluorescence, water relations and leaf abscisic acid. Journal of the American Society for Horticultural Science., 122: 841-848.
- 6- Girona J., Marsal J., Cohen M., Mata M., and Miravete C. 1993. Physiological and yield response of almond (*Prunus dulcis* L.) to different irrigation regimes. Acta Horticulturae. 335: 389-398.
- 7- Goldhamer D. A., and Viveros M. 2000. Effects of pre harvest irrigation cut off durations and post harvest water

- deprivation on almond tree performance. *Irrigation Science*.19:125-131.
- 8- Gispert J. R., Vargas F. J. 2011. "Assessment of drought tolerance in almond varieties." *Acta Horticulture*. 912: 121-127.
- 9- Higa T. 2000. What is EM technology? *EM World Journal*. 1: 1-6.
- 10- Hsiao T. C. 1993. Growth and productivity of crops relation to water status. *Acta Horticulturae*. 335: 135-148.
- 11- Hu Y., and Schmidhalter U. 2005. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *Plant Nutrition*. 168, 541-549.
- 12- Jagnow G., Hoflich G., and Hoffmann H. 1991. Inoculation of non symbiotic rhizosphere bacteria, possibilities of increasing and stabilizing yield. *Angew botonic*. 65: 97-126.
- 13- Javadi T. 2003. The Effects of Water Stress on physiological and biochemical characteristics of 9 Asian pears genotypes (*Pyrus serotona* Rehd). Thesis PhD, Department of Horticulture, Tarbiat Modarres University.
- 14- Khaliq A., Kaleem Abbasi M., and Hussain T. 2006. Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. *Bioresource Technol*. 97: 967-972.
- 15- Lim T.D., Pak T.W., and Jong C.B. 1999. Yields of Rice and Maize as Affected by Effective Microorganisms. Pp. 92-98. In: Senanayake, Y.D.A and U.R. Sangakkara, (eds.). *Kyusei Nature Farming and Effective Microorganisms*. Proceedings of the 5th International Conference on Kyusei Nature Farming and Effective Microorganisms for Agricultural and Environmental Sustainability. Bangkok, Thailand.
- 16- Manda T. H. E. 1995. Physiological techniques for evaluation and screening of drought tolerance in lowland tropical maize (*Zea mays* L.). M. Sc thesis. Dep. Plant.
- 17- Mohamed F., Sahain M., Elham Z., Motty A., Mohamed H., and Shiekh El. 2007. Effect of Some Bio stimulant on Growth And fruiting Of Anna Apple Trees in Newly Reclaimed Areas. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*.3(5): 422-429.
- 18- Mousavi S.A., Tary M., Mehnat cashe A.M., and Haqqy B. 2009. Drought response of young seedling vegetative growth of five almond cultivars to water deficit. *Seed and Plant Improvement Journal*.25.4 (1), 551-567.
- 19- Nortes P. A., Pe´rez-Pastor A., Egea G., Conejero W., and Domingo R. 2005. Comparison of changes in stem diameter and water potential values for detecting water stress in young almond trees. *Agricultural Water Management*, 77 : 296-30
- 20- Paschoal A. D., Homma S. K. and Sanches A. B.1998. Effect of EM on Soil Quality, Fruit Quality and Yield of Orange Trees in a Brazilian Citrus Orchard. . Fourth international conference on Kyusei nature farming, Proc. Conf., Paris, France, 19-21 June 1995. p. 103-111.
- 21- Romuald G., and Kleibier T. 2010.Effect of effective microorganisms (EM) on nutrient contents in substrate and development and yielding of Rose (*Rosa x hybrida*) and Gerbera (*Gerbera jamesonii*) *Ecological Chemistry and Engineering's*. 17(4).
- 22- Rouhi V., Samson R., Lemeur R. & Van Damme P. (2007). Photosynthetic gas exchange characteristics in three different almond species during drought stress and subsequent recovery. *Environmental and Experimental Botany*, 59, 117-129.
- 23- Sanchez M. C., Sanchez M. J., Planes J., Alarcon J. J., and Torrecillas A. 1993. Seasonal changes in leaf water potential components in two almond cultivars *Journal of Agricultural Science*. 120: 347-351.
- 24- Sands R., and Mulligan, D. R. 1990. Water and nutrient dynamics and tree growth. *Forest Ecology and Management*. 30: 91-111.
- 25- Sardabi H., and Daneshvar H. A. 2006. "responses of cultivation and wild almonds to water stress. *Acta Horticulturae*. (ISHS) 726: 311-316.
- 26- Save R., Bill C., Domingo R., Ruiz-Sanchez M. C., and Torrecillas A. 1995. Some physiological and morphological characteristics of citrus plants for drought resistance. *Plant Science*.110: 167-172.
- 27- Seeley S. 1990. Hormonal transduction of environmental stresses. *Hort Science* .25: 1369-1376.
- 28- Sepaskhah A. R., and Maftoun M. 1981. Growth and chemical composition of pistachio seedlings as influenced by irrigation regimes and salinity levels of irrigation water. II: Chemical composition. *Journal of Horticultural Sciences*., 57: 469-476.
- 29- Shokouhian A. A., Davarynejad GH., Tehranifar A., Imani A., and Rasoulzadeh A. 2013. Evaluation of the Effects of Effective Microorganisms under Water Stress Conditions on Flower Buds Formation of two Almond Genotypes. *Journal of Horticultural Science* Vol. 27, (2), P. 217-226.
- 30- Shyrbany Q., Shur M., and Davarinezhad Gh.h. 2012. Evaluation Stomatal characteristics edible fig under Water Stress Conditions. *iranian journal of horticultural science*. 43 (2), P. 125-133.
- 31- Torrecillas A., Alarcón J. J., Domingo R., Planes J., and Sánchez-Blanco M. J. 1996. Strategies for drought resistance in leaves of two almond cultivars. *Plant Science*. 118: 135-143.
- 32- Torrecillas A., Galego R., Perez-Astor A., and Ruiz-Sanchez M. C. 1999. Gas exchange and water relations of young apricot plants under drought conditions. *Journal of Agricultural Science*. 132: 445-452.
- 33- Tsipouridis C., Thomidis. 2004. Rooting of 'GF677' (almond × peach hybrid) hardwood cuttings in relation to hydrogen peroxide, moisture content, oxygen concentration, temperature and pH of substrate. *Australian Journal*

- of Experimental Agriculture. 44(8) 801–806.
- 34- Treder W., Konopacki P., and Mika A. 1997. Duration of water stress and its influence on the growth of nursery apple trees planted in containers under plastic tunnel conditions. *Acta Horticulturae*. 449: 541-544.
- 35- Turner N. C. 1997. Further progress in crop water relations. *Adv. Agron.*, 58: 293-338.
- 36- Van Loon C. D. 1981. Effect of water stress on potato growth, development and yield. *The American Journal of Potato Research*. 58: 51-69.
- 37- Wang R., Xu H.L and Mridha M.AU. 2000. Effect of Organic Fertilizer and EM Inoculation on Leaf Photosynthesis and Fruit Yield and Quality of Tomato Plants. *Journal of Crop Production*, 3(1):173-182.
- 38- Xu H.L. 2000. Effect of a Microbial Inoculant, and Organic Fertilizer, on the Growth, Photosynthesis and Yield of Sweet Com. *Journal of Crop Production*, 3(1): 183-214.
- 39- Yadollahi A., Arzany K., and Abady A. 2009. Identification Morphological markers associated with drought tolerance in Almond (*Prunus dulcis* Mill). . *iranian journal of horticultural science*. 40 (1), P. 1-12.
- 40- Zaenudin S. 1995. Effective Microorganisms (EM4) technology in Indonesia. *Proc. Of Second Conference of Effective Microorganisms*. P.80-81.
- 41- Zamani Z., Taheri A., Vezvaei A., and Poustini K. 2002. Proline content and stomatal resistance of almond seedlings as affected by irrigation intervals. *Acta Horticulturae*. 491: 411-416.



تأثیر سطوح مختلف نیتروکسین و اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های کمی و اسانس گیاه

دارویی زنیان (*Carum copticum* (L.) C. B. Clarke)

کاظم برغمندی^{*1} - شهلا نجفی²

تاریخ دریافت: 1392/03/15

تاریخ پذیرش: 1394/03/26

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروکسین و اسید هیومیک بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی زنیان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه زابل انجام گردید. تیمارهای کودی شامل: استفاده از کود زیستی نیتروکسین به صورت تلقیح با بذر در چهار سطح شامل N1=صفر (شاهد)، N2=0/5، N3=1 و N4=1/5 لیتر در هکتار و استفاده از کود آلی اسید هیومیک به صورت محلول در آب آبیاری و در مرحله 4 برگی در چهار سطح شامل H1=صفر (شاهد)، H2=1، H3=2 و H4=3 کیلوگرم در هکتار بود. نتایج آزمایش نشان داد که تأثیر اسید هیومیک بر وزن هزار دانه، تعداد چتر، تعداد شاخه جانبی، درصد اسانس و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین درصد و عملکرد اسانس به ترتیب با 4/17 درصد و 64/75 کیلوگرم در هکتار از تیمار H4 به دست آمد. هم‌چنین اثر نیتروکسین بر تمام صفات فوق به جز درصد اسانس معنی‌دار بود. برهمکنش تیمارهای اسید هیومیک و نیتروکسین بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد دانه (1758/33 کیلوگرم در هکتار) از تیمار N4H3 به دست آمد. با توجه به نتایج این پژوهش به نظر می‌رسد استفاده از 1/5 لیتر نیتروکسین و سه کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار بهترین تیمار در تولید درصد و عملکرد اسانس زنیان باشد.

واژه‌های کلیدی: صفات مورفولوژیکی، عملکرد اسانس، کود زیستی

مقدمه

اطلاق نمی‌گردد، بلکه ریزموجودات باکتریایی و قارچی و مواد حاصل از فعالیت آن‌ها در رابطه با تثبیت نیتروژن، فراهمی فسفر و سایر عناصر غذایی از جمله مهم‌ترین کودهای بیولوژیک محسوب می‌گردند (25). نیتروژن عمده‌تاً اولین عنصر غذایی است که در مناطق خشک و نیمه خشک کمبود آن مطرح است زیرا مقدار مواد آلی که عمده‌ترین منبع ذخیره ازت می‌باشد در این مناطق ناچیز است (24). امروزه به تثبیت بیولوژیکی نیتروژن از طریق باکتری‌های همیار آزادی از جمله آزوسپیریلا و ازتوباکتر در بوم نظام‌های کشاورزی توجه ویژه‌ای معطوف شده است (39). نیتروکسین حاوی مؤثرترین باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (ازتوباکتر و آزوسپیریلا) می‌باشد. باکتری‌های موجود در نیتروکسین علاوه بر تثبیت نیتروژن جو و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پرمصرف و ریزمغذی مورد نیاز گیاه، با سنتز و ترشح انواع هورمون‌های تنظیم کننده رشد مانند اکسین (IAA)، ترشح اسیدهای آمینه مختلف، انواع آنتی بیوتیک‌ها، سیانید هیدروژن و سیدروفور موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان می‌شوند (39). کوچکی و همکاران (20) در آزمایشی روی گیاه دارویی

در کشاورزی تجاری استفاده بیرویه و نامتعادل از کودها و سموم شیمیایی که تخریب خاک و از بین رفتن موجودات خاکی را در پی دارد، سبب شده است توان تولید و حاصلخیزی خاک کاهش یافته و کیفیت محصولات تولیدی کاهش پیدا کند (30). حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه با توجه به اصول کشاورزی اکولوژیک نقش مهمی در بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی دارد (19). یکی از ارکان اصلی کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف کاربرد کودهای شیمیایی است. کاربرد کودهای بیولوژیک، از جمله راهبردهای تغذیه گیاه برای نیل به اهداف کشاورزی اکولوژیک است (17). اصطلاح کودهای بیولوژیک منحصرأ به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی، کود سبز و غیره

1- دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی گرایش گیاهان دارویی، دانشگاه زابل
(*) - نویسنده مسئول: Email: Kazem.barghamadi@gmail.com

2- استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه زابل

زوفا (*Hyssopus officinalis*) نشان دادند که کاربرد کودهای بیولوژیک نقش مفید و مؤثری در بهبود ویژگی‌های رشد، عملکرد اندام هوایی و خصوصیات کیفی گیاه دارویی زوفا دارد. تلان و همکاران (38) طی تحقیقات خودروی رازیانه (*Foeniculum vulgare*) اظهار داشتند که تلقیح با ازتوباکتر موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع، تعداد شاخه جانبی، چتر، چترک و عملکرد دانه گیاه در مقایسه با شاهد گردید.

هیومیک اسید یکی دیگر از کودهای مناسب مورد استفاده در نظام کشاورزی ارگانیک می‌باشد. با توجه به ملاحظات زیست محیطی اخیراً استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارد (31). اسیدهیومیک با وزن مولکولی 30000-300000 دالتن و اسید فولیک هم با وزن مولکولی کمتر از 30000 دالتن به ترتیب سبب تشکیل کمپلکس‌های پایدار و نامحلول و کمپلکس‌های محلول با عناصر میکرو می‌گردند (26). استفاده از اسیدهیومیک باعث رشد اندام هوایی می‌شود که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر ازت، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس است (13). در پژوهشی کاربرد اسیدهیومیک در سویا باعث افزایش جذب آب، سرعت جوانه‌زنی و تنفس شد (15). همچنین تیمار اسید هیومیک در گندم از طریق کلات کردن عناصر کلسیم و منیزیم در خاک باعث افزایش دسترسی ریشه به این عناصر شد (22 و 41). با توجه به این که اطلاعات موجود در مورد اثرات ناشی از کاربرد این کودها روی گیاهان دارویی بسیار کم است، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر مصرف کود زیستی نیتروکسین و کود آلی هیومیک اسید در گیاه دارویی زنیان صورت گرفت.

تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد. منطقه در ارتفاع 481 متر بالاتر از سطح دریا و مختصات جغرافیایی 61 درجه و 41 دقیقه طول شرقی و 30 درجه و 54 دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. خاک مزرعه دو سال به صورت آیش بوده و بر اساس نتایج تجزیه بافت آن شنی لومی تشخیص داده شد و سایر خصوصیات خاک نیز مورد بررسی قرار گرفت (جدول 1). بذر مورد استفاده در این تحقیق از توده محلی تهیه شد و در تاریخ 1390/12/5 بعد از تلقیح با نیتروکسین و خشک کردن در سایه، به صورت سطحی کشت گردید. آبیاری به صورت غرقابی و هفته‌ای یکبار انجام گردید. هر کرت آزمایشی شامل 6 خط کاشت به فواصل 35 سانتی‌متر و به طول 2 متر بود، فاصله بین تکرارها 1/5 متر و فاصله بین کرت‌ها 0/5 متر در نظر گرفته شد. کود بیولوژیک نیتروکسین مورد استفاده در این تحقیق از شرکت فن‌آوری زیستی مهر آسیا تهیه شد که دارای 10^8 سلول زنده از هر یک از جنس‌های باکتری (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) در هر میلی لیتر نیتروکسین بود. نام تجاری اسیدهیومیک مورد استفاده در این آزمایش هیومکس بود که شامل 80 درصد اسیدهیومیک، 15 درصد اسیدفلوویک و 5 درصد اکسید پتاسیم بود. برای اندازه‌گیری صفات مورد نظر شامل وزن هزارانه، عملکرد دانه و هم‌چنین وزن، درصد و عملکرد اسانس، نمونه‌های بذری در زمان رسیدگی کامل و قهوه‌ای شدن، از چهار ردیف وسط هر کرت (با احتساب حذف 30 سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر ردیف) تهیه شدند. اسانس موجود در دانه به روش تقطیر با آب به مدت 3 ساعت استخراج گردید. درصد اسانس پس از رطوبت زدایی آن توسط سولفات سدیم محاسبه شد (17). پس از محاسبه درصد وزنی اسانس در کل، عملکرد آن در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار) تعیین شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری SAS استفاده شد و میانگین‌های صفات مورد بررسی توسط آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تأثیر تیمارها روی صفات ظاهری مورد اندازه‌گیری ارتفاع بوته

ارتفاع بوته تحت تأثیر هیچ یک از تیمارهای اسید هیومیک و نیتروکسین و هم‌چنین اثر متقابل آن‌ها قرار نگرفت و معنی‌دار نشد (جدول 2).

تعداد چتر

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمار اسید هیومیک بر تعداد چتر بسیار معنی‌دار بود (جدول 2). بیشترین تعداد چتر از تیمار H4 با 28/11 چتر به دست آمد (جدول 3). اختلاف این سطح با سایر سطوح تیمارها معنی‌دار بود. با افزایش مقدار اسید هیومیک بر تعداد چتر افزوده شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف کود زیستی نیتروکسین و کود آلی اسید هیومیک بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی زنیان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل اجرا شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل استفاده از کود زیستی نیتروکسین به صورت بذرمل در 4 سطح شامل صفر (شاهد)، 0/5، 1 و 1/5 لیتر در هکتار و استفاده از کود آلی اسید هیومیک به صورت حل کردن در آب آبیاری، پس از سبز شدن گیاهان، در مرحله 4 برگی در 4 سطح شامل صفر (شاهد)، 1، 2 و 3 کیلوگرم در هکتار بودند. آب و هوای منطقه بر اساس طبقه بندی کوپن جزء اقلیم‌های خشک و بسیار گرم با

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق 0-30 سانتیمتری

Table 1- Physical and chemical properties of the soil tests in 0-30 cm depth

بافت Texture	شن Sand (%)	رس Clay (%)	لای Loam (%)	سدیم Sodium	پتاسیم Potassium	فسفر Phosphorus	کربن آلی Organic Carbon (%)	نیتروژن Nitrogen (%)	ماده آلی Organic material (%)	وزن مخصوص ظاهری Bulk density (g/cm ³)	اسید پته pH	هدایت الکتریکی EC (ds/m)
شنی لومی Sand-loam	41	32	27	38.7	115	9.2	0.47	0.09	0.87	1.49	8.4	1.46

جدول 2- تجزیه واریانس ویژگی‌های کمی زنبان تحت تاثیر اسید هیومیک و نیتروکسین

Table 2- Analysis of variance of quantitative characteristics of *Carum copticum* affected by humic acid and Nitroxin

میانگین مربعات MS							
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	وزن هزار دانه Seed weight	ارتفاع بوته Height of plant	تعداد چتر Number of umbels	تعداد شاخه جانبی Lateral branches	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Seed yield
تکرار Replication	۲	۰.۰۰۹۷	۲۳۰.۰۲۴	۰.۵۰	۰.۰۹۹	۳۲۲۷۹.۰۰	۸۴۰۴۷.۷۷
اسید هیومیک Humic acid	۳	۰.۱۵۰۹**	۴۴.۳۳۴ ^{ns}	۸۸.۷۴**	۳.۴۴۳**	۱۳۸۸۹۷۵.۸۳**	۲۰۳۳۹۶.۰۱**
نیتروکسین Nitroxin	۳	۰.۰۳۲۵**	۶۹.۵۶۸ ^{ns}	۶.۸۹**	۱.۵۰۴*	۲۴۵۰۰۱۷.۴۲**	۳۰.۲۷۲.۴۰**
اسید هیومیک × Nitroxin	۹	۰.۰۰۴۳ ^{ns}	۸۸.۹۸۹ ^{ns}	۰.۴۸ ^{ns}	۰.۲۴۶ ^{ns}	۱۸۱۲۷۹.۳۹**	۷۹۹۷.۸۷*
خطا Error	۳۰	۰.۰۰۵۶	۵۹.۸۹۰۳	۰.۳۴	۰.۳۷۱۳	۳۳۵۸۶.۰۰	۳۰۹۱.۲۷
ضریب تغییرات (%) CV	-	۷.۵۱	۱۲.۱۳	۲.۳۴	۹.۷۶	۳.۶۸	۳.۷۴

ns و * و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی دار و معنی دار در سطح 5 و 1 درصد می‌باشد.

ns, * and ** are non-significant and significantly at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$, respectively.

ویتامین‌ها، محرک‌های رشد، افزایش رشد ریشه و افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی باعث بهبود برخی صفات شدند. نتایج این تحقیق با نتایج سانچز گووین و همکاران (32) مطابقت دارد، ایشان گزارش کردند که کاربرد کودهای بیولوژیک در گیاهان دارویی بابونه و همیشه بهار باعث افزایش عملکرد گل شد. محفوظ و شرف الدین (23) نیز گزارش کردند که تعداد چتر در بوته در گیاه رازیانه تحت شرایط استفاده از کودهای بیولوژیک نسبت به عدم استفاده از این کودها افزایش معنی‌داری یافت. اثر متقابل تیمارهای اسید هیومیک و

هم‌چنین کمترین تعداد چتر از تیمار شاهد (H1) با 21/8 چتر به دست آمد. تیمار نیتروکسین نیز بر تعداد چتر تأثیر معنی‌داری در سطح 1 درصد داشت (جدول 2). بیشترین تعداد چتر (25/69) از تیمار N3 به دست آمد، که از نظر آماری اختلافی بین این تیمار و تیمار N4 مشاهده نشد اما با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری بود، هم‌چنین کمترین تعداد چتر (24) در تیمار شاهد (N1) مشاهده شد (جدول 3). در این ارتباط می‌توان اظهار داشت که به دنبال کاربرد نیتروکسین، باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از طریق تولید

نیتروکسین بر تعداد چتر معنی‌دار نشد.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه تحت تأثیر تیمارهای اسید هیومیک بسیار معنی‌دار شد (جدول 2). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها بیشترین وزن هزار دانه در تیمار H4 با 1/1 گرم مشاهده شد که با تیمار H3 اختلاف معنی‌داری نداشت ولی در مقایسه با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار بود (جدول 3). همچنین کمترین وزن هزار دانه از تیمار شاهد (H1) با 0/84 گرم به دست آمد. طبق نتایج به دست آمده با افزایش مقدار اسید هیومیک مصرفی بر میزان وزن هزار دانه افزوده می‌شود که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر ازت، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس است (13). در حقیقت قابلیت‌های اسید هیومیک توانایی ایجاد کمپلکس‌های پایدار با یون‌های فلزی می‌باشد (6). اسید هیومیک سبب تداوم بافت‌های فتوسنتز کننده شده و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (40). با توجه به نتایج تجزیه واریانس، تیمار نیتروکسین نیز تأثیر معنی‌داری در سطح 1 درصد بر وزن هزار دانه داشت (جدول 2). بیشترین وزن هزار دانه (1/02 گرم) در تیمار N4 مشاهده شد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارهای استفاده از کود نیتروکسین یعنی N2 و N3 نداشت و فقط با تیمار شاهد (N1) دارای اختلاف معنی‌دار بود (جدول 3). در ارتباط با افزایش وزن هزار دانه به دنبال کاربرد کود زیستی نیتروکسین می‌توان اظهار داشت که این افزایش، در نتیجه تأثیر باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم بر تثبیت نیتروژن و توسعه بهتر سیستم ریشه‌ای و به تبع آن جذب بهتر عناصر غذایی به ویژه نیتروژن حاصل گردید. در واقع کودهای زیستی با ایجاد تعادل بین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، ضمن افزایش رشد رویشی، رشد زایشی را نیز افزایش داده و با ایجاد مقصد (Sink) فراوان (دانه)، آسمیلات تولیدی حاصل از رشد رویشی به دانه‌ها انتقال و در نهایت شاخص برداشت دانه گیاه بالا می‌رود (28). قادر و همکاران (16) درگندم و گویا و سامنوترا (12)، در کلزا گزارش کردند که استفاده از ازتوباکتر و آزوسپریلیوم، موجب افزایش وزن هزار دانه شده است، که علت آن را افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه، بر اثر تلقیح با این باکتری‌ها دانستند. برهمکنش تیمارهای اسید هیومیک و نیتروکسین بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود.

تعداد شاخه جانبی

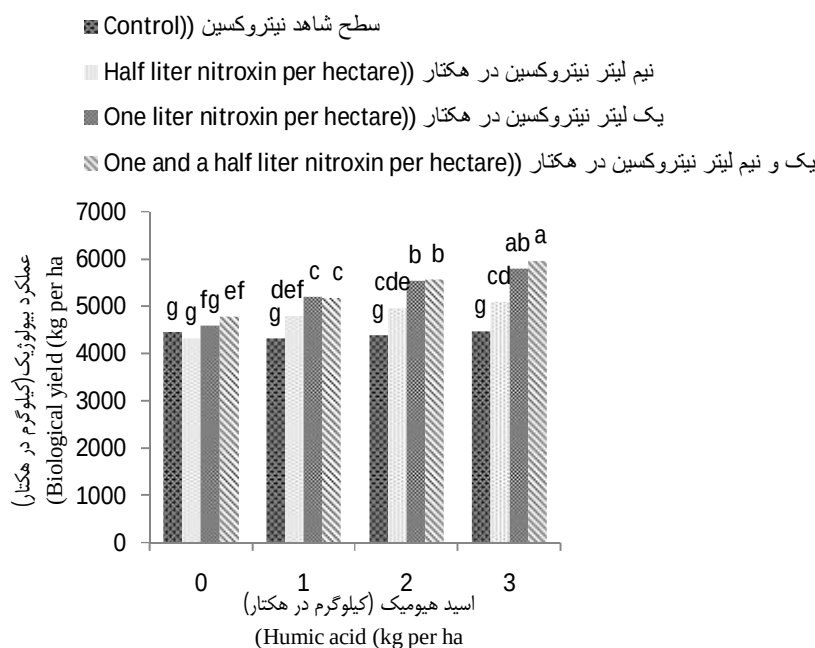
با توجه به نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار اسید هیومیک بر تعداد شاخه جانبی در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود (جدول 2). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین تعداد شاخه جانبی (6/94) در تیمار H4 مشاهده شد که این سطح دارای اختلاف معنی‌داری با سطوح

دیگر بود، همچنین کمترین تعداد شاخه جانبی (5/63) در تیمار شاهد (H1) مشاهده شد (جدول 3). اسید هیومیک با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، ظرفیت نگهداری آب در خاک و همچنین ایفای نقش، روی نفوذپذیری غشاء به عنوان ناقل پروتئین، فعال کردن تنفس، چرخه کربس، فتوسنتز و تولید آمینواسید و آدنوزین تری فسفات باعث افزایش رشد گیاهان می‌شود (36). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تیمار نیتروکسین بر تعداد شاخه جانبی در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار بود (جدول 2). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها بیشترین تعداد شاخه جانبی (6/75) در تیمار N4 مشاهده شد که از نظر آماری بین این تیمار و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول 3). کمترین تعداد شاخه جانبی نیز در تیمار شاهد (N1) با میانگین 5/94 شاخه مشاهده شد. این نتیجه با نتایج درزی و همکاران (6) در رازیانه و فلاحی و همکاران (11) در بابونه آلمانی مطابقت دارد. در همین راستا سینگ و کپور (37) با بررسی تأثیر ازتوباکتر، گزارش کردند که استفاده از کودهای بیولوژیک باعث افزایش تعداد شاخه جانبی ماش (*Vigna radiata*) می‌شود. به عقیده الغدبان و همکاران (8) مصرف کودهای زیستی بر تعداد شاخه‌های جانبی و تعداد چتر در گیاه رازیانه تأثیر معنی‌دار دارد.

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن بود که تیمارهای اسید هیومیک و نیتروکسین و همچنین برهمکنش آن‌ها بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود (جدول 2). بیشترین عملکرد بیولوژیک (5972/22 کیلوگرم) در تیمار H4N4 و کمترین عملکرد بیولوژیک (4327/77 کیلوگرم) در تیمار H2N1 مشاهده شد (شکل 1). این اثرات سودمند اسید هیومیک از طریق قدرت کلات کنندگی عناصر غذایی و اثر بر خصوصیات بیولوژیکی و فیزیولوژیکی خاک ظاهر شد. همچنین اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم رایبیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد شد (7). سماوات و ملکوتی (31) گزارش کردند که استفاده از اسید هیومیک سبب افزایش تهویه خاک، جذب عناصر غذایی، افزایش تقسیم سلولی، افزایش فتوسنتز و رشد گیاه و بطور کلی سبب افزایش وزن خشک گیاه می‌شود.

خلیلیان اکرامی (18) به دنبال کاربرد تثبیت کننده‌های نیتروژن (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) در ذرت و همچنین اوجاقلو (28) در پی کاربرد کود زیستی ازتوباکتر در گلرنگ، افزایش عملکرد بیولوژیک را گزارش کردند. نتایج تحقیقات لیتی (21) نیز بیانگر بهبود جذب عناصر غذایی توسط ریشه گیاه رزماری، افزایش میزان فتوسنتز و در نتیجه افزایش تولید ماده خشک و عملکرد اندام هوایی در نتیجه کاربرد کود بیولوژیک بود.



شکل 1- برهمکنش اسید هیومیک و نیتروکسین بر عملکرد بیولوژیک گیاه زنبان

Figure 1- Interaction of humic acid and nitroxin on biological yield of *Carum copticum*

جدول 3- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی زنبان تحت تأثیر اسید هیومیک و نیتروکسین

Table 3- Comparison of quantitative characteristics *Carum copticum* influence of humic acid and Nitroxin

تیمار Treatment	تعداد چتر Number of umbels	وزن هزار دانه seed weight (g)	تعداد شاخه جانبی lateral branches	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد دانه Seed yield (kg ha ⁻¹)
اسید هیومیک Humic acid (kg ha ⁻¹)					
3	28.11 ^a	1.1 ^a	6.94 ^a	5340.97 ^a	1551.39 ^b
2	25.88 ^b	1.05 ^a	6.19 ^b	5124.30 ^b	1634.03 ^a
1	23.75 ^c	0.98 ^b	6.19 ^b	4885.42 ^c	1412.50 ^c
شاهد	21.80 ^d	0.84 ^c	5.63 ^c	4547.22 ^d	1347.22 ^d
نیتروکسین Nitroxin (liter ha ⁻¹)					
1.5	25.30 ^a	1.02 ^a	6.75 ^a	5384.03 ^a	1552.78 ^a
1	25.69 ^a	1.00 ^a	6.19 ^b	5295.14 ^a	1497.22 ^b
0.5	24.55 ^b	1.02 ^a	6.08 ^b	4803.47 ^b	1451.39 ^b
شاهد	24.00 ^c	0.91 ^b	5.94 ^b	4415.28 ^c	1443.75 ^c

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means within a column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

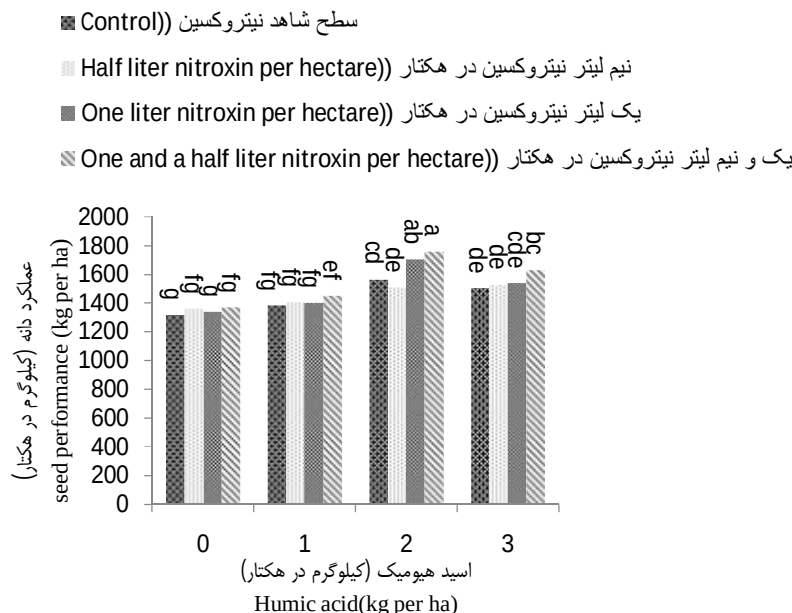
عملکرد دانه (1758/33 کیلوگرم) از تیمار H3N4 و کمترین عملکرد دانه (1319/44 کیلوگرم) از تیمار H1N1 (شاهد) به دست آمد (شکل 2). نتایج آزمایشات محققین در تأیید نتایج به دست آمده از این آزمایش نشان داد که در بررسی اثر اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای

عملکرد دانه

تیمارهای اسید هیومیک و نیتروکسین بر روی عملکرد دانه در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بودند و همچنین برهمکنش آن‌ها بر عملکرد دانه در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار بود (جدول 2). بیشترین

عنصر غذایی و در نتیجه باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی در گیاه میشود، بنابراین چنین به نظر می‌رسد که افزایش عملکرد دانه در پاسخ زنیان به تلقیح با این کودها، به دلیل فراهمی بیشتر عناصر غذایی برای بوته‌ها بوده که در نتیجه باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی برای دانه‌ها شده است (14 و 28). فلاحی و همکاران (11) در بررسی خود بر روی گیاه بابونه مشاهده کردند که بالاترین عملکرد دانه، با کاربرد کود نیتروکسین حاصل شد.

عملکرد گندم و ذرت، شریف (34) دریافت که اضافه کردن 0/5 تا 1 کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به ترتیب عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک گندم و ذرت را افزایش معنی‌داری داد. اضافه کردن 0/5 کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک عملکرد دانه را 25 درصد نسبت به شاهد بالا برد. در مطالعه دیگری اسید هیومیک سبب افزایش عملکرد دانه در جوشد (2)، از آن‌جاکه تلقیح با کودهای بیولوژیک به دلیل توسعه سیستم ریشه‌ای، باعث بهبود دسترسی و افزایش جذب



شکل 2- برهمکنش اسید هیومیک و نیتروکسین بر عملکرد دانه گیاه زنیان

Figure 2- Interaction of humic acid and nitroxin on seed performance of *Carum copticum*

جدول 4- تجزیه واریانس وزن، درصد و عملکرد اسانس زنیان تحت تأثیر اسید هیومیک و نیتروکسین

Table 4- Analysis of variance of weight, percent and performance of *Carum copticum* essential oil under the influence of humic acid and Nitroxin

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS		
		وزن اسانس Essential oil Weight	درصد اسانس Essential oil Percent	عملکرد اسانس Essential oil yield
تکرار Replication	2	0.0004	0.004	93.18
اسید هیومیک Humic acid	3	0.220**	2.459**	1375.64**
نیتروکسین Nitroxin	3	0.002 ^{ns}	0.021 ^{ns}	71.66**
اسید هیومیک × نیتروکسین Nitroxin × Humic acid	9	0.001 ^{ns}	0.014 ^{ns}	15.94 ^{ns}
خطا Error	30	0.002	0.029	9.83
ضریب تغییرات (%) CV		48.4	54.4	59.5

^{ns}, * و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی دار و معنی دار در سطح 5 و 1 درصد می‌باشد.

^{ns}, * and ** are non- significant and significantly at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$, respectively.

جدول 5- مقایسه میانگین‌های وزن، درصد و عملکرد اسانس زنیان تحت تأثیر اسید هیومیک و نیتروکسین

Table 5- Comparison of weight, percent and performance of *Carum copticum* essential oil under the influence of humic acid and Nitroxin

تیمار Treatment	وزن اسانس (گرم) Essential oil Weight (g)	درصد اسانس Essential oil Percent	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) Essential oil yield (kg per ha)
اسید هیومیک Humic acid (kg per ha)			
3	1.25 ^a	4.17 ^a	64.75 ^a
2	1.17 ^b	3.91 ^b	64.07 ^a
1	1.13 ^b	3.79 ^b	53.52 ^b
شاهد	0.93 ^c	3.11 ^c	42.00 ^c
نیتروکسین (لیتر در هکتار) Nitroxin (liter per ha)			
1.5	1.13 ^a	3.76 ^a	58.94 ^a
1	1.14 ^a	3.80 ^a	57.30 ^a
0.5	1.11 ^a	3.71 ^a	54.18 ^b
شاهد	1.11 ^a	3.71 ^a	53.92 ^b

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند در سطح 5 درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means within a column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

اثر تیمارها روی صفات بیوشیمیایی

وزن اسانس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که وزن اسانس تحت تأثیر تیمار اسید هیومیک در سطح 1 درصد معنی‌دار شد (جدول 4). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که بیشترین وزن اسانس از تیمار H4 با 1/25 گرم و کمترین وزن اسانس از تیمار شاهد (H1) با 0/93 گرم به دست آمد که بین این تیمار با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود (جدول 5). در توجیه این نتیجه به دست آمده می‌توان گفت که اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه (7) و در نتیجه تولید فرآورده‌های فتوسنتزی می‌شود و چون اسانس‌ها از گروه شیمیایی ترپن‌ها بوده و به این دلیل که گلوکز به عنوان پیش ماده مناسب در سنتز اسانس و به ویژه منوترپن‌ها مطرح هست، فتوسنتز و تولید فرآورده‌های فتوسنتزی ارتباط مستقیمی با تولید اسانس دارد (27). تیمار نیتروکسین و همچنین برهمکنش بین اسید هیومیک و نیتروکسین بر وزن اسانس تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول 4).

درصد اسانس

نتایج آزمایش حاکی از آن است که درصد اسانس فقط تحت تأثیر تیمار اسید هیومیک در سطح 1 درصد معنی‌دار شد و تیمار نیتروکسین و برهمکنش بین اسید هیومیک و نیتروکسین روی درصد اسانس معنی‌دار نبود (جدول 4). جدول مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد بیشترین درصد اسانس در تیمار H4 با 4/17 درصد و کمترین درصد

اسانس در تیمار شاهد (H1) با 3/11 درصد مشاهده شد (جدول 5). اسید هیومیک مخلوط متراکم و کمپلکس اسیدهای آلی آروماتیک است. این ترکیب دارای گوگرد، ازت، فسفر و برخی از فلزات مانند: کلسیم، منیزیم، مس، روی و غیره می‌باشد. اسید هیومیک از نظر بیوشیمیایی ماده مؤثره هوموس است. در حقیقت اسید هیومیک از نظر نحوه عمل شبیه سایر کودهای آلی مانند کمپوست، ورمی‌کمپوست و کودهای آلی عمل می‌کند. درزی و همکاران (4) گزارش کردند که ورمی‌کمپوست باعث افزایش درصد اسانس رازیانه شد و با افزایش مقدار ورمی‌کمپوست میزان اسانس نیز افزایش نشان داد. کپور و همکاران (17) نیز گزارش کردند که کودهای آلی سبب افزایش عملکرد اسانس رازیانه می‌شود. تحقیقات زیادی نیز گزارش کردند که استفاده از کودهای آلی باعث افزایش درصد اسانس در گیاهان دارویی می‌شوند (1 و 3).

عملکرد اسانس

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها تیمار اسید هیومیک تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0/01$) بر عملکرد اسانس داشت (جدول 4). بیشترین میزان عملکرد اسانس (64/75 کیلوگرم در هکتار) از تیمار H4 به دست آمد، درحالی‌که بین این تیمار و تیمار H3 از نظر آماری اختلافی وجود نداشت اما با سایر تیمارها دارای اختلاف آماری معنی‌داری بود و همچنین کمترین میزان عملکرد اسانس (42 کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد (H1) مشاهده شد (جدول 5). در حقیقت اسید هیومیک با ایفای نقش‌های مختلف مانند قدرت کلات کنندگی عناصر غذایی و

و همچنین عملکرد دانه به عنوان اندام مورد استفاده در اسانس گیری گردیده است که با نتایج تحقیقات فلاحی و همکاران (11) مطابقت دارد. آنها به دنبال کاربرد کود زیستی نیتروکسین بر روی گیاه دارویی بابونه آلمانی نتایج مشابهی را به دست آوردند. همچنین نتایج مشابهی نیز از لحاظ افزایش عملکرد اسانس، توسط رام و کومار (29) بر روی نعنای و الغدبان (9) بر روی مرزنجوش، به دنبال کاربرد تثبیت کننده‌های نیتروژن گزارش شده است.

نتیجه‌گیری کلی

استفاده از باکتری‌های مفیدی مانند ازتوباکتر و آزوسپریلیوم و اسیدهای آلی به صورت کمپلکس میکروبیولوژیک و میکروهومات‌ها در محیط ریشه گیاه سهم زیادی در جهت روند رشد و برداشت محصولات طبیعی داشته و خاک را بارور می‌کند. نتایج آزمایش نشان داد که بهترین درصد و عملکرد اسانس زیان از کاربرد 1/5 لیتر نیتروکسین و 3 کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار به دست آمد.

اثر بر خصوصیات بیولوژیکی و فیزیولوژیکی خاک باعث افزایش عملکرد دانه به عنوان اندام مورد استفاده در اسانس گیری و همچنین افزایش درصد اسانس شد و از این طریق یعنی با افزایش اجزای عملکرد باعث افزایش عملکرد اسانس شد.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تیمار نیتروکسین بر عملکرد اسانس در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود (جدول 4). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد اسانس (58/94) کیلوگرم در هکتار از تیمار N4 به دست آمد، درحالی‌که بین این تیمار و تیمار N3 از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت اما با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری بود و همچنین کمترین مقدار عملکرد اسانس (53/92) کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد (N1) مشاهده شد (جدول 5). نتایج نشان داد که میکروارگانیزم‌های خاک‌زی موجود در کود زیستی نیتروکسین (آزوسپریلیوم و ازتوباکتر) به طور غیرمستقیم با توسعه سیستم ریشه‌ای و افزایش سطح جذب یون‌ها، افزایش میزان جذب ناصر غذایی و همچنین از طریق ترشح هورمون اکسین و تحریک رشد گیاه، باعث افزایش عملکرد بیولوژیک

منابع

- Atiyeh R.M., Subler S., Edwards C.A., Bachman G., Metzger J.D., and Shuster W. 2000. Effects of vermicomposts and compost on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia*, 44: 579-590.
- Ayuso M., Hernandez T., Garcia C., and Pascual J.A. 1996. A comparative study of the effect on barley growth of humic substances extracted from municipal wastes and from traditional organic materials, 24: 493 - 500.
- Badran F.S., and Safwat M.S. 2004. Response of fennel plants to organic manure and biofertilizers in replacement of chemical fertilization. *Egyptian Journal of Agriculture Research*, 82: 247-256.
- Darzi M.T., Ghalavand A., Sefidkon F., Rejali F. 2007. The effects of mycorrhiza, vermicompost and phosphatic biofertilizer application on quantity and quality of essential oil in Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(4): 396 -413. (in Persian with English abstract)
- 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. (in Persian with English abstract)
- David p.p., Nelson p.v. and Sanders c.d. 1994. A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. *Journal of plant nutrition*, 17: 173- 184.
- Delfine S., Tognetti R., Desiderio E., and Alvino A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy for Sustainable development*, 25: 183-191.
- El-Ghadban E.A.E., Shalan M.N. and Abdel-Latif T.A.T. 2006. Influence of biofertilizers on growth, volatile oil yield and constituents of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Egyptian Journal of Agriculture Research*, 84: 977-992.
- EL-Ghadban E. A., Ghallab A. M., and Abdelwahab A. F. 2002. Effect of organic fertilizer (Biogreen) and biofertilization on growth, yield and chemical composition of Marjoram plants growth under newly reclaimed soil conditions. 2nd Congress of Recent Technologies in Agriculture, 2: 334-361.
- Emami A. 1996. Methods of Plant Analysis. Soil and Water Research Institute, 982 (1): 128 p.
- Fallahi J., Kochaki A.R., Rezvani Moghaddam P. 2010. Effects of biological fertilizers on yield and quality of German chamomile. (*Matricaria chamomilla*) *Journal of agricultural research*, 7 (1): 135-137. (in Persian with English abstract)
- Gupta A.K and Samnotra R.K. 2004. Effect of biofertilizers and nitrogen on growth, quality and yield of cabbage (*Brassica napus* L.). *Environment Ecology*, 22: 551-553.
- Harper S.M., Kerven G.L., Edwards D.G. and Ostatek Boczyski Z. 2000. Characterization of fulvic and humic acids from leaves of eucalyptus comalduensis and from decomposed hay. *Soil Biochemistry*, 32: 1331-1336.

- 14- Hazarika D.K., Taluk Dar N.C., Phookan A.K., Saikia U.N., Das B.C., and Deka P.C., 2002. Influence of Vesicular arbuscular mycorrhizal fungi and phosphate solubilizing bacteria on nursery establishment and growth of tea seedlings in Assam. A paper presented in the 17th WCSS, 14-21.
- 15- Iswaran V. and Chonkar P.K. 1971. Action of sodium humate and dry matter accumulation of soybean in saline alkali soil. In B. Novak et al. Humus et Planta: 613-615.
- 16- Kader M.A., Mian M.H., and Hoque M.S. 2002. Effects of Azotobacter inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Sciences, 2(4): 259-261.
- 17- 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.
- 18- Khalilian Ekrani H. 1385. Effects of sulfur oxidizing bacteria (*Thiobacillus*), nitrogen fixation (*Zysovirium* and *Azotobacter*) on corn yield, the S. C 704 MS Thesis Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Tabriz Branch. (in Persian with English abstract)
- 19- Khoram Del S., Koochaki A., Nassiri Mahalati M., Ghorbani R. 2007. Application effects of biofertilizers on the growth indices of black cumin (*Nigella sativa* L.). Journal of Iranian Field Crop Research, 2(6): 285-294. (in Persian with English abstract)
- 20- Kochaki A.R., Tabrizi L., Gorbani R. 2009. Evaluation of the effect of biofertilizers on growth characteristics, yield and quality of the medicinal herb hyssop. CROP Research, 6 (1): 137- 127. (in Persian with English abstract)
- 21- Leithy S., El-Meseiry T.A., and Abdallah E.F. 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil quality. Journal of Applied Sciences Research, 2: 773-779.
- 22- Mackowiak C.L., Grossl P.R., and Bugbee B.G. 2001. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. Soil Science Society of American Journal, 65: 1744-1750.
- 23- 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.
- 24- Malakoti M.J., Nafisi M. 1989. Fertilizer use in irrigated and rainfed lands, printing, center, Tarbiat Modarres University Press, 267 p. (in Persian with English abstract)
- 25- Manaffee W.F., and Kloepper J.W. 1994. Application of plant growth promoting rhizobacteria in sustainable agriculture. In: "Soil biota management in sustainable farming systems". Eds. By C.E. Paankburst, B.M. Doube, V.V.S.R. Gupta, and P.R. Grace. p. 23-31. CSIRO, Pub. East Melbourne, Australia
- 26- Michael K. 2001. Oxidized lignites and extracts from oxidized lignites in agriculture. Soil Science, 1-23.
- 27- Niakan M., Khavarinejad R., Rezaei M.B. 2005. Effect of three ratios of fertilizer N, P, K on fresh weight, dry weight, leaf area and the essential oil of peppermint. (*Mentha piperita* L.) of Medicinal and Aromatic Plants Research, 21 (2): 148-131. (in Persian with English abstract)
- 28- Ojaglo F. 2006. Effect of inoculation with biofertilizers (*Azotobacter* and phosphorus fertilization) on growth, yield, and safflower. MS Thesis Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University of Tabriz. (in Persian with English abstract)
- 29- Ram M., and Kumar S. 1997. Yield improvement in the regenerated and transplanted mint *mentha arvensis* by recycling the organic wastes and manures. Bioresource Technology, 59: 141-149.
- 30- Saleh Rastin N. 1999. Biological fertilizers. Journal of Soil and Water Special Publication Research Institute, Agricultural Extension and Education, 12 (3): 17-26. (in Persian with English abstract)
- 31- Samavat S., Malakoti M. 2006. Necessitates the use of organic acids (humic and Fulvic) to increase the quantity and quality of agricultural products. Technical Bulletin No. 463. Senate publications. Tehran. Iran. (in Persian with English abstract)
- 32- Sanches Govin E., Rodrigues Gonzales H., and C. Carballo Guerra. 2005. Influencia de los abonos organicos y biofertilizantes en la calidad de las especies medicinales *calendula officinalis* L. y *Matricaria recutita* L. Revista Cubana de Plantas Medicinales, 10(1): 1.
- 33- Sebahattin A., and Necdet C. 2005. Effects of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield components of forage Turnip (*Brassica rapa* L.). Agronomy. Journal, 4: 130-133.
- 34- Shariff M., 2002. Effect of lignitic coal derived HA on growth and yield of wheat and maize in alkaline soil. Ph.D Thesis, NWFP Agric Univ Peshawar, Pakistan.
- 35- Sharma A.K. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agro-bios Indian publication. P. 300.
- 36- Sidari M., Ronzello G., Vecchio G., and Muscolo A. 2008. Influence of slope aspects on soil chemical and biochemical properties in a *Pinus laricio* forest ecosystem of Aspromonte (Southern Italy). European Journal of Soil Biology, 44(4): 364-372.
- 37- Singh S., and Kapoor K.K. 1998. Effects of inoculation of phosphate solubilizing microorganisms and an arbuscular mycorrhizal fungus on mungbean grown under natural soil conditions.

- 38- Tehlan S.K., Thakral K.K., and Nandal J.K. 2004. Effect of *Azotobacter* on plant growth and seed yield of fennel(*Foeniculum vulgare* Mill.). Haryana Journal of Horticultural Science, 33(3/4): 287-288.
- 39- Tilak K. V. B. R., Ranganayaki N., Pal K.K., De R., Saxena A.K., Shekhar Nautiyal C., Tripathi A.K., and Johri B. N. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science, 89: 136-150.
- 40- Wolf D.W., Henderson D.W., Hsiao T. C., and Alvino A. 1988. Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize. I. Leaf area duration nitrogen distribution and yield. Agronomy Journal, 80: 859-864.
- 41- Young C.C., and Chen L.F.. 1997. Polyamines in humic acid and their effect on radical growth of lettuce seedling. Plant and Soil, 195: 143-149.



اثر تلقیح گونه‌های قارچ میکوریز (AMF) بر رشد و مواد مؤثره نعنای فلفلی (*Mentha piperita*)

مهدی محمودزاده¹ - میرحسن رسولی صدقیانی^{2*} - عباس حسینی³ - محسن برین⁴

تاریخ دریافت: 1392/04/23

تاریخ پذیرش: 1394/03/06

چکیده

استفاده از پتانسیل میکروبی خاک از جمله قارچ‌های میکوریز آربوسکولار (AMF) برای بهبود رشد و تغذیه گیاه بطور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. این مطالعه به منظور بررسی تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر رشد و درصد مواد مؤثره نعنای فلفلی تحت شرایط گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی با 4 تیمار قارچ میکوریز آربوسکولار انجام شد. تیمارهای تلقیحی شامل 1) شرایط بدون تلقیح (C)، 2) گلواموس فسیکولاتوم (Gf)، 3) گلواموس اینترادیسز (Gi) و 4) گلواموس موسه (Gm) بودند. در پایان دوره رشد برخی پارامترهای رشدی شامل ارتفاع، قطر ساقه، تعداد شاخه جانبی، تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ و همچنین درصد مواد مؤثره و درصد کلونیزاسیون ریشه نعنای فلفلی اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد تلقیح با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار اثر معنی داری ($P \leq 0/05$)، بر روی پارامترهای اندازه‌گیری داشته است. تلقیح با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد برگ، ماده تر و خشک برگ، درصد کلونیزاسیون ریشه و محتوی (25 درصد) و عملکرد اسانس (28 درصد) را افزایش داد. منتول، منتون و 1 و 8-سینئول بالاترین فراوانی را در مواد مؤثره نعنای تشکیل دادند. تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر وزن خشک ریشه و درصد کلونیزاسیون ریشه معنی دار ($P \leq 0/05$) بود. بیشترین و کمترین درصد کلونیزاسیون ریشه (به ترتیب 47 و 0 درصد) در گیاهان تلقیح شده با Gf و تیمار شاهد مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: اسانس، گلواموس، کلونیزاسیون ریشه، میکروارگانیسم‌های محرک رشد گیاه

مقدمه

کرده و احتمال اثرات منفی روی کیفیت دارویی و عملکرد آن‌ها را نیز کاهش می‌دهد (8). استفاده از پتانسیل میکروارگانیسم‌های محرک رشد گیاه از جمله PGPR⁵ و AMF⁶ ها یکی از استراتژی‌های مهم برای نیل به کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست می‌باشد. قارچ‌های همزیست از موجودات ریز مهم به شمار می‌آیند که با ریشه‌ی بیش از 90 درصد گیاهان همزیستی دارند (3). قارچ‌های میکوریزی با داشتن شبکه هیفی گسترده و افزایش سطح و سرعت جذب ریشه، کارایی گیاهان را در جذب آب و عناصر غذایی به ویژه عناصر کم تحرک فسفر، روی و مس افزایش و موجب بهبود رشد آن‌ها می‌شوند (17) و (22). بنابراین قارچ‌های میکوریز ارتباط مستقیمی بین خاک و ریشه‌ی گیاه ایجاد می‌کنند و در میزان دسترسی عناصر خاک به گیاهان حائز اهمیت‌اند. کلونیزاسیون قارچی ریشه‌ها، وسعت سیستم ریشه‌ای گیاه و ظرفیت جذب عناصر غذایی در گیاه را افزایش می‌دهد (23). عمده‌ترین نقش قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بهبود تغذیه فسفر گیاه میزبان در خاک‌های با سطوح فسفر پایین می‌باشد که دلیل این امر گسترش هیف این قارچ‌ها روی سطوح ریشه و در نتیجه افزایش

کشت گیاهان دارویی و معطر از دیرباز دارای جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های سنتی کشاورزی ایران بوده و این نظام‌ها از نظر ایجاد تنوع و پایداری نقش مهمی ایفا کرده‌اند. از بین گیاهان دارویی می‌توان به نعنای فلفلی اشاره کرد که تغذیه و جذب مناسب عناصر معدنی پر مصرف و بهبود غلظت آن‌ها در گیاه، نقش بسزایی در افزایش عملکرد کمی و کیفی آن دارد. نعنای فلفلی گیاهی دارویی است که تغذیه و جذب مناسب عناصر غذایی نقش بسزایی در افزایش عملکرد کمی و کیفی آن دارد. از برگ‌ها، پیکر رویشی و اسانس نعنای فلفلی در اکثر فرهنگ‌های داروشناسی معتبر به عنوان دارو یاد شده است (18). تمایل به تولید گیاهان دارویی و معطر و تقاضا برای محصولات طبیعی به خصوص در شرایط کشت اکولوژیک در جهان رو به افزایش می‌باشد. کشت اکولوژیک گیاهان دارویی، کیفیت آن‌ها را تضمین

1. 42 - به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار گروه علوم خاک، دانشکده

کشاورزی، دانشگاه ارومیه

(*) - نویسنده مسئول: (Email: m.rsadaghiani@urmia.ac.ir)

3 - دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

5- Plant growth-promoting rhizobacteria

6 - Arbuscular mycorrhizal fungi

تلقیح استریل شده انجام گرفت، به منظور بررسی اثرات همزیستی با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر برخی از ویژگی‌های رویشی گیاه نعنای فلفلی، در مرحله گلدهی کامل، از هر واحد آزمایشی یک گلدان به طور تصادفی گزینش و بوته‌های موجود در یک ریزوم آن به حالت کف‌بر خارج شدند. سپس ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد برگ، ماده تر و خشک برگ، درصد کلونیزاسیون ریشه با روش رنگ‌آمیزی با محلول رنگی تریپان بلو و شمارش خطوط تلاقی شبکه اندازه‌گیری شد (7) و محتوی و عملکرد اسانس اندازه‌گیری گردید. برای استخراج و اندازه‌گیری اسانس نیز، بوته‌های برداشت شده در دمای اتاق (25 درجه سانتی‌گراد) و در سایه به مدت دو هفته خشک شدند و سپس به روش تقطیر با آب (دستگاه کلونجر)، عمل استخراج اسانس انجام گرفت. برای این منظور مقدار 10 گرم از پیکر رویشی خشک شده نعنای فلفلی (شامل برگ‌ها، سرشاخه‌ها و گل‌ها) همراه با مقداری آب مقطر (600 میلی‌لیتر) به درون بالن مخصوص دستگاه ریخته شده و عمل اسانس‌گیری با حرارت دادن بالن محتوی آب و گیاه شروع گردید (4). جداسازی و شناسایی ترکیبات اسانس با استفاده از دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی در آزمایشگاه شیمی گیاهی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور انجام گرفت. 0/2 میکرو لیتر از هر نمونه اسانس به دستگاه طیف سنج جرمی تزریق شده و درصد ترکیبات تشکیل دهنده هر اسانس محاسبه گردید. برای محاسبه شاخص‌های بازداری ترکیبات، مخلوطی از هیدروکربن‌های نرمال C22- C8 به دستگاه طیف سنج جرمی، مطابق با شرایط تزریق نمونه‌های اسانسی تزریق گردید. شناسایی ترکیبات متشکله اسانس با استفاده از شاخص‌های بازداری، بررسی طیف‌های جرمی ترکیبات و مقایسه آن با طیف‌های جرمی استاندارد موجود در کتابخانه‌های کامپیوتری و مراجع معتبر صورت گرفت (6 و 21). تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به وسیله نرم‌افزار SPSS و مقایسه میانگین تیمارها بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن با سطح احتمال خطای پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

تأثیر تیمارها روی صفات رویشی گیاه

نتایج نشان داد که تلقیح قارچ‌های میکوریز آربوسکولار مقادیر پارامترهای رشدی و درصد مواد مؤثره نعنای فلفلی را در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری ($P \leq 0/05$) افزایش داد (جدول 1). بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول 2) بهبود رشد در گیاهان همزیست با قارچ‌های میکوریز را می‌توان به سطح جذب بیشتر ریشه نسبت داد که در واقع هیف‌های قارچی به عنوان ریشه‌های ثانویه عمل کرده و می‌توانند وارد منافذ بسیار ریزی که حتی تارهای کشنده قادر به نفوذ به آنجا نبوده، شده و از این طریق

جذب فسفر می‌باشد. همچنین برخی گزارشات ثابت کرده است که تولید اسیدهای آلی توسط این قارچ‌ها، می‌تواند فسفر نامحلول خاک را به اشکال قابل حل در آورده و جذب فسفر را توسط گیاه میزبان افزایش دهد (15 و 16). برخی گزارشات نشان داده‌اند که قارچ‌های میکوریز آربوسکولار وظایف اکوسیستمی متعددی دارند. این ماهیت چندگانه عملکرد قارچ‌های میکوریز آربوسکولار شامل معدنی‌سازی عناصر غذایی آلی، تسریع جوانه زنی، افزایش بردباری گیاه به پاتوژن‌ها، فلزات سنگین و استرس‌های هیدرولیکی (خشکی)، افزایش پایداری خاک و غیره می‌باشند (10). در پژوهشی که به منظور ارزیابی تأثیر میکوریزا بر رشد و نمو گیاه دارویی ریحان انجام شد، مشاهده شد که کاربرد دو گونه قارچ میکوریزای گلوموس موسه و گلوموس کالدونیوم سبب افزایش چشمگیر غلظت فسفر و عملکرد محصول گیاه شد (24). در تحقیق دیگری، مشخص شد که تلقیح گیاه دارویی گشنیز با دو گونه قارچ میکوریز آربوسکولار سبب افزایش قابل ملاحظه غلظت فسفر در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده، و همچنین سبب افزایش بارز کمیت و کیفیت اسانس می‌شود، به نحوی که مقادیر اجزاء مهمی چون ژرانیول و لینالول در ترکیب اسانس به طور چشمگیری افزایش یافت، اما میزان آنتول و بتا-المن موجود در اسانس در مقایسه با شاهد کاهش یافت (13). گزارش شده که میکوریزها در افزایش رشد و درصد مواد مؤثره گیاه ریحان تأثیر چشمگیری نشان دادند (18). این پژوهش با هدف بررسی تأثیر مایه-زنی قارچ میکوریز بر افزایش عملکرد اسانس و بهبود برخی پارامترهای رشدی در گیاه نعنای فلفلی (*Mentha piperita*) انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار تیمار، شامل سه تیمار قارچی (*Glomus mosseae*) Gm، (*Glomus*) Gi و (*intraradices*) Gf و (*Glomus fasciculatum*) C (بدون تلقیح) با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه اجرا شد. خاک مورد مطالعه در این تحقیق (از خاک‌های استان آذربایجان غربی-منطقه نازلو) در ابتدای آزمایش در دو نوبت در اتوکلاو استریل گردید. از گونه‌های قارچ میکوریز آربوسکولار شامل گلوموس موسه، گلوموس فسیکولاتوم و گلوموس اینترادیسز در تیمارهای جداگانه به‌همراه تیمار بدون قارچ (مجموعاً 4 تیمار قارچ میکوریز) استفاده شد. هر کدام از تیمارها در پنج تکرار و هر واحد آزمایشی مرکب از چهار گلدان بود. مایه تلقیح گونه‌های مختلف قارچ-های میکوریز آربوسکولار در تیمارهای مربوطه حدود 50 گرم برای هر گلدان در زیر و روی ریزوم‌های نعنای فلفلی گلدان اعمال شد. سپس حدود 15 سانتی‌متر روی ریزوم‌ها، خاک ریخته شد. در تیمارهای شاهد نیز کشت گیاه در خاک استریل و با همان مقدار مایه

جدول ۱ - تجزیه واریانس اثر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار (AMF) بر برخی صفات اندازه‌گیری شده در گیاه نعناع فلفلی
Table 1- Analysis of variance of AMF effect on some measured properties in peppermint (*Mentha piperita*)

منابع تغییر Source of variance	df	درجه آزادی	ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد برگ Leaf number	تعداد شاخه‌های جانبی Number of lateral branches	درصد کلونیزاسیون Colonization %	درصد اسانس Essential oil %	عملکرد اسانس Essential oil Yield	عملکرد ماده خشک در گلدان Shoot DW yield	وزن خشک ریشه Root DW
تیمار (Treatment)	3	353.29**	0.3422**	52322.71**	429.31**	41.29**	0.1562**	0.003**	1219.23**	42.55**	0.6107**
اشتباه آزمایشی (Error)	19	13.51	0.1184	1733.61	46.66	3.19	0.0338	0.0005	122.91	7.37	0.1148
ضرب تغییرات (CV)	-	5.23%	12.6%	8.96%	19.78	4.14%	7.11%	10.69%	12.45%	14.69%	16.60%

** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد
** and * : significant at 1 % and 5 % level, respectively

میزان جذب آب و عناصر غذایی را توسط گیاه میزبان افزایش دهند (21). آزمون آگیلار و باره (1) در پژوهشی تولید تنظیم‌کننده‌های رشد توسط قارچ‌های میکوریز آربوسکولار را بررسی کردند. نتایج حاصله نشان داد که در این میکروارگانیسم‌ها حداقل دو ماده شبه جیبرلین و چهار ماده با ویژگی‌های شبه سیتوکینین سنتز می‌شوند که باعث افزایش رشد به وسیله جذب عناصر غذایی معدنی می‌شوند. نتایج این تحقیق با یافته‌های الکرکی و کلرک (2) که تاثیر قارچ میکوریز آربوسکولار را بر گیاه گندم تحت شرایط تنش خشکی بررسی کردند همخوانی دارد. دلیل افزایش عملکرد ماده تر و خشک و وزن خشک ریشه گیاهان میکوریزایی نسبت به گیاهان شاهد را می‌توان به افزایش میزان جذب عناصر غذایی، پیکر رویشی گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد گیاه در تیمارهای میکوریزایی و افزایش میزان جذب عناصر غذایی و درصد کلونیزاسیون ریشه در تیمارهای قارچی نسبت داد.

درصد کلونیزاسیون ریشه

نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به تاثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر درصد کلونیزاسیون ریشه (شکل 1)، بیانگر آنست که بین تیمارهای قارچی از نظر تاثیر بر درصد کلونیزاسیون ریشه اختلاف معنی‌داری (در سطح احتمال 1 درصد) وجود دارد. به طوری که تیمار قارچی *Gf* بیشترین تاثیر را بر درصد کلونیزاسیون ریشه دارد. در حالی که بین دو تیمار قارچی دیگر از نظر تاثیر بر درصد کلونیزاسیون ریشه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت که ممکن است نشان دهنده همزیستی مؤثر گломوس فسیکولاتوم با ریشه گیاه باشد. افزایش درصد کلونیزاسیون در قارچ گломوس فسیکولاتوم نسبت به دو گونه دیگر به گیاه میزبان و گونه قارچی بستگی دارد. ممکن است ایزوله‌های یک گونه که از مناطق مختلف جمع‌آوری شده باشند، از نظر درصد کلونیزاسیون باهم اختلاف داشته باشند، هر چند این ایزوله‌ها از نظر مورفولوژی مشابه بوده ولی از نظر فیزیولوژی ممکن است متفاوت عمل نمایند (9). پتانسیل بالای گونه فسیکولاتوم در کلونیزاسیون گیاه ریحان نیز گزارش شده است (17).

تاثیر تیمارها روی صفات بیوشیمیایی

میزان اسانس

نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به تاثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر درصد و عملکرد اسانس نشان می‌دهد که بین تیمار شاهد و تیمارهای تلقیح شده با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار به استثناء قارچ *Gm* اختلاف معنی‌داری (در سطح احتمال 1 درصد) وجود دارد (شکل 2).

جدول 2- اثر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر برخی صفات رویشی گیاه نعناع فلفلی

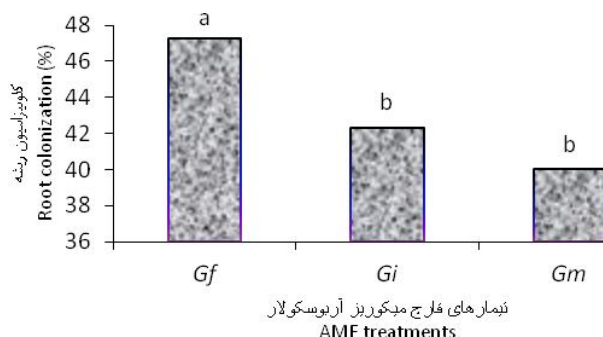
Table 2- The AMF effect on some measured properties in peppermint (*Mentha piperita*)

تیمار (Treatments)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	قطر ساقه Stem diameter (mm)	تعداد برگ Leaf number	تعداد شاخه‌های جانبی No. of lateral branches	عملکرد ماده تر در گلدان Shoot fresh weight (g pot ⁻¹)	عملکرد ماده خشک در گلدان Shoot dry weight (g pot ⁻¹)
C	51.78 c	2.06 b	380 b	15 c	52.86 b	11.9 c
Gm	69.08 b	2.83 a	406 a	23 bc	70.76 b	14.68 bc
Gi	68.75 b	2.60 ab	368 a	34 ab	91.78 a	18.7 ab
Gf	77.16 a	2.88 a	416 a	46 a	94.67 a	20.9 a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال 5 درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند. C, Gm, Gi و Gf به ترتیب بیانگر شرایط کنترل، تلقیح با *Glomus fasciculatum* و *Glomus intraradices mosseae* می‌باشند.

Means with similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

C, Gm, Gi and Gf shows control, *Glomus mosseae*, *Glomus intraradices* and *Glomus fasciculatum*, respectively.



شکل 1- اثر تلقیح AMF بر درصد کلونیزاسیون ریشه نعناع فلفلی

(Gm: *Glomus mosseae*; Gi: *Glomus intraradices*; Gf: *Glomus fasciculatum*)

Figure 1- The AMF effects on root colonization in peppermint (*Mentha piperita*).

حروف غیر مشابه نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5% بین آنها است (آزمون دانکن)

C, Gm, Gi and Gf shows control, *Glomus mosseae*, *Glomus intraradices* and *Glomus fasciculatum*, respectively. Means with similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

از آنها را در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد. در اسانس حاصل از تیمار C (تیمار بدون کاربرد قارچ‌های میکوریز آربوسکولار)، 19 ترکیب شناسایی شد.

ترکیبات عمده اسانس در این تیمار به ترتیب مقدار عبارت بودند از: منتول¹ (42/27)، منتون² (15/41)، 1،8-سینئول³ (8/35)، ایزومنتون⁴ (7/70)، منتوفوران⁵ (5/48) و پولیگون⁶ (4/36) که در مجموع 83/57 از کل اجزاء اسانس را تشکیل می‌دهند.

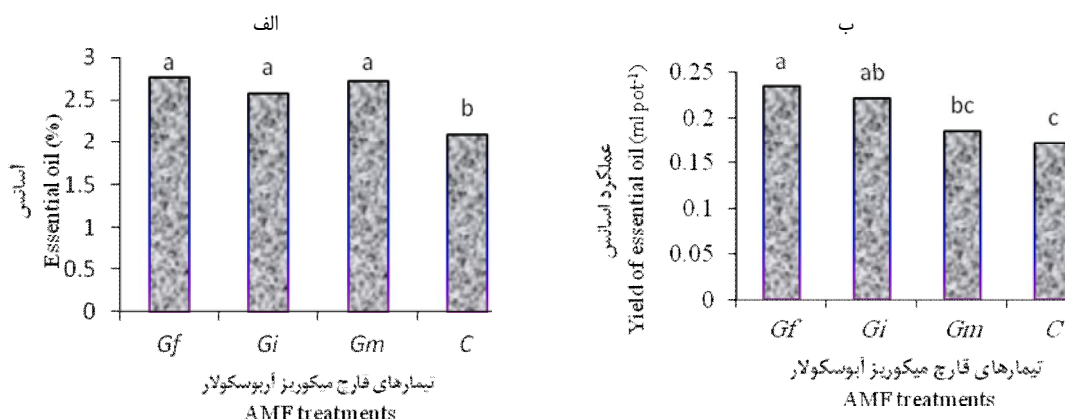
این افزایش درصد اسانس می‌تواند ناشی از تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر جذب عناصر غذایی متعددی هم‌چون نیتروژن، کلسیم و پتاسیم باشد.

در این پژوهش بیشترین درصد و عملکرد اسانس را گیاهان تلقیح شده با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار نشان دادند. که می‌توان به افزایش رشد گیاه (افزایش پیکر رویشی)، به‌علت بهبود جذب عناصر غذایی نسبت داد. مطالعات نشان داده که افزایش اسانس (رزمارینیک اسید و کافئیک اسید) قسمت هوایی ریحان تلقیح شده با گلوموس گیگاسپورا (5) و مرزنجوش تلقیح شده با گلوموس موسه (14)، بخاطر بهبود جذب فسفر در گیاهان میکوریزایی می‌باشد.

اجزای اسانس

جدول 3 ترکیبات شناسایی شده به وسیله GC و درصد هر کدام

- 1- Menthol
- 2- Menthone
- 3- 1,8- cineole
- 4- Iso menthone
- 5- Menthofuran
- 6- Pulegone



شکل 2- تاثیر تلقیح AMF بر درصد (الف) و عملکرد (ب) اسانس نعناع فلفلی (C، Gm، Gi و Gf بترتیب بیانگر شرایط کنترل، تلقیح با *Glomus intraradices mosseae* و *Glomus fasciculatum* می باشند).

حروف غیر مشابه نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5% بین آنها است (آزمون دانکن).

Figure 2- The AMF inoculation effects on essential oil percent (a) and yield (b) in peppermint (*Mentha piperita*) C, Gm, Gi and Gf shows control, *Glomus mosseae*, *Glomus intraradices* and *Glomus fasciculatum*, respectively. Means similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

مشاهده شد. بدین ترتیب که مایه کوبی قارچها باعث افزایش مقادیر منتون و ایزومنتون گردیدند (جدول 2). ایجاد تغییرات کیفی در اسانس گیاهان مختلف در اثر تلقیح میکوریزایی توسط محققین مختلف گزارش گردیده است. افزایش محتوی مونوترپن ها در گیاه درمنه (20)، افزایش مقادیر ژرانیول و لینالول و کاهش مقادیر آنتول و بتا-المن در اسانس گشنیز (12)، افزایش مقادیر لیمون و کارون در اسانس شوید و افزایش مقدار تیمول در اسانس زنیان (11) مثال های بارزی از تأثیر مایه کوبی با قارچ میکوریزا بر اجزاء متشکله اسانس گیاهان می باشد.

نتیجه گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان می دهد که قارچ های میکوریزا آربوسکولار دارای تأثیر معنی دار بر پارامترهای رویشی گیاه (شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه های جانبی، مجموع طول شاخه های جانبی، طول متوسط میانگره، تعداد برگ، عملکرد ماده تر در گلدان، عملکرد ماده خشک در گلدان و وزن خشک ریشه) نعناع فلفلی می باشند.

همچنین با توجه به نتایج بدست آمده می توان بیان کرد که افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه افزایش پیکر رویشی گیاه در تیمارهای میکوریزی نسبت به تیمار شاهد، موجب افزایش عملکرد و درصد اسانس گیاه نعناع فلفلی گردید. تلقیح قارچی در مقایسه با شرایط بدون تلقیح سبب افزایش معنی دار درصد مواد مؤثره نعناع گردید.

در اسانس حاصل از تیمار Gm (تیمار تلقیح شده با گلموس موسه)، 22 ترکیب شناسایی شد. ترکیبات عمده اسانس در این تیمار به ترتیب مقدار عبارت بودند از: منتول (30/18)، منتون (19/33)، ایزومنتون (16/37)، 1و8- سینئول (8/83)، پولگون (6/72)، منتوفوران (5/54) و پی- منتا-3 و 8- دین¹ (1/80) که در مجموع 88/77 از کل اجزاء اسانس را تشکیل می دهند.

در اسانس حاصل از تیمار Gf (تیمار تلقیح شده با گلموس فسیکولاتوم)، 23 ترکیب شناسایی شد. ترکیبات عمده اسانس در این تیمار به ترتیب مقدار عبارت بودند از: منتول (29/3)، منتون (17/62)، ایزومنتون (16/23)، 1و8- سینئول (9/99)، پولگون (6/60)، منتوفوران (5/87)، پی- منتا-3 و 8- دین (2/00) و بتا- پینن² (1/80) که در مجموع 89/36 از کل اجزاء اسانس را تشکیل می دهند.

در اسانس حاصل از تیمار Gi (تیمار تلقیح شده با گلموس اینترادیسز)، 23 ترکیب شناسایی شد. ترکیبات عمده اسانس در این تیمار به ترتیب مقدار عبارت بودند از: منتول (29/75)، ایزومنتون (16/43)، منتون (16/13)، 1 و 8- سینئول (9/19)، پولگون (7/34)، منتوفوران (3/84)، پی- منتا-3 و 8- دین (2/26)، لیمون (1/92) و بتا- پینن (1/70) که در مجموع 88/56 از کل اجزاء اسانس را تشکیل می دهند (جدول 2). بیشترین تغییر مشاهده شده در اثر تلقیح قارچ های میکوریزا آربوسکولار در اجزاء منتول، منتون و ایزو منتون

1- P-mentha-3,8- diene

2- β- pinene

جدول 3- ترکیبات شناسایی شده در اسانس حاصل از تیمارهای مختلف AMF و شاهد در گیاه نعنای فلفلی

Table 3- Identified compounds of peppermint essential oil in different treatments of AMF and control

نام ترکیب Combination	شاخص بازداری RI	شاهد Control	<i>G. mosseae</i>	<i>G. fasciculatum</i>	<i>G. intraradices</i>
α - thujene	930	-	-	0.11	0.11
α - pinene	937	0.81	0.63	0.97	0.86
Sabinene	975	0.72	0.62	0.81	0.80
β - pinene	979	1.50	1.40	1.80	1.70
Myrcene	991	0.50	0.39	0.62	0.51
α - phellandrene	1003	-	0.17	0.5	0.43
Limonene	1027	1.99	1.14	1.55	1.92
1,8- cineole	1030	8.35	8.83	9.99	9.19
γ - terpinene	1060	-	0.16	0.14	0.19
p-mentha -3 , 8-diene	1073	1.64	1.80	2.04	2.26
Trans sabinene hydrate	1095	0.37	0.37	0.36	0.44
Menthone	1152	15.41	19.33	17.23	16.13
Isomenthone	1163	7.70	16.37	16.23	16.43
Menthofuran	1164	5.48	5.54	5.87	3.84
Neo menthol	1166	2.35	1.51	1.55	1.63
Menthol	1171	42.27	30.11	29.3	29.75
Isomenthol	1182	0.39	0.39	0.33	0.22
Pulegone	1236	4.36	6.72	6.6	7.34
Piperitone	1252	0.25	0.25	0.19	0.29
Menthyl acetate	1295	0.62	0.79	0.54	1.62
E- caryophyllene	1418	0.81	1.16	1.19	1.54
α - humulene	1455	-	0.19	0.22	0.25
γ - muurolene	1480	0.50	0.67	0.69	1.03

گلموس فسیکولاتوم بیشترین تأثیر را در کلونیزاسیون ریشه و غلظت اسانس نشان دادند. با توجه به نقش مفید و موثر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار می‌توان از این میکروارگانیسم‌ها برای بهبود و افزایش ماده مؤثره گیاهان دارویی از جمله نعنای بهره برد.

به‌طور کلی منتول بالاترین فراوانی مواد مؤثره نعنای را تشکیل داد. وضعیت مطلوب گیاهان میکوریزی بخاطر افزایش سطح جذب و در نتیجه تغذیه بهتر و عملکرد بیشتر بوده است. همچنین از بین سه گونه قارچی بکار برده شده در این پژوهش گیاهان همزیست با قارچ

منابع

- 1- Azcon-Aguilar C. and Barea, J.M. 1996. Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-borne plant pathogens – an overview of the mechanisms involved, *Mycorrhiza*, 6 :457–464
- 2- Al-Karaki G.N., and Clark R.B. 1998. Growth, mineral acquisition, and water use by mycorrhiza wheat grown under water stress. *Journal of Plant Nutrition*, 21(2): 263-276.
- 3- Brudrett M.C. 2002. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants. *New Phytologist*, 154: 275-304.
- 4- Charles D.J. and Simon J.E. 1990. Comparison of extraction methods for the rapid determination of essential oil content and composition of basil. *Journal American Society for Horticultural Science*, 115: 458-462.
- 5- Copetta A., Lingua G. and Berta G. 2006. Effect of three AM fungi on growth distribution of glandular hairs. and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genoves. *Mycorrhiza*, 16: 485-494.
- 6- Davies, N.W. 1990. Gas chromatographic retention indices of monoterpenes of methyl silicons and carbowax 20m phases. *Journal of chromatography*, 503: 1-24.
- 7- Giovannetti M. and Mosse B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*, 84: 489-500.
- 8- Griffe P., Metha S. and Shankar D. 2000. Organic production of medicinal, aromatic and dry yielding plants (MADP) with inputs. FRLHT Publications, New Delhi.
- 9- Jarstfer A.C., Koppenol P.F. and Sylvia D.M. 1998. Tissue magnesium and calcium effects on arbuscular mycorrhiza development and fungal reproduction. *Mycorrhiza*, 7: 237-242.
- 10- Jeffries P., Gianinazzi S., Perotto S., Turnau K. and Barea J.M. 2003. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. *Biology and Fertility of Soils*, 37: 1-16.

- 11- Kapoor R., Giri B. and Mukerji K.G. 2002a. *Glomus macrocarpum*: a potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in Dill (*Anethum graveolens* L.) and carum (*Trachyspermum ammi* Sprague). World Journal of Microbiology and Biotechnology, 18: 459-463.
- 12- Kapoor R., Giri B. and Mukerji K.G. 2002b. Mycorrhization of coriander (*coriandrum sativum*) to enhance the concentration and quality of essential oil. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82: 339-342.
- 13- Kapoor R., Chaudhary V. and Bhatnager A.K. 2007. Effect of arbuscular mycorrhizal and phosphorus application on artemisin concentration in *Artemisia annua*. Mycorrhiza, 17: 581-587.
- 14- Khaosaad T., Vierheilig H., Nell M., Zitterl-Eglseer K. and Novak J. 2006. Arbuscular mycorrhiza alters the concentration of essential oils in oregano (*Origanum* sp., Lamiaceae). Mycorrhiza, 16: 443-446.
- 15- Lapeyrie F. 1988. Oxalate synthesis from soil bicarbonate by fungus *Paxillus involutus*. Plant and Soil, 110: 3-8.
- 16- Lindermann R. 2000. Effects of mycorrhizas on plant tolerances to diseases. In: Kapulnik Y. and Douds DJ. (Eds), Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, pp. 345-365.
- 17- Marschner H. and Dell B. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant and Soil 159: 89-102.
- 18- Omid Beigi, R. 2000. Findings from the Production of Medicinal Plants. Astane Ghodse Razavi Press, Volume 3 (In Persian)
- 19- Rasouli-Sadaghiani M.H., Hassani A., Barin M., Rezaee Danesh Y. and Sefidkon F. 2010. Effects of AM fungi on growth, essential oil production and nutrients uptake in basil. Journal of Medicinal Plants Research. 4(21): 2222-2228.
- 20- Rapparini F., Bertazza G. and Baraldi R. 1996. Growth and carbohydrate status of *Pyrus communis* L. plantlets inoculated with *Glomus* sp. Agronomie, 16: 653-661.
- 21- Shibamoto, T. 1987. Retention indices in essential oil analysis. Pp. 259-275. In: Capillary gas chromatography in essential oil. Eds., Sandra P. and Bicchi C., Dr. Alfred Heuthig Verlag, New York.
- 22- Smith S.E and Read D.J. 1997. Mycorrhizal symbiosis, second ed. Academic Press, London, 605.
- 23- Toussaint J.P. and Smith, E. 2007. Arbuscular mycorrhizal fungi can induce the production of phytochemicals in sweet basil irrespective of phosphorus nutrition. Mycorrhiza, 17: 291-297.



بررسی رشد، درصد اسانس و اجزای تشکیل دهنده اسانس برخی از گونه‌های گیاه دارویی بومادران در شرایط آب و هوایی شوشتر در کشت پاییزه

روزبه فرهودی^{*1} - محمدامین مهرنیا²

تاریخ دریافت: 1392/05/08

تاریخ پذیرش: 1394/03/12

چکیده

این تحقیق به منظور ارزیابی رشد رویشی و عملکرد اسانس چهار گونه بومادران در شرایط آب و هوایی شهرستان شوشتر در شمال استان خوزستان به مدت دو سال (1390-1391 و 1389-1390) در کشت پاییزه انجام شد. این آزمایش به صورت تجزیه مرکب در دو سال و یک مکان در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار به اجرا درآمد. گونه‌های بومادران مورد استفاده عبارت بودند از بومادران شیرازی، بومادران هزار برگ، بومادران زرد و بومادران تماشایی. نتایج نشان داد تأثیر سال، گونه و اثر متقابل این دو فاکتور بر صفات تاریخ گلدهی، طول دوره گلدهی، ارتفاع بوته، وزن خشک بوته، وزن خشک سرشاخه گلدار، درصد اسانس و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. بیشترین وزن خشک بوته در هر دو سال آزمایش در بومادران هزاربرگ به میزان 1014 گرم در متر مربع در سال اول و 1211 گرم در متر مربع در سال دوم دیده شد. بیشترین درصد اسانس در بومادران شیرازی به میزان 0/75 درصد در سال اول و 0/71 درصد در سال دوم دیده شد. بیشترین عملکرد اسانس در متر مربع نیز در رقم شیرازی به میزان 108 گرم در متر مربع در سال اول و 109 گرم در متر مربع در سال دوم دیده شد که با عملکرد اسانس گونه هزار برگ تفاوتی نداشت. نتایج نشان داد در تمام گونه‌های بومادران ترکیباتی مانند کامفور، کامفن، بتا پنین و آلفا پنین از غالبیت برخوردارند. با توجه به طول دوره رشد و عملکرد اسانس بوته، بومادران شیرازی جهت کشت پاییزه در شهرستان شوشتر نسبت به سایر گونه‌ها ارجحیت دارد.

واژه‌های کلیدی: آلفا پنین، بتا پنین، بومادران شیرازی، کامفور، وزن خشک

مقدمه

انواع ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها نقش مهمی در تشکیل اسانس این گیاه دارند (6، 15 و 16).

غنی و همکاران (10) با بررسی رشد و نمو پنج گونه بومادران در شرایط آب و هوایی مشهد مشاهده نمودند که رشد و نمو این گیاهان تحت تأثیر شرایط محیطی قرار گرفته و متفاوت است. ایشان بیان نمودند گیاه بومادران توانایی بالایی جهت تطبیق با شرایط محیطی دارد و می‌تواند علاوه بر مصارف دارویی به عنوان یک گیاه زینتی در فضای شهری نیز استفاده شود. ایجاد شرایط مناسب برای توسعه رشد رویشی، تولید کافی سرشاخه گلدار و زمان برداشت مناسب در افزایش عملکرد اسانس بومادران نقش دارد (15).

غنی و همکاران (12) گزارش نمودند وزن خشک بوته و درصد اسانس بوته بومادران بر عملکرد نهایی اسانس بومادران تأثیر دارد. ایشان بیان نمودند عملکرد بوته و اسانس بومادران تحت تأثیر شرایط محیطی و تاریخ کاشت متغییر است. امین و همکاران (4) بیان نمودند شرایط فصلی بر درصد اجزای اسانس و عملکرد اسانس بومادران تأثیر گذار است. فنایی و همکاران (8) نمودند بررسی صفاتی مانند تاریخ

بهره‌برداری تجاری از گیاهان دارویی افقی جدید در کشاورزی است که با توجه به کم توقع بودن و سازگاری بالای این گیاهان به شرایط محیطی می‌توان انتظار عملکرد مناسبی را از آن‌ها را داشت. در زمینه گیاهان دارویی نیز مانند سایر گیاهان جهت ارزیابی سازگاری آن‌ها به شرایط محیطی در مرحله اول باید نیازهای اکولوژیکی و مراحل رشد این گیاهان را شناسایی نمود. گیاه بومادران یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی خانواده کاسنی (Asteraceae) است که در مناطق مختلف ایران به صورت یک گیاه علفی، معطر و غالباً چند ساله می‌رود (4 و 7). ترکیب‌های اصلی اسانس بومادران شامل کامفور، کامفن، آلفا-پنین، بتا-پنین و کاریوفیلن اکسید است. همچنین

1- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

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

2 - مربی گروه صنایع غذایی، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

سبز شدن، عملکرد دانه، عملکرد اسانس و تاریخ گلدهی از صفات مهم مورد بررسی جهت تعیین سازگاری یک گیاه به شرایط آب و هوایی یک منطقه است. احمدی و همکاران (2) نیز ضمن بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر سازگاری و عملکرد زیره سبز مشاهده نمودند فصل کاشت و شرایط محیطی بر عملکرد و رشد این تأثیرگذار است. مناسب بودن شرایط دمایی و بارندگی در فصل زمستان و ابتدای بهار در استان خوزستان می‌تواند شرایط مناسبی را برای رشد این گیاه فراهم آورد. علی رغم پتانسل دارویی گیاه بومادران، تحمل آن به شرایط نامناسب محیطی و کاربرد آن در زیباسازی معابر شهری تا کنون تحقیقی پیرامون سازگاری این گیاه در شرایط آب و هوایی استان خوزستان صورت نگرفته است بنابراین این تحقیق به منظور ارزیابی رشد و عملکرد اسانس گونه‌های بومادران در شرایط آب و هوایی شهرستان شوشتر در شمال استان خوزستان جهت بررسی امکان زراعی نمودن این گیاه ارزشمند در دو سال انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور ارزیابی رشد و عملکرد اسانس چهار گونه بومادران در شرایط آب و هوایی شهرستان شوشتر در سال‌های 1389 و 1390-91 به صورت تجزیه مرکب در دو سال و یک مکان در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار به اجرا در آمد. شهر شوشتر در عرض جغرافیایی 48 درجه و 5 دقیقه طول شرقی و 32 درجه و 3 دقیقه عرض شمالی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته و ارتفاع آن از سطح دریا حدود 150 متر می‌باشد. شوشتر به سبب قرار گرفتن در منطقه خشک دارای تابستان‌های طولانی و به شدت گرم و زمستان‌های نسبتاً معتدل است (5). خصوصیات خاک و اقلیم منطقه در جدول 1 و 2 بررسی شده است. گونه‌های مورد استفاده در این تحقیق عبارت بودند از بومادران شیرازی (*Achillea eriophora*)، بومادران هزار برگ

(*A. millefolium*)، بومادران زرد (*A. biebersteinii*) و بومادران تماشایی (*A. nobilis*). بذر گیاهان مورد نظر از بخش گیاهان دارویی سازمان جنگل‌ها و مراتع ایران تهیه شد. در هر سال بذرها در تاریخ اول شهریور در گلدان‌های پلاستیکی با قطر و ارتفاع 10 سانتی‌متر که با ترکیب خاک مزرعه و کود حیوانی پوسیده (به نسبت 3 به یک) پر شده بودند کشت شدند. بعد از سبز شدن بذرها، نشاها در تاریخ 20 آبان (سال اول) و 22 آبان (سال دوم) به کرت‌های آزمایشی منتقل شدند. ارتفاع نشاها در زمان انتقال حدود 10 سانتی‌متر بود. نشاها بعد از انتقال به زمین اصلی به منظور استقرار مناسب یک بار آبیاری شدند. زمین زیر کشت بومادران در هر دو سال آزمایش، سال قبل زیر کشت گندم بود. هر واحد آزمایشی کرتی به مساحت چهار متر مربع بود با فاصله خطوط کشت 40 سانتی‌متر و فاصله گیاهان روی خط کشت 30 سانتی‌متر بود (10). جهت ایجاد تراکم مناسب در هر گودال دو نشا کاشته شد و پس از استقرار بوته یکی از آن‌ها حذف گردید. عملیات زراعی شامل وجین علف هرز و آبیاری مشابه بود. به دلیل پراکنش مناسب بارندگی و تحمل این گیاه به خشکی در هر دو سال آزمایش در ماه‌های آذر، دی، بهمن آبیاری انجام نشد و از انتهای اسفند تا زمان برداشت گیاهان در هر سال 2 بار مزرعه آبیاری گردید. در این پژوهش کود شیمیایی مصرف نشد و تنها 10 کیلوگرم کود حیوانی پوسیده یک هفته قبل از کاشت به هر کرت اضافه شد. در ماه‌های دی و بهمن به دلیل پایین بودن دما، رشد گیاهان کند گردید اما متوقف نشد. از اواخر بهمن ماه هر سال به دلیل گرم شدن هوا رشد گیاهان نیز سرعت گرفت. صفات مورد بررسی شامل درصد استقرار بوته در مزرعه، تاریخ خارج شدن از حالت رزت، تاریخ گلدهی، تعداد گل آذین‌های جانبی، قطر گل آذین، ارتفاع بوته، وزن خشک بوته، وزن خشک سرشاخه‌های گلدار، درصد اسانس، عملکرد اسانس و اجزای تشکیل دهنده اسانس بود.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Soil chemical and physical properties

K (ppm) غلظت پتاسیم	N (%) درصد نیتروژن	P (ppm) غلظت فسفر	Organic matter (%) مواد آلی	pH اسیدیته	EC (ds m-2) هدایت الکتریکی
179	0.54	7.5	0.89	7.1	1.9

جدول 2- میانگین دما و بارندگی در دوره آزمایش

Table 2- Mean perception and temperature during farm research

	May	Apr	Mar	Feb	Jan	Dec	Nov	Oct
1389-90 سال Perception(mm) میزان بارندگی	0	0	1.0	8.0	25.6	51.2	46.2	9.7
1390-91 سال Perception(mm) میزان بارندگی	0	0.8	2.3	10.8	27.4	52.5	49.5	8.3
1389-90 سال Temperature (C°) درجه حرارت	34.6	31.2	27.9	22.8	19.3	18.1	20.1	23.4
1390-91 سال Temperature (C°) درجه حرارت	34.3	28.3	26.8	20.5	17.5	17.1	21.2	22.7

شکست آن‌ها، مقایسه آن‌ها با طیف‌های استاندارد و استفاده از منابع معتبر انجام شد (1). عملکرد اسانس بر اساس حاصلضرب وزن خشک سرشاخه‌های گلدار در درصد اسانس به دست آمد.

محاسبات آماری داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام شد و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح احتمال یک درصد) استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع، وزن خشک بوته و وزن خشک سرشاخه‌های گلدار گونه‌های بومادران تحت تاثیر سال، گونه و اثر متقابل این دو فاکتور قرار گرفت (جدول 3).

جهت بررسی صفات مورفولوژیک شش بوته در هر کرت بررسی شد. جهت بررسی و اندازه‌گیری اسانس، در هفته اول خرداد، سرشاخه‌های گلدار از یک متر مربع برداشت شده و به مدت سه هفته در سایه جهت اندازه‌گیری و استخراج اسانس خشک گردیدند. جهت اسانس‌گیری 30 گرم از سرشاخه‌های خشک شده آسیاب شدند. استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت چهار ساعت و در شرایط کاملاً یکسان انجام شد (9). جهت شناسایی اجزای تشکیل دهنده اسانس استخراج شده از بومادران از گاز کروماتوگراف (مدل Varian star 3400cx) با طول ستون 30 متر و گاز هلیوم با سرعت 2 میلی‌متر در دقیقه استفاده شد. در هر مورد پس از تزریق مقادیر بسیار جزئی اسانس، کروماتوگرام بدست آمده و طیف‌های جرمی ترکیب‌های مختلف موجود در آن بررسی شد. شناسایی طیف‌ها به کمک بانک اطلاعات جرمی، زمان بازداری، مطالعه طیف‌های جرمی هر یک از اجزای اسانس و بررسی الگوهای

جدول 3- تجزیه واریانس تاثیر گونه و سال بر رشد، درصد و عملکرد اسانس گونه‌های بومادران

Table 3- ANOVA table of effect of species and year on growth, morphology and essential oil yield of *Achillea spp*

ANOVA ضرب تغییرات	عملکرد اسانس Essential oil yield	درصد اسانس Essential oil percentage	وزن خشک سرشاخه Young shoot dry weight	وزن خشک آدام هوایی Shoot dry weight	قطر کل آذین Inflorescence diagona	تعداد گل آذین Inflorescence numbr	ارتفاع بوته Shoot height	طول دوره گلدهی Flowering period	تاریخ گلدهی Flowering date	زمان خروج از روزت End of rosette	استقرار گیاهچه Plant establishment
تکرار Rep	4.2 **	1.9 ^{ns}	200.1 **	621.9 ^{ns}	4.1 ^{ns}	34.0 ^{ns}	177.1 **	310.1 ^{ns}	212.1 ^{ns}	421.9 **	44.1 ^{ns}
سال Year	34.1 **	16.7 **	582.1 **	17149.1 **	15.2 ^{ns}	209.1 **	345.8 **	1996.1 **	735.1 **	149.1 ^{ns}	67.1 ^{ns}
خطای a E _a	14.1	2.5	87.5	2598.7	15.0	38.7	38.8	379.3	219.5	148.7	78.1
گونه Species	42.0 **	11.3 **	449.1 **	12611.3 **	66.2 **	300.1 **	285.8 **	1121.3 **	852.1 **	756.3 **	56.3 ^{ns}
گونه × سال species × year	26.2 **	11.0 **	352.1 **	9369.3 **	11.2 ^{ns}	188.8 **	231.2 **	972.1 **	562.1 **	130.2 ^{ns}	39.8 ^{ns}
خطای b E _b	6.1	1.3	69.7	1966.3	12.0	16.7	19.0	288.5	182.1	130.9	59.0
خطای C.V (%)	11.4	8.0	6.1	12.1	3.2	3.4	13.4	12.3	8.5	13.1	9.4

** : معنی داری در سطح احتمال یک درصد NS: معنی دار نیست

جدول 4- تاثیر گونه و سال بر رشد و خصوصیات مورفولوژیک گونه‌های بومادران

Table 4- The effect of species and year on growth and morphology of *Achillea spp*

<i>Achillea spp</i> گونه‌های بومادران	Year سال	عملکرد اسانس Essential oil yield (g m ⁻²)	وزن خشک آدام هوایی Shoot dry weigh (g m ⁻²)	قطر کل آذین Inflorescence diagonal (cm)	تعداد گل آذین Inflorescence number	ارتفاع بوته Shoot height (cm)	طول دوره گلدهی Flowering period (day)	تاریخ گلدهی Flowering date (day after planting)	پایان روزت End of rosette (day after planting)	استقرار گیاهچه Plant establishment (%)
<i>A. eriophora</i>	2010 1389-90	108 a	593 e	2.4 b	18.1 b	40.1 e	40 d	122 e	91 b	93 a
<i>A. millefolium</i>		106 b	1014 b	7.1 a	30.1 a	84 a	74 b	160 b	120 a	99 a
<i>A.biebersteinii.</i>		30.1 e	641 d	7.4 a	130 d	50.2 d	56 c	143 d	110 a	96 a
<i>A. nobilis</i>		39.5 e	692 cd	7.3 a	10 d	68 b	52 c	149 d	107 a	92 a
<i>A. eriophora</i>	2011 1390-91	109 a	649 d	2.9 b	12.2 d	45.3 e	52 c	128 e	93 b	94 a
<i>A. millefolium</i>		92.1 c	1211 a	6.9 a	37 a	85 a	90 a	173 a	118 a	91 a
<i>A.biebersteinii.</i>		40.3 e	702 c	7.5 a	16.3 c	62.4 c	59 c	159 c	119 a	92 a
<i>A. nobilis</i>		56.1 d	730 c	7.5 a	9.7 d	73.1 b	69 b	158 c	102 a	93 a

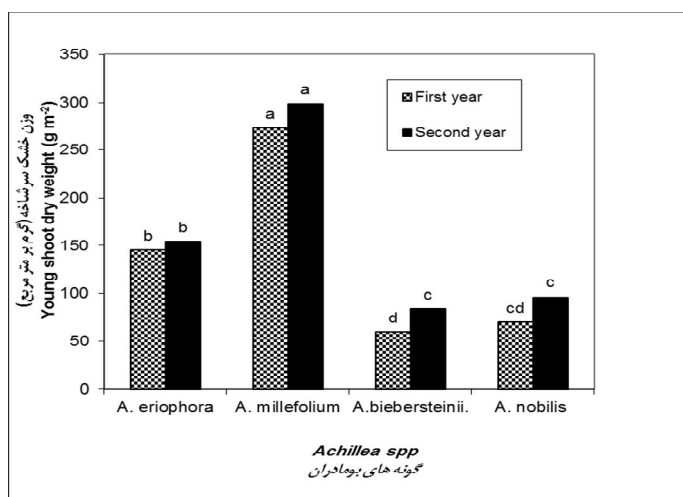
میانگین هائی، در هر ستون که دارای حروف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 1 درصد اختلاف معنی داری ندارند.

تا اواخر تیر ماه به طول انجامید و بعد از آن رشد گیاهان متوقف گردید و در مرداد ماه از بین رفتند (6 بوته در هر کرت بعد از برداشت خرداد ماه نگهداری شدند تا روند رشد گیاه بررسی شود) داده‌ها نشان داده نشده است). غنی و همکاران (10) نیز با بررسی رشد بومادران هزار برگ (*A. millefolium*) در شرایط آب و هوایی مشهد مشاهده نمودند این گونه بومادران دارای خصوصیتی نظیر ارتفاع نزدیک به یک متر، طول دوره گلدهی طولانی و گل آذین‌های بزرگ است که با آزمایش حاضر همخوانی دارد. توسعه رشد رویشی، تعداد کافی گل آذین و طولانی بودن دوره گلدهی در افزایش عملکرد وزن خشک و اساس بومادران نقش اساسی دارد (12).

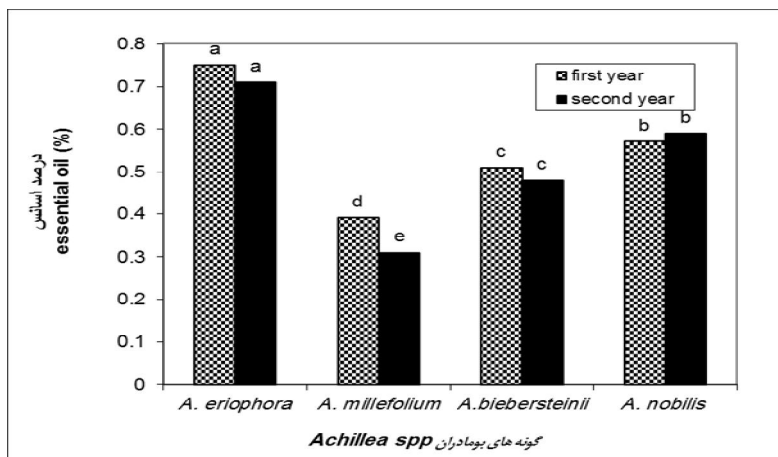
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد درصد استقرار بوته بومادران تحت تاثیر سال، گونه و اثر متقابل این دو فاکتور قرار نگرفت (جدول 3) اما تاریخ خارج شدن از مرحله روزت تنها تحت تاثیر گونه بومادران قرار گرفت و اثر سال و اثر متقابل سال و رقم بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول 3). نتایج نشان داد در هر دو سال، بومادران شیرازی (*Achillea eriophora*) در مقایسه با گونه‌های دیگر مورد بررسی زودتر از حالت روزت خارج شد بطوریکه در سال اول 91 روز و در سال دوم 93 روز بعد از نشاکاری بوته‌های بومادران این رقم از حالت روزت خارج شدند (جدول 4) در حالی که طول دوره گلدهی این گونه در مقایسه با سایر ارقام کمتر بود. بر این اساس خارج شدن بوته بومادران از حالت روزت تحت تاثیر گونه بومادران قرار گرفت و تاثیر سال بر این صفت معنی‌دار نبود. بندیک و کوپ (7) گزارش نمودند فاصله زمانی میان خروج گیاه بومادران از حالت روزت تا آغاز گلدهی در توسعه رویشی گیاه نقش اساسی دارد.

بیشترین ارتفاع بوته در هر دو سال آزمایش به ترتیب به میزان 84 و 85 سانتی‌متر در گونه هزار برگ (*A. millefolium*) و کمترین ارتفاع بوته در هر دو سال آزمایش در گونه شیرازی (*A. eriophora*) مشاهده شد (جدول 4). نتایج نشان داد بیشترین وزن خشک بوته گونه‌های بومادران در سال دوم و اول آزمایش در گونه هزار برگ (*A. millefolium*) به میزان 1211 و 1014 گرم در متر مربع دیده شد. وزن خشک بوته گونه‌های بومادران در سال دوم آزمایش بیش از سال اول بود که احتمالاً به دلیل بارندگی بیشتر و میانگین دمای کمتر در مقایسه با سال اول بود (جدول 2). کمترین وزن خشک بوته گونه‌های بومادران مورد بررسی در گونه شیرازی (*A. eriophora*) در سال اول به میزان 593 گرم در متر مربع دیده شد (جدول 4).

نتایج شکل 1 نشان داد بیشترین وزن خشک سرشاخه‌های گلدار در سال اول و دوم آزمایش در گونه بومادران هزار برگ به میزان 273/1 و 298/2 گرم دیده شد. بعد از این گونه‌ها، بیشترین وزن خشک سرشاخه گلدار در گونه بومادران شیرازی (*A. eriophora*) به میزان 145 گرم در متر مربع در سال اول و 154/1 گرم در متر مربع سال دوم دیده شد. کمترین مقدار وزن خشک سرشاخه گلدار نیز در بومادران زرد (*A. biebersteinii*) در سال اول آزمایش به میزان 59/3 گرم در متر مربع دیده شد (شکل 1). نتایج نشان داد گونه بومادران هزار برگ (*A. millefolium*) در هر دو سال آزمایش دیرتر از سایر گونه‌های مورد بررسی وارد مرحله گلدهی شد و طول دوره گلدهی طولانی‌تری داشت در حالی که تاریخ خارج شدن آن از مرحله روزت تفاوت معنی‌داری با سایر گونه‌های مورد بررسی به جز گونه شیرازی نداشت (جدول 4). بررسی مزرعه‌ای نشان داد که طول دوره گلدهی این گونه بومادران در سال اول آزمایش تا اوایل تیر ماه و در سال دوم



شکل 1- تاثیر سال و گونه بر وزن خشک سرشاخه گونه‌های بومادران
Figure 1- The effect of year and species on young shoot dry weight of *Achillea* spp



شکل 2- تاثیر سال و گونه بر درصد اسانس گونه‌های بومادران
Figure 2- The effect of year and species on essential oil percentage of *Achillea* spp

گلدان این گیاه می شود که مشابه نتایج به دست آمده در خصوص گونه هزاربرگ است.

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد تعداد گل آذین گونه‌های بومادران تحت تاثیر سال، گونه و اثر متقابل این دو فاکتور قرار گرفت (جدول 3) اما قطر گل آذین تنها تحت تاثیر گونه قرار گرفت. نتایج جدول 4 نشان بیشترین تعداد گل آذین بومادران در سال دوم آزمایش در گونه هزاربرگ به میزان 37/2 عدد و در سال اول آزمایش در همین گونه به میزان 30/1 عدد دیده شد که ناشی از طولانی بودن دوره گلدهی در این گونه است. افزایش تعداد گل آذین و سرشاخه‌های گلدان یک صفت مناسب در جهت افزایش عملکرد وزن خشک و میزان استحصال اسانس در بومادران است (13). نتایج نشان داد قطر گل آذین گونه شیرازی (*A. eriophora*) در هر دو سال آزمایش نسبت به سایر گونه‌ها کمتر بود.

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد درصد اسانس گونه‌های بومادران تحت تاثیر سال، گونه و اثر متقابل این دو فاکتور قرار گرفت (جدول 3). نتایج شکل 2 بیانگر آن است که بیشترین درصد اسانس سرشاخه‌های گلدان در سال اول و دوم آزمایش به میزان 0/75 و 0/71 درصد در گونه بومادران شیرازی دیده شد. درصد اسانس گونه‌های زرد (*A. biebersteinii*) و تماشایی (*A. nobilis*) در هر دو سال تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین درصد اسانس در سال دوم آزمایش در رقم هزار برگ (*A. millefolium*) به میزان 0/31 درصد دیده شد. بیشترین عملکرد اسانس در سال اول و دوم آزمایش در بومادران شیرازی به میزان 108 و 109 گرم در متر مربع دیده شد (جدول 4). نتایج آزمایش حاضر نشان داد بومادران شیرازی و هزار برگ در هر دو سال آزمایش در مقایسه با سایر گونه‌ها عملکرد اسانس بیشتری داشتند که بالا بودن عملکرد اسانس بومادران

تاریخ گلدهی و طول دوره گلدهی گونه‌های بومادران تحت تاثیر سال، گونه و اثر متقابل این دو فاکتور قرار گرفت (جدول 3). بیشترین فاصله میان زمان کاشت نشا تا آغاز گلدهی در سال اول و دوم آزمایش در گونه بومادران هزاربرگ (*A. millefolium*) به میزان 160 و 173 روز دیده شد در حالی که کمترین فاصله میان زمان کاشت نشا تا آغاز گلدهی در هر دو سال آزمایش در گونه بومادران شیرازی (*A. eriophora*) مشاهده شد (جدول 4). همچنین این نتایج بیانگر آن است که آغاز گلدهی گونه‌های بومادران زرد (*A. biebersteinii*) و بومادران تماشایی (*A. nobilis*) مانند گونه شیرازی (*A. eriophora*) در سال دوم نسبت به سال اول به طور معنی‌داری دیرتر آغاز شد (جدول 4) که احتمالاً ناشی از میانگین دمای کمتر در سال دوم می‌باشد (جدول 2). بیشترین طول دوره گلدهی متعلق به گونه هزار برگ (*A. millefolium*) در سال دوم آزمایش با 90 روز و سال اول آزمایش با 74 روز بود و طول دوره گلدهی تمام گونه‌های مورد بررسی بومادران به استثنا گونه بومادران زرد (*A. biebersteinii*) در سال دوم آزمایش بیش از سال اول بود. کمترین طول دوره گلدهی در گونه بومادران شیرازی در سال اول آزمایش به میزان 40 روز دیده شد. در سال اول آزمایش در اواخر اردیبهشت ماه بوته‌های گونه شیرازی (*A. eriophora*) خشک شدند اما در سال دوم با توجه به بارندگی‌های این ماه و میانگین پایین تر دمای هوا نسبت سال قبل رسیدگی بوته‌ها به اوایل خرداد ماه موقوف شد. غنی و همکاران (9) مشاهده نمودند گونه بومادران شیرازی در مقایسه با سایر گونه‌های بومادران زودرس تر است و با فرا رسیدن فصل گرما خشک می‌شود که دلیلی بر یکساله بودن این گونه بومادران است و با نتایج آزمایش حاضر همخوانی داشت. بندیک و کوپ (7) مشاهده نمودند طولانی بودن دوره گلدهی در بومادران سبب افزایش تعداد سرشاخه‌های

دهنده اسانس را به خود اختصاص دادند که با نتایج جایمند و رضایی (14) همخوانی دارد. فرهودی و مهرنیا (9) با بررسی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس گونه‌های بومادران مشاهده نمودند تنوع زیادی در میان ترکیبات اسانس گونه‌های بومادران وجود دارد اما عمده‌ترین این ترکیبات شامل کامفور، بتا پنین و آلفا پنین است.

شیرازی ناشی از بالا بودن درصد اسانس آن است در حالی که بیشتر بودن عملکرد اسانس بومادران هرا بر برگ ناشی از بیشتر بودن عملکرد سرشاخه‌های این گونه بومادران است (شکل 2 و جدول 4).
بررسی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس گونه‌های بومادران حاکی از تشابه این ترکیبات در هر چهار گونه است و ترکیباتی مانند کامفور، سابینین، کامفن، بتا پنین و آلفا پنین بیشترین درصد اجزای تشکیل

جدول 5- درصد اجزای اسانس گونه‌های بومادران در سال اول آزمایش بر اساس درصد
Table 5- Chemical composition and percentage composition of the *Achillea* spp. essential oil in first year

Compound ترکیبات	<i>A. nobilis</i>	<i>A. biebersteinii</i>	<i>A. millefolium</i>	<i>A. eriophora</i>
Camphor	34	30.9	30.1	37
Sabinene	25	22.1	21.2	27.3
Camphen	8.1	0.12	2.4	7.3
β -pinene	6	4.4	4.7	4.6
α -Pinene	5.3	6.0	2.3	3.6
3-octanone	0.7	4.8	3.3	1.2
Spathulenol	0.12	0.77	0.38	0.56
α -Phellandrene	0.88	0.49	0.19	0.47
Borneol	---	0.27	4.11	0.29
Carvacrol	1.4	0.24	2.4	1
γ -terpinyl acetate	0.53	5.66	0.43	0.37
p-Cymene	2.0	3	1.6	1.7
β -Phellandrene	2.3	0.8	2.3	1.2
Cis- β -ocimene	0.21	-----	-----	0.48
13-epi-manoyl oxide	----	-----	4.8	2.4
13-epi-manool	1.3	1.1	1.1	1.2
γ -Eudesmol acetate	1.5	0.8	2.3	1.5
manoyl oxide	1.4	1.9	1.2	1.1
Trans- β -caryophyllene	little	little	0.44	0.25
Isoborneol	0.6	0.41	0.44	0.57
α -Muurolene	0.7	0.3	little	0.9
Germacrene D	0.21	little	0.19	0.35
β -Bisabolene	----	0.34	----	little
Cubebol	0.59	0.39	0.24	0.31
Tricyclene	0.11	0.73	0.71	0.66
Chamazulene	0.28	0.16	0.74	0.89
(E,E)-Farnesyl acetate	0.21	0.21	1	1.5
Total compounds (%) کل ترکیبات	95.6	91.7	89.6	99.0

little :low than 0.1%

جدول 6- اجزای اسانس گونه‌های بومادران در سال دوم آزمایش بر اساس درصد

Table 6- Chemical composition and percentage composition of the *Achillea* spp. essential oil in twice year

Compound ترکیبات	<i>A. nobilis</i>	<i>A. biebersteinii</i>	<i>A. millefolium</i>	<i>A. eriophora</i>
Camphor	35.1	31.6	28	34
Sabinene	23	25	22	27.1
Camphen	7.9	1.2	3.6	7
β -pinene	8.6	5.1	3	7.1
α -Pinene	5.0	4.2	2	2.4
3-octanone	0.9	5.5	4.1	1
Spathulenol	0.18	0.7	0.34	0.48
α -Phellandrene	0.8	0.38	0.12	0.33
Borneol	0.31	0.28	3.19	0.4
Carvacrol	1.9	3.5	2.9	1.1
γ -terpinyl acetate	0.41	4.76	0.46	0.26
p-Cymene	2.9	4.2	1.1	1
β -Phellandrene	1.7	0.6	2.1	0.9
Cis- β -ocimene	----	-----	little	0.58
13-epi-manoyl oxide	----	-----	3.9	1.1
13-epi-manool	1.9	1.5	1.5	3.1
γ -Eudesmol acetate	1.1	-----	2.9	2.3
manoyl oxide	1.2	2.6	1.7	2
Trans- β -caryophyllene	little	little	0.41	0.1
isoborneol	0.94	0.54	0.32	0.46
α -Muurolene	0.86	0.62	little	0.97
Germacrene D	0.27	0.31	0.23	0.41
β -Bisabolene	----	little	----	little
Cubebol	0.74	0.41	0.23	0.32
tricyclene	0.69	0.83	0.66	0.58
Chamazulene	0.58	0.19	0.73	0.91
(E,E)-Farnesyl acetate	2	2.5	1.2	1.1
Total compounds (%) کل ترکیبات	98.9	97.5	88.7	95
little :low than 0.1%				

تی کادینول و نرولیدول استات E در بعضی از گونه‌های بومادران یافت نشد یا به مقادیر جزئی وجود داشت (جدول 5 و جدول 6). لی و جینگ (14) با بررسی تاثیر شرایط آب و هوایی بر رشد رویشی و ترکیبات دارویی گیاه *Cuminum cyminum* مشاهده نمودند شرایط

در گونه‌های بومادران شیرازی، زرد و تماشایی بیش از 90 درصد ترکیبات تشکیل دهنده اسانس شناسایی شدند در حالی که در گونه بومادران هزار برگ حدود 80 درصد ترکیبات تشکیل دهنده اسانس شناسایی شدند. این نتایج نشان داد ترکیباتی مانند دیل آپپول،

بهاره بود. ایشان بیان نمودند هرچند ساخت مواد موثر دارویی در گیاهان تحت تاثیر ژنتیک است اما شرایط آب و هوایی در زمان رشد و نمو قطعاً بر مقدار این ترکیبات تاثیر گذار است.

به طور کلی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد شرایط آب و هوایی شهرستان شوشتر جهت کشت پاییزه گونه‌های گیاهی بومادران مناسب است و این گیاهان قابلیت کشت به صورت تجاری را دارند. از میان گونه‌های مورد بررسی گونه بومادران شیرازی و بومادران هزار برگ نسبت به سایر گونه‌های گیاهی ارجحیت داشت. بومادران شیرازی علی‌رغم این که نسبت به سایر گونه‌های بومادران زودرس بود و از طول دوره گلدهی، وزن خشک و ارتفاع بوته کمتری برخوردار بود اما بیشترین درصد اسانس و عملکرد اسانس را به خود اختصاص داد و بومادران هزار برگ به دلیل تولید میزان زیادی ماده خشک، عملکرد اسانس بیشتری را به خود اختصاص داد. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده بررسی شرایط اقلیمی استان خوزستان بر تغییرات ترکیبات دارویی تشکیل دهنده اسانس بومادران مورد بررسی بیشتری قرار گیرد.

مختلف محل رشد سبب تغییر در مقدار ماده موثر دارویی این گیاه شد. ایشان بیان نمودند گونه گیاهی و شرایط آب و هوایی محل رشد گیاهان دارویی ترکیبات تشکیل دهنده آن‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. احمدی و همکاران (1) با بررسی تاثیر تاریخ کاشت بر درصد اسانس گیاه زیره سبز در شرایط دیم مشاهده نمودند تاخیر در کاشت موجب افزایش ترکیبات دارویی این گیاه شد که احتمالاً ناشی از تنش گرمای آخر فصل می‌باشد.

غنی و همکاران (12) با بررسی تاثیر مزرعه و رویشگاه طبیعی بر درصد اسانس و ترکیبات تشکیل دهنده گونه بومادران شیرازی مشاهده نمودند درصد اسانس در کشت مزرعه‌ای این گیاه افزایش یافت که بیانگر پتانسیل این گیاه برای زراعت است. ایشان ترکیبات دارویی عمده این گیاه را کامفن، میرسن، 1 و 8 سیتئول و آلفا پنین گزارش نمودند که مقدار آن‌ها تحت تاثیر رویشگاه قرار گرفت. فتایی و همکاران (8) با بررسی رشد و نمو گیاهان دارویی رازیانه، سیاهدانه و زیره سبز در شهرستان زابل در کشت پاییزه و بهاره مشاهده نمودند درصد اسانس این گیاهان تحت تاثیر شرایط زمان رسیدگی قرار گرفت اما به طور کلی عملکرد این گیاهان در کشت پاییزه بیش از

منابع

- Adams R.P. 2001. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy carol stream. Allured publishing crop, pp: 465-6.
- Ahmadi L., Mirza M. and Kalirad, E. 1997. Effect of dry land planting time on *Cuminum cyminum* essential oil compounds. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 7:85-95.(in Persian with English abstract)
- Ahmadi Z., Sattari M., Tabaraee B., Bigdeli M. 2011. Identification of the constituents of *Achillea santolina* essential oil and evaluation of the anti-microbial effects of its extract and essential oil. Arak Medical University Journal, 14(56): 1-10.
- Amin G., Salehi Sourmaghi R., Azizadeh M., Yassa N. and Asgari T. 2008. Seasonal variation of the essential oil composition of cultivated Yarrow in Tehran-Iran. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 11(6): 628- 633.
- Anonymous. 2010. Climatology data. Shoushtar synoptic station.
- Baris Z., Medine G. L. L., FikretinSahun C. E., Zer H., Kili H., Zkan H., Kment M. S. and Ozbek T.2003. Biological Activities of the Essential Oil and Methanol Extract of *Achilleaiebersteinii* (Asteraceae). Turkish Journal of Biology, 30: 65-73.
- Benedek B. and Kopp B. 2007. *Achillea millefolium* L. revisited: Recent findings confirm the traditional use. Wiener Medizinische Wochenschrift, 157(13-14): 312-314.
- Fanaei R.E., Akbari Moghadam H G., Keigha, A., Ghaffarie, M and Alli, M. 2006. Evaluation of Agronomy and Essential Oil Components of *Cuminum cyminum* L., *Foeniculum vulgar* Mill. and *Nigella sativa* L. in the Condition of Sistan region. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(1):36-41..(in Persian with English abstract)
- Farhoudi R. and Mehernia M.A. 2013. The essential oil composition and antioxidant activity of *Achillea* spp. growing in the southwest of Iran. Journal of Medicinal Plants and By-products, 2:123-128.
- Ghani A., Azizi M, Tehranifar, A. 2008. The study of ornamental potential of five wild *Achillea* species cultivated in Mashhad climate conditions. Journal of Horticultural Sciences, 23 (2): 25-31.
- Ghani A., Azezi M., Pahlevan porfard Jahromi A.A and Hasanzadeh M.2009. Competition of percentage and compound of *Achillea millefolium* essential oil in farm and nature. Medical Plant Journal, 8(2): 120-128. .(in Persian with English abstract)
- Ghani A., Tehranifar A., Azezi, M. and Ebadi M.T. 2011. Effect of planting date on morphology and essential oil yield of *Achillea millefolium* in Mashhad climatic condition. Iranian Journal of Field Crops Research, 9(3):447-453.
- Jaimand K . and Rezaee MB. 2004. Investigation on Chemical Constituents of Essential oils from *Achillea millefolium* L. subsp. *mellefolium* by Distillation methods. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants,

- 20(2): 181-190.
- 14- Li R. and Jiang Z.T. 2004. Chemical composition of the essential of *Cuminum cyminum* L. from China. Flavour and Fragrance Journal, 19(4): 311-313.
- 15- Nadim M.M, Malik A.A, Ahmad J., Bakshi S.K.2001. The Essential Oil Composition of *Achillea millefolium* L. Cultivated under Tropical Condition in India. World Journal of Agricultural Sciences, 7 (5): 561-565.
- 16- Zargari E.1992. Medical plants. University of Tehran press, Tehran.



اثر تغییر اقلیم بر روند تامین نیاز سرمایی گیاهان خزان‌دار (مطالعه موردی: استان همدان)

علی اکبر سبزی پرور^{1*} - رضا نوروز ولاشیدی²

تاریخ دریافت: 1392/06/07

تاریخ پذیرش: 1394/03/30

چکیده

بسیاری از گیاهان برای شکستن خواب زمستانه خود نیاز به سرما دارند. سناریوهای تغییر اقلیم برای آینده دمای هوا را در فصل زمستان پیش‌بینی می‌کنند. هدف از این پژوهش بررسی اثر بالقوه تغییر اقلیم بر روند تامین نیاز سرمایی گیاهان خزان‌دار در همدان است. این پژوهش بر اساس مدل‌های اقلیمی متفاوت در گزارش چهارم هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم نظیر BCM2، HADCM3، GFCM21 و IPCM4 تحت سناریوهای انتشار حدی (A2 و B1) و توازی (A1B) انجام شد. جهت ریزمقیاس‌نمایی خروجی مدل‌های گردش عمومی، مدل LARS-WG مورد استفاده قرار گرفت. پس از تولید داده‌های ساعتی فراسنج‌های هواشناسی، از سه مدل نیاز سرمایی برای برآورد و بررسی روند تامین سرمایی در فصل زمستان استان همدان استفاده شد. همچنین از آزمون‌های پارامتری و ناپارامتری برای بررسی تغییرات نیاز سرمایی در دو دوره آینده نزدیک (2011-2030) و آینده دور (2031-2050) نسبت به گذشته (1980-2010) بهره گرفته شد. نتایج این پژوهش حاکی از کاهش نیاز سرمایی گیاهان خزان‌دار در همدان می‌باشد. خروجی مدل‌های اقلیمی ریزمقیاس شده برای استان همدان نشان داد، اگرچه روند تغییرات در کل دوره افزایشی بوده اما روند کاهشی در دهه‌ی آخر داده‌های تاریخی و متوسط دو دهه‌ی آینده ادامه می‌یابد، به‌طوری که در افق زمانی سال‌های 2031 تا 2050 به‌میزان 25 تا 40 درصد از انباشت سرما در فصل زمستان کاسته خواهد شد. این کاهش موجب عدم تامین سرمای کافی برای شکسته شدن خواب گیاه در انتهای فصل زمستان می‌شود. در نهایت، عدم مدیریت صحیح بدون ملاحظات اقلیمی ممکن است به صدمات جدی به باغات کشور در آینده شود.

واژه‌های کلیدی: دمای هوا، رکود، ریزمقیاس کننده LARS-WG، سناریوهای انتشار، گرمایش جهانی، مدل‌های گردش عمومی جو

مقدمه

سرمایی ناکافی می‌تواند موجب رشد نامنظم و جوانه‌زنی اندک، نمو ضعیف میوه، کوچک ماندن اندازه و زمان‌های غیر یکنواخت رسیدگی میوه شود (21 و 22). اگرچه اطلاعات کاملی راجع به فرآیند نیاز سرمایی درختان در اختیار نیست، اما پاسخ فیزیولوژیکی درختان در برابر مقادیر سرما اغلب با مدل‌هایی که اساس آن دماست، تخمین زده می‌شود (3). از بین مدل‌های موجود، به‌طور عمده مدل‌های 0-7/2 درجه سلسیوس (2 و 36)، مدل یوتا (26) و یوتای اصلاح شده (16) و مدل پویا (8) توسط محققان و باغبانان مورد استفاده قرار می‌گیرند. همه این مدل‌ها علی‌رغم داشتن سطوح مختلف پیچیدگی، نیاز سرمایی را طبق در معرض قرارگیری گیاه برابر چند دما و مقدار آستانه دمایی مشخص تعریف می‌کنند. مدل 0-7/2 و مدل یوتا و یوتای مثبت سه مدل پرکاربرد، از بیشمار مدلی می‌باشند که در نقاط مختلف دنیا مورد استفاده قرار گرفتند. نخستین بار در سال 1950 وینبرگر این روش را که جوانه‌ها بایستی در دمای کمتر از هفت درجه

اقلیم یک نقش اساسی در تولید موفق محصولات باغی و خشکبار در تجارت جهانی ایفا می‌کند. فعالیت‌های باغبانی به‌شدت وابسته به شرایط آب و هوایی محل است. خواب زمستانه یک جنبه کلیدی در چرخه سالانه گیاهان خزان‌دار باغی و خشکبار محسوب می‌شود. گیاه برای شکوفایی مناسب در فصل رویش نیازمند شکستن خواب زمستانه است (27). درختان جهت خارج شدن از حالت خواب، بایستی در معرض مقادیر از پیش تعیین شده دماهای سرد قرار بگیرند، به این فرآیند در اصطلاح سرمای زمستانه یا بهاره‌سازی³ گویند. نیاز

1 و 2- به ترتیب استاد و دانشجوی دکتری هواشناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، ایران
(Email: swsabzi@basu.ac.ir)
(*) نویسنده مسئول:

از آن مدل‌ها بوده و یا حداقل عملکردی مشابه آن‌ها داشته است (26).

اغلب پژوهش‌های صورت پذیرفته در داخل کشور، به بررسی چگونگی پاسخ عوامل هیدرولوژیکی از قبیل تبخیر و تعرق پتانسیل، رطوبت خاک، تجمع برف، ذخیره آب زیرزمینی، رواناب و بیلان آبی و خشکسالی‌ها و... به تغییرات اقلیمی پرداخته‌اند، و کمتر به مسائل کاربردی به‌خصوص نیاز سرمایی گیاهان خزان‌دار پرداخته شده است. کوچکی و همکاران (15) به بررسی اثر تغییر اقلیم بر رفتار گلدهی زعفران در نواحی خراسان پرداختند. آن‌ها با شبیه سازی رفتار گیاه زعفران در برابر افزایش دما دریافتند، سرعت نمو کاهش یافته و طول دوره گلدهی افزایش می‌یابد. همچنین آن‌ها اظهار داشتند بسته به میزان شدت گرمایش، زمان گلدهی می‌تواند تا اواخر آذر ماه در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی به تعویق افتد. اسماعیلی و همکاران (7) به ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر امکان توسعه دو گونه هسته دار با ریزمقیاس نمایی داده‌های مدل گردش عمومی پرداختند، آن‌ها با تاکید بر عوامل محدود کننده همچون وقوع یخبندان مناطق مورد توسعه کشت محصول مورد نظر را به‌دست آوردند. گاراژیان و عشقی (10) به بررسی نیاز سرمایی رقم‌های انگور تجاری استان فارس پرداختند. آن‌ها به نقل از دانشمندان دیگر به دلیل گرم شدن غیر طبیعی کره زمین در سال‌های آینده، میزان سرمای زمستان را برای تامین نیاز سرمایی درختان مناطق معتدله و از جمله انگور کافی ندانسته‌اند.

در سطوح بین‌المللی نیز مطالعات معدودی به‌طور کمی اثرات تغییر اقلیم و درجه حرارت‌های بالا را روی نیاز سرمایی گیاهان باغی مورد بررسی قرار داده‌اند، در حالی که بسیاری از آنها اثرات بالقوه منفی را مورد بحث قرار داده‌اند (5 و 11). هنسی و کلایتون گرین (12) نخستین افرادی بودند که تحقیقات خود را روی نیاز سرمایی، تحت شرایط گرمایش اقلیم جهانی انجام دادند. آن‌ها در کشور استرالیا از مدل یوتای اصلاح شده استفاده کردند، دو روش را برای بررسی تغییرات مقادیر نیاز سرمایی آینده به کار گرفتند. رهیافت آن‌ها، آنالیز حساسیت سناریوی طراحی شده برای سال 2030 می‌باشد. آنالیز حساسیت شامل افزودن دماهای 1/2 و 3 درجه‌سانتی‌گرادی به داده‌های تاریخی دما می‌باشد. به این معنی که افزایش دمایی ثابت، به همه مناطق اعمال شد تا مقایسه بین مکان‌ها برای بررسی اختلافات امکان پذیر شود. آنها سناریوهایی برای سال 2030 با استفاده از 5 مدل اقلیمی و دو سناریوی انتشار در نظر گرفتند. با این حال، این داده‌ها در حال حاضر قدیمی محسوب می‌شوند. اما در سال‌های اخیر، لودلینگ و همکاران (20) به تجزیه تحلیل‌های جهانی در راستای میزان تغییرات نیاز سرمایی بر طبق مدل دینامیک پرداختند. اگرچه این مدل با دیگر مدل‌های نیاز سرمایی برابری می‌کند (32)، اما به دلیل اندازه‌گیری آستانه‌های متفاوت در دمای

سانتی‌گراد قرار گیرند، را برای تعیین نیاز سرمایی گیاهان خزان‌دار مورد استفاده قرار داد (36). و این محاسبات از زمانی که جوانه گیاه به‌طور کامل در خواب باشد، آغاز می‌شود.

تغییرات آب و هوایی بر میزان دمای هوا، الگوی بارش، تنش رطوبتی، میزان رواناب و ذخیره رطوبتی خاک تاثیر گذار است (13). افزایش میزان درجه حرارت آینده، متاثر از تغییرات اقلیمی ممکن است در فرآیند تامین نیاز سرمایی فصل زمستان خلل ایجاد نموده و تولید محصولات باغی را تحت تاثیر قرار دهد. اثبات وقوع پدیده تغییر اقلیم، در سطح جهان به‌سهولت امکان پذیر نیست و نیازمند بررسی‌های جامع و طولانی مدت بر آمارهای گذشته و تولید شده در آتی است، هر چند روند گرم‌تر شدن دمای سطحی و افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای تقریباً قطعی می‌نماید (13). بررسی‌ها نشان داده است، غلظت گاز کربنیک و سایر گازها در اتمسفر از نیمه دوم قرن نوزدهم افزایش یافته است. میزان غلظت گاز کربنیک از سال 1970 تا 2004 حدود 70 درصد فزونی یافته است (13). میتچل در سال 1989 نشان داد که در اثر دو برابر شدن گاز کربنیک، درجه حرارت بین 2/8 تا 5/2 کلون و بارندگی بین 7/1 تا 15 درصد افزایش می‌یابد. روند این تغییرات اقلیمی در همه جا اثری از خود به‌جا گذاشته است، در استان همدان نیز بررسی انجام شده (14) حاکی از آن است روند تغییرات پارامترهای هواشناسی به‌خصوص دمای میانگین زمستان و پاییز در زمان خواب درختان خزان‌دار افزایش معنی‌دار داشته‌است. از اوایل دهه 1980 تاکنون، مدل‌های متنوعی برای تولید داده‌های مصنوعی وضع هوا در نقاط مختلف جهان تدوین شده و به‌تدریج توسعه یافته است. سرکنهاتان و مک ماهان (31) تقریباً مرور کاملی بر مولدهای وضع هوا داشته‌اند. به‌طور کلی، مولدهای وضع هوا از نظر فرضیات تولید داده در یکی از سه گروه مولدهای پارامتری، نیمه پارامتری و ناپارامتری قرار می‌گیرند. مولد پارامترهای اقلیمی¹، یک مدل عددی است که براساس تعدادی پارامترهای آماری مشخص، سری زمانی پارامترهای اقلیمی را بصورت مصنوعی جهت مطالعات تغییر اقلیم ایجاد می‌کند (23، 24 و 25). از آنجا که امکان استفاده مستقیم از خروجی مدل‌های GCM به دلیل مقیاس مکانی بسیار بزرگ آن‌ها، وجود ندارد. از این مولد می‌توان به‌عنوان یک ابزار، برای شبیه‌سازی سناریوهای تغییر اقلیم آتی استفاده نمود. امروزه، مولدهای پارامترهای اقلیمی در زمینه‌های مختلف به کار می‌روند و در حال تبدیل شدن به یکی از اجزاء اصلی سیستم‌های تصمیم‌گیری در کشاورزی و هیدرولوژی هستند (30). مدل LARS-WG همانند برخی از مدل‌های پرکاربرد دیگر، که از روش زنجیره مارکوف استفاده می‌کند (25) در چندین ایستگاه در سطح جهان با شرایط اقلیمی متفاوت و متنوع مقایسه شده و عملکرد آن، در بسیاری از موارد بهتر

مواد و روش‌ها

ایستگاه مورد بررسی

در این مطالعه برای بررسی پتانسیل تغییر اقلیم بر نیاز سرمایی گیاهان خزان‌دار از آمار روزانه ایستگاه سینوپتیک فرودگاه همدان استفاده شد. آمار روزانه (تاریخی) دوره زمانی پایه 1980-2010 میلادی قابل استفاده، پس از کنترل‌های آماری و پالایش، در نهایت جهت مدل‌سازی و برآورد مقادیر نیاز سرمایی استفاده شدند. این ایستگاه در طول جغرافیایی 48/53 درجه شرقی و عرض جغرافیایی 34/87 درجه شمالی در ارتفاع 1741/5 متری از سطح دریاهای آزاد واقع شده است. اقلیم آن طبق طبقه بندی دومارتن گسترش یافته، فراسرد نیمه خشک ارزیابی شده است. میانگین دمای هوا 11/3 با انحراف از معیار 1/83 درجه سانتی‌گراد و بارش سالیانه 317 میلی‌متر است. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد بررسی در شکل 1 نشان داده شده است.

مدل LARS-WG و انتخاب مدل‌های بزرگ مقیاس

در این پژوهش، عدم اطمینان ناشی از کاربرد شبیه‌سازهای گردش عمومی جو در دوره‌ی پایه برای منطقه‌ی همدان از چند مدل اقلیمی مورد تأیید گزارش چهارم IPCC (32) نظیر BCM2، HADCM3، GFCM21 و IPCM4 تحت سناریوهای انتشار حدی (A2 و B1) و توازی (A1B) استفاده شد. برای پیش‌بینی و ارزیابی پیامدهای تغییر اقلیم در مقیاس منطقه‌ای و نقطه‌ای نمی‌توان به‌طور مستقیم از برون‌داد مدل‌های گردش عمومی استفاده نمود. بایستی به لحاظ رفتار اقلیمی ایستگاه مورد مطالعه برون‌داد آن‌ها ریزمقیاس شوند. ریزمقیاس‌نمایی داده‌های مدل‌های گردش عمومی جو به دو روش دینامیکی و آماری امکان‌پذیر است. اولین نسخه از مدل آماری مولد متغیرهای اقلیمی LARS-WG³ در سال 1990 در بوداپست و بعنوان بخشی از پروژه ارزیابی ریسک‌های کشاورزی در مجارستان توسعه داده شد (23). که هدف اصلی از این پروژه، کاستن خطا و جلوگیری از محدودیت‌های مدل زنجیره مارکوف در شبیه‌سازی رویدادهای بارندگی بود (24).

نسخه ویرایش شده این مدل، که اکنون LARS-WG خوانده می‌شود، برای تولید سناریوهای تغییر اقلیم مورد استفاده در دو پروژه مطالعاتی عمده⁴ (29) که توسط اتحادیه اروپا حمایت مالی شده بودند، مورد استفاده قرار گرفت. اطلاعات بیشتر در مورد این سناریوهای اقلیمی در مطالعه سمونوف و بارو (28) موجود است.

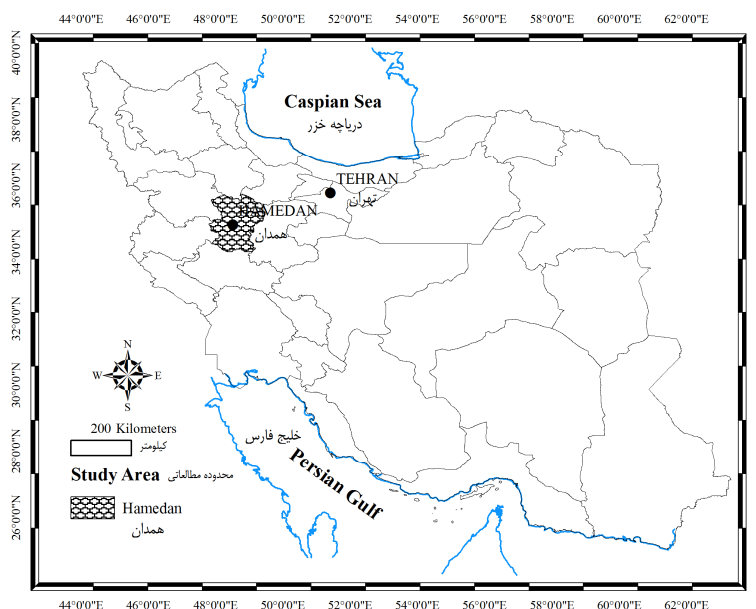
پایین می‌تواند از نظر کاربردی محدودیت داشته باشد. لودلینگ و براون (19)، با مقایسه نتایج مدل‌های یوتا، دینامیک و مدل 7/2-0 درجه سلسیوس در مقیاس جهانی اظهار داشتند این مدل‌ها به‌طور عمده منطقه‌ای و ناپایدار می‌باشند. همچنین آستانه‌های تعیین شده برای مدل‌های مختلف و ارقام متفاوت را نمی‌توان با استفاده از نتایج مدل‌های مختلف نیاز سرمایی تفسیر کرد. ازین‌رو برخی از دانشمندان به بررسی نیاز سرمایی با استفاده از دو یا چند مدل مختلف پرداخته‌اند (1، 17 و 33). در پژوهشی لودلینگ و همکاران (18) سه مدل رایج نیاز سرمایی را تحت شرایط اقلیمی کشور استرالیا ارزیابی نمودند. با مقایسه مطالعات دیگر، آن‌ها نشان دادند که مدل‌های مختلف نیاز سرمایی به گرمایش جهانی متأثر از تغییرات اقلیمی حساسیت بالایی دارند.

در خصوص تفسیر داده‌های پیش‌بینی اقلیمی، یکی از موارد و ملاحظات مهم در این مطالعات بررسی عدم قطعیت مدل گردش اقیانوسی-جوی (AOGCM)¹ برای آنالیزهای پیش‌بینی آینده می‌باشد، زیرا مدل‌ها نتایج کاملاً متفاوتی را در پی دارند (35). سناریوهای مربوط به انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز از گزارش ویژه IPCC برای کاربردی بودن نتایج در صورت اعمال سیاست‌های جهانی و منطقه‌ای در راستای سناریو محتمل، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در این پژوهش، سناریوهای اقلیمی و انتشار مختلف با استفاده از سه مدل برآورد نیاز سرمایی برای بررسی تامین آن در دوره‌های آتی محاسبه شده‌اند. سناریوهای انتشار حدی و توازن نیز با در نظر گرفتن عدم قطعیت اختلالات دمایی در آینده استان همدان انتخاب شدند. از آنجا که استان همدان یکی از قطب‌های تولیدات باغی گیاه خزان‌دار نظیر گردو، انگور، سیب، هلو و شلیل است. با توجه به این نکته که بخش باغبانی مستلزم سرمایه‌گذاری، صرف وقت و هزینه‌ی هنگفت چند ساله است، انجام مطالعات مربوط به تغییر اقلیم می‌تواند میزان تاثیر تغییرات اقلیمی را شناسایی و این امکان را برای کشاورزان و دست‌اندرکاران فراهم نماید تا با اقداماتی همچون مکان‌گزینی صحیح باغات و تعیین الگوهای مناسب کشت، در جهت تعدیل اثرات تغییرات اقلیمی و رسیدن به توسعه پایدار اقدام نمایند. هدف اصلی در این پژوهش سنتز داده‌های آتی دمای بیشینه و کمینه هوا با استفاده از داده‌های تاریخی و بررسی اثر سناریوهای تغییر اقلیم بر مبنای خروجی مدل‌های گردش عمومی جو² (GCM) به‌منظور ارزیابی پتانسیل اقلیم آینده بر توانمندی تامین نیاز سرمایی درختان خزان‌دار در استان همدان می‌باشد.

3- Long Ashton Research Station Weather Generator
4- CLAIRe and CLIVARA

1- Atmosphere-Ocean General Circulation Model
2- General Circulation Models



شکل 1- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (استان همدان)
Figure 1-Geographical position of the study site (Hamedan province)

(22). جهت برآورد مقادیر نیاز سرمایی زمستان از روش‌ها و مدل‌های متعددی استفاده می‌شود، علی‌رغم وجود اطلاعات اندک در خصوص فرآیندهای نیاز سرمایی (6)، پاسخ‌های فیزیولوژیکی اغلب توسط مدل‌هایی برپایه درجه حرارت برآورد می‌شوند (3). در این پژوهش از مدل‌های 0-7/2 درجه سلسیوس (2 و 36)، مدل یوتا (26) و یوتای اصلاح شده (16) استفاده شده‌است.

مدل 0-7/2 درجه سلسیوس یک تابع تک‌مرحله‌ای است که نیاز سرمایی یک ساعت را برای هر بازه زمانی با دمایی در بین 0-7/2 درجه سلسیوس ثبت می‌کند. مدل یوتا (16) مدل 0-7/2 درجه سلسیوس را ساده سازی کرد. این مدل دارای چند درجه حرارت بهینه سرمادهی است که به هر واحد سرمادهی با درجه حرارت‌های بهینه در فرآیند سرمادهی اعمال می‌شود. این مدل اثرات منفی درجه حرارت‌های بالا روی سرمادهی و بهاره سازی با دماهای بیشتر از 15 درجه را توجیه می‌کند. مدل یوتا برخلاف دیگر مدل‌ها، سرمادهی اولیه در ابتدای زمستان را با گرمایش آخر فصل جبران می‌کند. حال آن‌که مدل یوتای مثبت گرمایش آخر فصل را در نظر نمی‌گیرد. توصیفات ریاضی هر سه مدل برآورد نیاز سرمایی توسط داربیشیر و همکاران (5) ارائه شده‌اند. معادلات ریاضی این سه مدل به‌ترتیب در روابط 1 تا 3 آمده است. که در آن‌ها، حرف اختصاری CH معرف مدل ساده 0-7/2 نیاز سرمایی و UT و UTpos به‌ترتیب نماینده مدل یوتا و یوتای مثبت می‌باشد. هم‌چنین در تمامی روابط برآورد نیاز سرمایی، حرف T معادل دمای ساعتی هوا، بر حسب درجه سانتی‌گراد است.

مدل LARS-WG (30)، بر اساس نتایج مطالعات راکسکو و همکاران (23) تدوین شده است. جهت تولید داده‌های دمای کمینه و بیشینه روزانه از توزیع نرمال و با شرط اینکه روز خشک یا مرطوب باشد، سری فوریۀ جداگانه‌ای برای آن روزها برآزش داده و از خودهمبستگی مرتبه یک (با تأخیر یک روزه) استفاده می‌کند. شبیه سازی مقادیر کمینه و بیشینه دمای روزانه بصورت فرآیندهای احتمالاتی که مقدار میانگین و انحراف استاندارد آن‌ها، وابسته به شرایط بارندگی روز مورد نظر می‌باشد، انجام می‌شود.

مدل‌های نیاز سرمایی

با فرا رسیدن فصل پاییز، رشد درختان خزان‌دار متوقف می‌شود. برگ‌های آنها می‌ریزد و در برابر سرمای زمستان مقاوم می‌شوند. در نهایت با پایان زمستان، رکود در گیاهان به‌طور طبیعی بوسیله سرمای زمستان شکسته می‌شود که مقدار سرمای مورد نیاز به گونه و رقم گیاهی بستگی دارد. حداقل زمان لازم برای سرمادهی یک رقم در طی فصل رکود که موجب از سرگیری رشد طبیعی آن در فصل رویش می‌شود در اصطلاح 'نیاز سرمایی'¹ آن رقم نامیده می‌شود. عدم تأمین نیاز سرمایی در گیاهان خزان‌دار موجب کاهش رشد میان‌گره‌ای، ریزش زیاد جوانه‌ها، تأخیر در گل‌دهی و برگ‌دهی و کاهش میوه درخت حتی در سال پرمحصول فصل جاری می‌شود

1- Chilling requirement

استفاده شد. همچنین جهت تعیین وجود اختلاف‌های معنی‌دار از آزمون فرض ناپارامتری اسمیرنوف استفاده شد. این آزمون به‌عنوان یک آزمون تطابق توزیع برای داده‌های کمی است. آزمون کلموگروف - اسمیرنوف یکی از قوی‌ترین آزمون‌های ناپارامتری و جانشین مفیدی برای آزمون t استیودنت است (4). در این آزمون فرض‌های صفر و یک به این صورت هستند، H_0 : (توزیع مطابقت دارد)، تفاوت معنی‌داری بین نیاز سرمایی در آینده اقلیمی با مقادیر کنونی وجود ندارد، H_1 : (توزیع مطابقت ندارد)، تفاوتی معنی‌دار بین نیاز سرمایی در آینده اقلیمی با مقادیر کنونی وجود دارد، چنان‌چه در این آزمون معیار تصمیم (P-Value)، کمتر از 5 درصد باشد فرض صفر رد می‌شود، یعنی داده‌ها نمی‌توانند از یک توزیع خاص مانند نرمال، پواسون، نمایی یا یکنواخت پیروی نمایند، یا به عبارتی تفاوتی معنی‌دار بین تامین نیاز سرمایی در آینده اقلیمی با مقادیر کنونی وجود دارد.

نتایج و بحث

نتایج این پژوهش پس از فرآیند داده‌پالایی و مقیاس‌کاهی خروجی مدل‌های بزرگ مقیاس به روش آماری مورد بررسی قرار گرفت. پس از مدل‌سازی و تولید داده‌های ساعتی دما در برنامه MATLAB مبتنی بر روش‌های بیان شده، مقادیر نیاز سرمایی برای دوره تاریخی و آینده برآورد شد. با بررسی ابتدایی از سری زمانی گذشته نیاز سرمایی مطابق شکل 2 مشخص شد، اگرچه در کل دوره تاریخی داده‌های هواشناختی موجود، مقادیر نیاز سرمایی در فصل زمستان یک روند به نسبت رو به رشدی داشته، اما این افزایش معنی‌دار نبوده و تغییرات نیاز سرمایی در دهه آخر دوره آماری، رو به کاهش و قابل توجه بوده است. به‌طوری که در مدل پوتا و یوتای مثبت به میزان 30 تا 40 درصد از انباشت سرمای زمستانه مورد نیاز برای شکستن خواب گیاه نسبت به ابتدای دوره آماری کاهش یافته است. نکته‌ی دیگر که به ماهیت برآورد این مدل‌ها مربوط می‌شود و آن این است که به طور مشترک با گرم‌تر شدن فصل زمستان روند تامین نیاز سرمایی یا عبارتی تعداد ساعاتی که درجه‌حرارت‌های اقلیمی که در حافظه گیاه شمرده می‌شوند در اقلیم فراسرد همدان بعد از افزایش و رسیدن به درجه‌حرارت‌های مطلوب (صفر تا 7 درجه) که در زمستان‌های اوایل دوره اقلیمی کمتر بوده موجب روند افزایشی در کل پنجره زمانی شده است. از طرفی در دهه‌ی اخیر دوره اقلیمی با گرم‌تر شدن زمستان تامین نیاز سرمایی روند کاهشی را نشان می‌دهد. با توجه به گرمایش جهانی در دهه اخیر (13) و ادامه یافتن این روند در استان همدان (14)، نتایج این پژوهش نیز حاکی از ادامه روند کاهشی و از لحاظ آماری معنی‌دار مقادیر نیاز سرمایی در فصل زمستان در دهه‌های آینده می‌باشد. به طور کلی با بررسی عدم قطعیت در مدل‌ها

$$CH = \sum_{i=1}^t T_{7.2}, \text{ with } T_{7.2} = \begin{cases} 0^\circ\text{C} < T < 7.2^\circ\text{C} & : 1 \\ \text{else} & : 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$UT = \sum_{i=1}^t T_U, \text{ with } T_U = \begin{cases} T \leq 1.4^\circ\text{C} & : 0 \\ 1.4^\circ\text{C} < T \leq 2.4^\circ\text{C} & : 0.5 \\ 2.4^\circ\text{C} < T \leq 9.1^\circ\text{C} & : 1 \\ 9.1^\circ\text{C} < T \leq 12.4^\circ\text{C} & : 0.5 \\ 12.4^\circ\text{C} < T \leq 15.9^\circ\text{C} & : 0 \\ 15.9^\circ\text{C} < T \leq 18.0^\circ\text{C} & : -0.5 \\ T \geq 18.0^\circ\text{C} & : -1 \end{cases} \quad (2)$$

$$UT_{pos} = \sum_{i=1}^t T_{U+}, \text{ with } T_{U+} = \begin{cases} T \leq 1.4^\circ\text{C} & : 0 \\ 1.4^\circ\text{C} < T \leq 2.4^\circ\text{C} & : 0.5 \\ 2.4^\circ\text{C} < T \leq 9.1^\circ\text{C} & : 1 \\ 9.1^\circ\text{C} < T \leq 12.4^\circ\text{C} & : 0.5 \\ T \geq 12.4^\circ\text{C} & : 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$d = 1 - \left[\frac{\sum (S - O)^2}{\sum (|S - \bar{O}| + |O - \bar{O}|)^2} \right], 0 \leq d \leq 1 \quad (4)$$

با نظر به این که داده‌های دمایی ثبت شده در ایستگاه هواشناسی بصورت کمینه و بیشینه روزانه است، و مدل‌های محاسبه نیاز سرمایی فوق، نیاز به داده‌های ساعتی دارند، بایستی با روشی مناسب و دقت قابل قبول داده‌های روزانه را به ساعتی تبدیل نمود و به خورد این مدل‌ها داد. جهت تبدیل داده‌های بیشینه و کمینه دمای شبانه روزی به داده‌های ساعتی، از روش‌های مختلف نجومی (17) و مدل‌سازی دما و میانمایی (16) استفاده شد. بدین صورت در نرم افزار متلب (MATLAB R2009a) برنامه‌ای نوشته شد که بتواند با داشتن کمینه و بیشینه دمای روزانه برای هر ساعت دمای هوا را تولید نماید. با مقایسه ابتدایی روش‌های مختلف مشخص شد روش میان‌مایی برای ایستگاه مورد نظر کارایی بهتری دارد و نتایج از دقت بیشتری برخوردار بود. به‌طوری که داده‌های ساعتی تولید شده از روش میانمایی توانسته بیش از 80 درصد (ضریب تعیین نقاط پراکنش داده‌های تبدیل شده در برابر داده‌های واقعی دما) داده‌های واقعی را توجیه نماید. نمایه توافق d^1 (9) نیز مطابق رابطه 4 تعریف می‌شود. که مقادیر بین صفر و یک را اختیار می‌کند. هرچه مقدار d به عدد یک نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده دقت و صحت بیشتر نتایج برآورد مدل مورد نظر می‌باشد. در این تحقیق نمایه توافق برای تبدیل داده‌های روزانه به ساعتی ایستگاه هواشناسی همدان برابر 0/95 بوده است. در رابطه 4، S معرف داده‌های برآورد شده و O معرف داده‌های مشاهده شده و $\bar{O}$ متوسط داده‌های مشاهده شده است.

جهت بررسی روند تامین نیاز سرمایی از نمودارهای سری زمانی و تغییرات روند در کل دوره و دهه آخر، به‌صورت بصری و آماری

شرایط اقلیمی گذشته و سناریوهای اقلیمی آتی برای فصل زمستان در مدت زمان آغاز خزان (اواخر آبان) تا پایان رکود گیاه (اواخر اسفند) در استان همدان می‌باشد. به عبارتی مقادیر عددی برآورده شده با مدل‌های مختلف حاصل تجمیع ساعاتی از شبانه روز در هر سال هستند که دمای بحرانی مورد نظر برای شکستن رکود را فراهم می‌کند. در نهایت مقایسه با دیگر پژوهش‌های داخلی (7، 10 و 15) که در مورد برخی گیاهان خزان‌دار خاص انجام شده این پژوهش مبنی بر این اساس که میزان نیاز سرمایی هر رقم گیاهی تغییر نمی‌کند، نتایج برآوردهای اقلیمی آن می‌تواند برای دیگر ارقام قابل تعمیم باشد. برای مثال در تحقیق گاراژیان و عشقی (10) نیاز سرمایی برخی از ارقام انگور تجاری در استان فارس مورد بررسی قرار داده‌اند، که در تیمارهای مختلف در شرایط آزمایشگاهی میزان شگفتن جوانه‌ها مورد شمارش قرار گرفت، بیشترین آن مربوط به تیمارهایی بود که تامین نیاز سرمایی به‌طور کامل صورت پذیرفت و در مواردی با تیمارهای گرم تا 75 درصد از توان شگفتن جوانه کاسته شد.

با توجه به کاهش معنی‌دار در حدود 10 تا 40 درصدی مقادیر برآورد شده تامین نیاز سرمایی در آینده، حاصل از خروجی‌های این پژوهش و همخوانی دیگر پژوهش‌های بین‌المللی (12 و 18) مبنی بر گرم‌تر شدن فصل زمستان، کافی نبودن مقادیر تامین نیاز سرمایی در اقلیم مختلف و روند روبه کاهشی دهه آخر در داده‌های تاریخی همدان می‌توان با قطعیت بالا روند کاهشی تامین نیاز سرمایی را نتیجه گرفت. بنابراین با توجه به این مسئله که مقدار نیاز سرمایی گیاهان خزان‌دار ثابت بوده و برای تامین سرما و خارج شدن از رکود و به شکوفه رفتن آن تعداد ساعاتی مشخص باید در معرض سرما باشد، آگاهی از میزان تغییرات آن در آینده برای انتخاب رقم مناسب امری اجتناب ناپذیر خواهد بود.

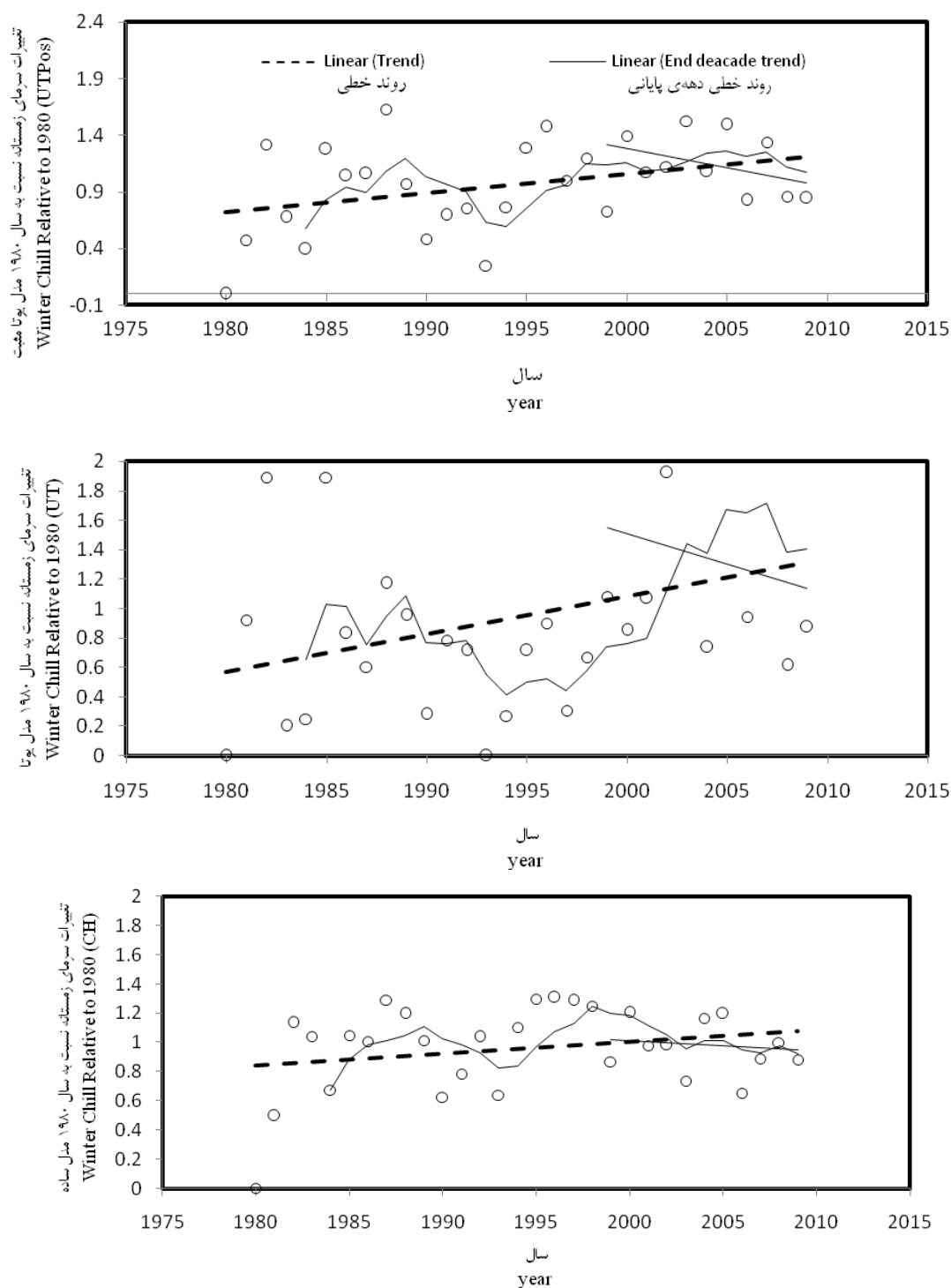
نتیجه‌گیری کلی

با بررسی نتایج به‌دست آمده از این تحقیق و با مرور نتایج پژوهش‌های پیشین (10) و به نقل از دیگر دانشمندان (1، 17، 20 و 33) به‌دلیل گرم شدن غیر طبیعی کره زمین در سال‌های آینده، میزان سرمای زمستانه برای تامین نیاز سرمایی درختان خزان‌دار کافی نیست. با توجه به یافته‌های این پژوهش کم‌تر شدن مقادیر ساعات سرمایشی مورد نیاز برای خارج شدن از رکود به‌عنوان یکی از پیامدهای تغییر اقلیم در استان همدان می‌تواند گل‌دهی درختان خزان‌دار با نیاز سرمایی بالاتر از مقادیر موجود (بر اساس پتانسیل اقلیمی) را به تاخیر بیاندازد. به عبارتی ارقامی که نیاز به سرمای بیشتری برای خارج شدن از رکود دارند در آینده با مشکل مواجه شده و به دلیل عدم تامین نیاز سرمایی با تاخیر در گلدهی و حتی عدم تشکیل جوانه کاهش محصول را متحمل می‌شود.

و سناریوهای مختلف می‌توان در مجموع روند کاهشی را برای مقادیر نیاز سرمایی پذیرفت. کم شدن مقدار ساعات سرمایشی در فصل زمستان، یعنی گیاه در معرض مقدار سرمای مورد نیاز خود برای شکسته شدن خواب قرار نمی‌گیرد. عدم شکوفه‌دهی و زمان‌های غیر یکنواخت رسیدگی میوه عواقب ناشی از این کاهش و سرمای ناکافی متاثر از تغییرات اقلیمی می‌باشد (21 و 22).

برای ارزیابی عدم قطعیت تغییرات اقلیمی آتی از سه سناریوی انتشار (32)، چهار سناریوی اقلیمی (29) که پیش‌تر بیان شد، مقادیر نیاز سرمایی مطابق با سه مدل مختلف به‌دست آمد. در این تحقیق از چهار سناریوی اقلیمی مورد تأیید گزارش چهارم IPCC (34) نظیر BCM2، HADCM3، GFCM21 و IPCM4 در دو سناریو انتشار محتمل حدی (A2 و B1) و یک سناریوی توازنی (A1B) انتشار گازهای گلخانه‌ای استفاده شد. با بررسی و ارزیابی داده‌های تولیدشده ساعتی هوا، متوسط نیاز سرمایی در سه افق زمانی تا سال 2050 به‌دست آمده و با هم مقایسه شدند. بازه زمانی سال‌های 1980 تا 2010 به‌عنوان داده‌های تاریخی و فواصل بین 2011-2030 و 2031-2050 به‌ترتیب نماینده آینده اقلیمی نزدیک و دور انتخاب شده‌اند. نخست از 80 درصد داده‌های دوره پایه (تاریخی) برای ورودی مدل LARS استفاده شد. بعد از سنجش توانمندی مدل برای تولید داده‌های کمینه ($d=0/88$) و بیشینه دما ($d=0/95$)، از کل دوره تاریخی برای ریزمقیاس نمایی خروجی مدل‌های بزرگ مقیاس استفاده شد.

روند تامین نیاز سرمایی حاکی از آن است که در افق زمانی آینده نزدیک (2010-2030) تغییرات سرمای زمستانه معنی‌دار و قابل محسوس نیست. اما متوسط نیاز سرمایی در آینده دور (2030-2050) نشان دهنده یک اختلاف معنی‌دار در روند تامین نیاز سرمایی زمستانه گیاهان خزان‌دار می‌باشد. به عبارتی نیاز سرمایی درختان خزان‌داری که مقادیر نیاز سرمایی آن‌ها در محدوده مورد بحث باشد در آینده دور (دهه‌های 2030 و 2040 میلادی) به دلیل کاهش قابل توجه و معنی‌دار برای گلدهی با مشکل مواجه خواهند شد. نتایج تغییرات روند تامین نیاز سرمایی (+افزایشی و -کاهشی) مطابق جدول 1 برای مدل‌های متفاوت نشان داده شده است. مقادیر برآورد شده نیاز سرمایی حاکی از آن است که اختلاف معنی‌داری بین نتایج مدل‌های بزرگ مقیاس متفاوت وجود نداشته است. همچنین به‌خاطر ماهیت مدل‌های برآورد نیاز سرمایی، تفاوت فاحشی بین مقادیر برآورد شده نیاز سرمایی زمستانه در سناریوهای مختلف وجود ندارد. اما در همه سناریوهای انتشار، حساسیت مدل نیاز سرمایی به افزایش درجه حرارت در افق زمانی آینده دور (2031-2050) قابل توجه است. به‌طوری‌که مطابق جدول 1 در مدل یوتا (UT) در همه‌ی سناریوهای مورد مطالعه ضریب تغییرات 25 تا 40 درصد کاهشی مشاهده می‌شود. برآورد مقادیر تامین نیاز سرمایی در این پژوهش بر اساس



شکل 2- تغییرات نسبی تامین سالانه نیاز سرمایی زمستانه درختان خزان دار نسبت به سال 1380 در ایستگاه همدان برای سه مدل یوتا مثبت، یوتا و مدل ساده صفر -7/2 درجه سانتی گراد

Figure 2- Relative change in annual winter chill as compared to 1980, in Hamedan, as run for three Models (Utha, Positive Utha and CH 0-7.2)

جدول 1- نتایج آزمون ناپارامتری تطابق توزیع و چگونگی تغییر مقادیر تامین نیاز سرمایی در دوره آتی

Table 1-Results of non-parametric test for disturbance accordance to chilling data in future and baseline

مدل بزرگ مقیاس (Large scale model)	مدل نیاز سرمایی (Chill model)	سناریوهای انتشار (Emission scenarios)	سطح معنی داری (significant level)	میانگین نیاز سرمایی در دوره (Mean of chilling requirement)		CV%	(+ or -)
				1980-2010	2031-2050		
HADCM3	CH	A1B	p < 0.025	903.2	1022.9	13.3	+
		A2	p < 0.025	903.2	1023.4	13.3	+
		B1	p > 0.05	903.2	1019.3	12.9	+
	UT	A1B	p > 0.10	87.9	56.9	-35.2	-
		A2	p > 0.10	87.9	63.5	-27.8	-
		B1	p > 0.10	87.9	60.2	-31.5	-
	UTPos	A1B	p > 0.01	1741.8	1612.1	-7.4	-
		A2	p > 0.10	1741.8	1672.2	-4.0	-
		B1	p < 0.025	1741.8	1631.2	-6.3	-
GFCM21	CH	A1B	p < 0.025	903.2	1034.8	14.6	+
		A2	p < 0.025	903.2	1023.4	13.3	+
		B1	p > 0.05	903.2	1019.3	12.9	+
	UT	A1B	p > 0.10	87.9	66.4	-24.4	-
		A2	p > 0.10	87.9	63.5	-27.8	-
		B1	p > 0.10	87.9	60.2	-31.5	-
	UTPos	A1B	p > 0.05	1741.8	1697.8	-2.5	-
		A2	p > 0.10	1741.8	1672.2	-4.0	-
		B1	p < 0.025	1741.8	1631.2	-6.3	-
BCM2	CH	A1B	p > 0.01	903.2	1024.6	13.4	+
		A2	p < 0.025	903.2	1023.4	13.3	+
		B1	p > 0.05	903.2	1019.3	12.9	+
	UT	A1B	p > 0.10	87.9	57.0	-35.1	-
		A2	p > 0.10	87.9	63.5	-27.8	-
		B1	p > 0.10	87.9	60.2	-31.5	-
	UTPos	A1B	p > 0.05	1741.8	1622.1	-6.9	-
		A2	p > 0.10	1741.8	1672.2	-4.0	-
		B1	p < 0.025	1741.8	1631.2	-6.3	-
IPCM4	CH	A1B	p > 0.005	903.2	1049.8	16.2	+
		A2	p < 0.025	903.2	1023.4	13.3	+
		B1	p > 0.05	903.2	1019.3	12.9	+
	UT	A1B	p > 0.10	87.9	64.7	-26.4	-
		A2	p > 0.10	87.9	63.5	-27.8	-
		B1	p > 0.10	87.9	60.2	-31.5	-
	UTPos	A1B	p > 0.10	1741.8	1716.7	-1.4	-
		A2	p > 0.10	1741.8	1672.2	-4.0	-
		B1	p < 0.025	1741.8	1631.2	-6.3	-

تهیه و تولید نهال (مقاوم) مورد نیاز، کاهش اثرات تنش‌های محیطی، استفاده از ارقام گردو با نیاز سرمایی کمتر، آبیاری مناسب و اصولی (آبیاری قطره‌ای) و احداث باغ در مکان‌های مناسب‌تر (مناطق مرتفع‌تر و شیب‌های رو به شمال) باشد. علاوه بر این راهکارهای کلی، در راستای کاهش خسارات این پدیده زیانبخش اقلیمی بایسته است مطالعات میدانی بیشتر و دقیق‌تری انجام شود. تا با انتخاب ارقام مناسب و سازگار با اقلیم هر محل، به‌خصوص تغییرات اقلیمی آتی بهره‌وری اقتصادی در زمان اوج برداشت از باغات افزایش یابد.

نظر به این که بیش از 60 درصد از باغ‌های استان همدان را گیاهان خزان‌دار تشکیل می‌دهند و این استان یکی از قطب‌های تولید محصولات خشکبار (نظیر گردو) است و حمایت‌هایی از سوی دولت‌مردان در این بخش به اصلاح باغات گردو پیش بینی شده‌است (34)، لذا پیشنهاد می‌شود جهت اتخاذ تصمیمات بهینه مدیریتی با در نظر گرفتن تغییرات احتمالی در نیاز سرمایی راهکارهایی برای آینده باغات، جهت سازگاری با این پدیده اقلیمی پیش بینی گردد. برخی از این راهکارها و پیش‌بینی‌ها می‌تواند توسعه هدفمند باغات جدید، اصلاح باغات موجود (مدیریت بهینه)، استفاده از تکنولوژی‌های نو در

منابع

- 1- Albuquerque N., Garcia-Montiel F., Carrillo A., Burgos L. 2008. Chilling and heat requirements of sweet cherry cultivars and the relationship between altitude and the probability of satisfying the chill requirements. *Environmental and Experimental Botany*, 64: 162-170.
- 2- Bennett J. 1950. Temperature and bud rest period: Effect of temperature and exposure on the rest period of deciduous plant leaf buds investigated. *California Agriculture*, 4: 11-16.
- 3- Cesaraccio C., Spano D., Snyder R.L., Duce P. 2004. Chilling and forcing model to predict bud-burst of crop and forest species. *Agricultural and Forest Meteorology*, 126: 1-13.
- 4- Corder G.W., Foreman D.I. 2009. *Nonparametric statistics for non-statisticians: a step-by-step approach*. Wiley.com.
- 5- Darbyshire R., Webb L., Goodwin I., Barlow S. 2011. Winter chilling trends for deciduous fruit trees in Australia. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151: 1074-1085.
- 6- Dennis F.G. 1994. Dormancy: what we know (and don't know). *HortScience*, 29: 1249-1254.
- 7- Esmaeili R., Ataei H. and Fallah Ghalhary G. 2011. Assessment of climate change impact on the future development of apricot and almond species. (Case study: khorasan razavi province). *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 2(1): 145-162. (in Persian with English abstract).
- 8- Fishman S., Erez A., Couvillon G. 1987. The temperature dependence of dormancy breaking in plants: computer simulation of processes studied under controlled temperatures. *Journal of Theoretical Biology*, 126: 309-321.
- 9- Fox D. 1981. Judging air quality model performance: A summary of the AMS workshop on dispersion models performance. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 62: 599-609.
- 10- Garajian M. and Eshghi S. 2013. Investigation of joinery grapes chilling requirement in Fars proviance. *Journal of Horticultural Science*, 26(4): 394-401. (in Persian)
- 11- Harrington C.A., Gould P.J., St Clair J.B. 2010. Modeling the effects of winter environment on dormancy release of Douglas-fir. *Forest Ecology and Management*, 259: 798-808.
- 12- Hennessy K.J., Clayton-Greene K. 1995. Greenhouse warming and vernalisation of high-chill fruit in southern Australia. *Climatic Change*, 30: 327-348.
- 13- IPCC, 2007. Climate change 2007: synthesis report, A. in Allali, et al., Editors. p. 23-73.
- 14- Karimi Kakhaki M. and Sepehri A. 2010. Climate change trends of two period in Hamedan and Tabriz. *Journal of Science in Water and Soil*, 20.1(4): 143-155. (in Persian).
- 15- Koocheki A., Nassiri M., Alizadeh A. and Ganjeali A. 2009. Modelling the impact of climate change on flowering behaviour of Saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Iranian Field Crop Research*, 7(2): 583-594. (in Persian with English abstract).
- 16- Linvill D.E. 1990. Calculating chilling hours and chill units from daily maximum and minimum temperature observations. *HortScience*, 25: 14-16.
- 17- Luedeling E., Zhang M., Luedeling V., Girvetz E.H. 2009a. Sensitivity of winter chill models for fruit and nut trees to climatic changes expected in California's Central Valley. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 133: 23-31.
- 18- Luedeling E., Zhang M., McGranahan G., Leslie C. 2009b. Validation of winter chill models using historic records of walnut phenology. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149: 1854-1864.
- 19- Luedeling E., Brown P.H. 2011. A global analysis of the comparability of winter chill models for fruit and nut trees. *International Journal of Biometeorology*, 55: 411-421.
- 20- Luedeling E., Girvetz E.H., Semenov M.A., Brown P.H. 2011. Climate change affects winter chill for temperate fruit and nut trees. *PLoS One*, 6(5): e20155.
- 21- Oukabli A., Bartolini S., Viti R. 2003. Anatomical and morphological study of apple (*Malus X domestica* Borkh.) flower buds growing under inadequate winter chilling. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 78: 580-585.
- 22- Petri J.L., Leite G.B. 2003. Consequences of insufficient winter chilling on apple tree bud-break. VII International Symposium on Temperate Zone Fruits in the Tropics and Subtropics. 662, pp. 53-60.
- 23- Racsko P., Szeidl L., Semenov M. 1991. A serial approach to local stochastic weather models. *Ecological Modeling*, 57: 27-41.
- 24- Richardson C.W. 1981. Stochastic simulation of daily precipitation, temperature, and solar radiation. *Water Resources Research*, 17: 182-190.
- 25- Richardson C.W., Wright D.A. 1984. WGEN: A model for generating daily weather variables. *ARS*.
- 26- Richardson E.A., S.S., Walker D. 1974. A model for estimating the completion of rest for Red haven and Elbert peach tree. *HortScience*, 9: 331-332.
- 27- Saure M. 1985. Dormancy release in deciduous fruit trees. *Horticultural Reviews*. 7: 239-300.

- 28- Semenov M.A., Barrow E.M. 1997. Use of a stochastic weather generator in the development of climate change scenarios. *Climatic change*, 35: 397-414.
- 29- Semenov M.A., Barrow E.M. 2002. LARS-WG A Stochastic Weather Generator for Use in Climate Impact Studies. User Manual.
- 30- Semenov M.A., Brooks R.J., Barrow E.M., Richardson C.W. 1997. Comparison of the WGEN and LARS-WG stochastic weather generators for diverse climates. *Climate Research*, 10: 95-107.
- 31- Srikanthan R., McMahon T. 1999. Stochastic generation of annual, monthly and daily climate data: A review. *Hydrology and Earth System Sciences*, 5: 653-670.
- 32- Susan S. 2007. Climate change 2007-the physical science basis: Working group I contribution to the fourth assessment report of the IPCC. Cambridge University Press.
- 33- Viti R., Andreini L., Ruiz D., Egea J., Bartolini S., Iacona C., Campoy J. 2010. Effect of climatic conditions on the overcoming of dormancy in apricot flower buds in two Mediterranean areas: Murcia (Spain) and Tuscany (Italy). *Scientia Horticulturae*, 124: 217-224.
- 34- Walnut Strategy in Iran. 2012. Report of the Center for Coordination Science and walnut industry. 88p.
- 35- Watterson I.G. 2012. Understanding and partitioning future climates for Australian regions from CMIP3 using ocean warming indices. *Climatic Change*, 111: 903-922.
- 36- Weinberger J. 1950. Chilling requirements of peach varieties. *Proceedings. American Society for Horticultural Science*, pp. 122-128.



اثرات بستر پایه و مکمل های غذایی بر شاخص های رشدی قارچ صدفی فلوریدا (*Pleurotus florida*)

فرشته ماکنالی^{*1} - عبدالکریم کاشی² - جمشید حکمتی³

تاریخ دریافت: 1392/06/13

تاریخ پذیرش: 1394/05/03

چکیده

قارچ صدفی گونه فلوریدا با نام علمی *Pleurotus florida* یکی از متداول ترین گونه های قارچ صدفی است که در بسیاری از نقاط جهان پرورش داده می شود. ترکیب غذایی بستر کشت یکی از مهم ترین فاکتورهای تعیین کننده رشد و تشکیل اندام بارده قارچ محسوب می شود. به منظور بررسی مکمل های غذایی و ترکیب آن ها با هم و نیز تاثیر بستر کشت بر شاخص های رشدی قارچ فلوریدا آزمایشی در قالب طرح آماری فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با 16 تیمار در 3 تکرار صورت گرفت. کلش گندم و باگاس نیشکر به عنوان دو نوع بستر کشت با مکمل های غنی از نیتروژن (پودر پنبه دانه 2 درصد، آرد سویا 2 درصد، اوره 0/5 درصد وزن خشک بستر کشت) تغذیه شدند. نتایج نشان دادند کارایی بیولوژیکی، عملکرد، درصد رطوبت و تعداد اندام میوه ای قارچ در بستر کلش گندم به طور معنی داری بیشتر از بستر باگاس نیشکر بود. کاربرد مکمل های غذایی در مقایسه با شاهد (بسترهای فاقد تیمار غذایی) به طور معنی داری موجب افزایش رطوبت، عملکرد، راندمان بیولوژیکی و تعداد اندام میوه ای شد اما ترکیب کردن مکمل های نیتروژنه با هم بر شاخص های رشدی ذکر شده اثر منفی داشت. بیشترین میزان عملکرد، کارایی بیولوژیکی، رطوبت و تعداد اندام میوه ای قارچ به ترتیب (921/4) گرم، (23/03) درصد، (92/26) درصد و (418) عدد از ترکیب کردن دو مکمل نیتروژنه (پودر پنبه دانه 2 درصد + آرد سویا 2 درصد) از بستر کلش گندم به دست آمد.

واژه های کلیدی: باگاس نیشکر، تعداد اندام میوه ای، عملکرد، کارایی بیولوژیکی، کلش گندم

مقدمه

که از آسیاب کردن دانه خشک سویا به دست می آید، پودر پنبه دانه نوعی فرآورده خوراکی است که از پنبه دانه پاک شده از الیاف و پوست به دست می آید (14). زادرازیل (25) با بررسی بستر کلش گندم غنی شده با مکمل های نیتروژنه شامل نیترات آمونیوم، آرد یونجه و آرد سویا برای قارچ صدفی ساجر مشاهده کرد که کاربرد نیترات آمونیوم در غلظت های بالا باعث کاهش تعداد اندام های میوه ای قارچ شد. کمترین عملکرد، راندمان، رطوبت و تعداد اندام میوه ای قارچ از شاهد به دست آمد. بالاترین میزان راندمان و شاخص های رشد قارچ از آرد یونجه به دست آمد. نانس و همکاران (16) با بررسی اثر مکمل های نیتروژنه شامل اوره و سبوس برنج بر بسترهای مختلف شامل خاک اره اکالیپتوس، باگاس نیشکر، پوسته قهوه، بلال ذرت و پوست اکالیپتوس بیشترین راندمان را به ترتیب از بسترهای باگاس نیشکر و پوست اکالیپتوس و بیشترین عملکرد قارچ صدفی استراتوس را به ترتیب از بسترهای باگاس نیشکر، بلال ذرت و پوسته قهوه که با سبوس برنج غنی شده بودند به دست آوردند. ابوحسین و همکاران (6) با بررسی بسترهای کلش سویا، کلش برنج، خاک اره و باگاس نیشکر که با سبوس گندم در 5 سطح (5، 10، 15، 20، 25 و 30 درصد)

پرورش آسان، ارزان، دوره رشد کوتاه، عدم نیاز به خاک پوششی و کنترل کم برای تامین نیازهای محیطی قارچ های صدفی در مقایسه با قارچ های دکمه ای باعث گسترش کشت آن ها در دنیا شده است. قارچ های صدفی از تجزیه کننده های چوب اولیه (سaprofیت) هستند. آن ها دارای سیستم های آنزیمی گسترده جهت تجزیه لیگنوسلولزها می باشند و در طبیعت روی قسمت هایی از گیاهان که غنی از مواد غذایی و پروتئین هستند زندگی و از آن ها تغذیه می کنند. مواد زائد کشاورزی و صنعتی که دارای مواد آلی لیگنوسلولزی هستند مانند: کلش غلات، خاک اره، ضایعات مرغداری، پوست درخت و برگ ها می توانند به عنوان بستری مناسب جهت پرورش قارچ های صدفی بکار روند. مشخص شده است مکمل های غذایی موجب افزایش شاخص های رشدی قارچ می شود (1). پودر سویا آردی است

1. 2 و 3- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیاران گروه باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، دانشکده کشاورزی، مهرشهر
(*) - نویسنده مسئول: Email: fereshte.makenali@gmail.com

در شرایط سترون یک تکه از کلاهک را جدا و روی محیط کشت آگار انتقال داده تا رشد نمود. بعد 250 گرم سیب زمینی را شسته، به صورت مکعب‌های 1/2 سانتیمتر بریده و آنها را در 1 لیتر آب مقطر به مدت 15 دقیقه جوشانیده، سپس 15 گرم آگار به این عصاره اضافه و به مدت 10 تا 15 دقیقه جوشانیدیم. 20 گرم گلوکز و 5 گرم عصاره مخمر در آن حل نموده تا محلول سرد شد. سپس 50 تا 60 میلی‌لیتر از آن را در یک بطری مسطح ریخته و دهانه آن را با پنبه مسدود و با پارچه محکم کرده آن‌ها را در یک زودپز در فشار 15 تا 18 کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع به مدت 30 دقیقه ضدعفونی کرده بعد بطری‌ها را کج تا آگار جامد شد. سپس در کنار شعله، در داخل هود، عمل تلقیح کیسه‌ها با کشت خالص صورت گرفت. بعد از تلقیح به منظور رشد رویشی، کیسه‌ها به اتاق رشد با دمای 25 ± 1 درجه سانتی‌گراد انتقال یافت. پس از حدود 2 هفته میسلیم قارچ در قسمت‌های مختلف کیسه‌ها نمایان شد.

آماده کردن بستر کشت

کلش گندم و باگاس نیشکر به قطعات 3-5 سانتی‌متری تقسیم و پس از شستشو جهت افزایش میزان رطوبت بستر کشت، کلش‌های فوق به مدت 48 ساعت درون آب تمیزی قرار داده شد. بعد به منظور پاستوریزه کردن، کلش‌ها به مدت زمان 45 دقیقه در آب جوش قرار داده بعد از سرد شدن از آن‌ها استفاده شد (3). کلش گندم و باگاس نیشکر از ضایعات کشاورزی ارزان قیمت بوده که در صنایع تبدیلی کشاورزی به عنوان بستری مناسب جهت پرورش قارچ صدفی استفاده می‌شوند و این یک راهکار مناسب برای استفاده مجدد این ضایعات کم ارزش و تبدیل آن‌ها به یک ماده غذایی با ارزش است. باگاس نیشکر باقیمانده فیبری به جای مانده بعد از عصاره‌گیری از شکر می‌باشد که به صورت قطعات ریز تراشه چوب و به رنگ زرد کاهی می‌باشد. باگاس دارای قابلیت هضم پایین است. این پژوهش در سال 1390 در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی مهرشهر دانشگاه آزاد کرج انجام گرفت.

شرایط کشت

بعد از ضدعفونی شدن، کمپوست‌ها داخل کیسه‌های پلی اتیلینی ریخته شد، وزن کیسه‌های کاه و کلش مرطوب در حدود 4 کیلوگرم بود و بذری بر اساس 5 درصد وزن تر بستر انجام گرفت. در این تحقیق دو فاکتور محیط کشت (A) و مکمل غذایی (B) در نظر گرفته شدند. وزن خشک بستر پایه 1334 گرم بود و مکمل‌های غذایی بر اساس وزن خشک مطابق جدول 1 در زمان بذری به بسترهای کشت اضافه شدند.

تغذیه شده بود به ترتیب بیشترین و کمترین میزان کارایی بیولوژیکی قارچ شاه صدف را از بستر خاک اره که با 25 درصد سبوس گندم و بستر باگاس نیشکر که با 30 درصد سبوس گندم تغذیه شده بود بدست آوردند. پنگ جین ترینگ و همکاران (20) با استفاده از بستر خاک اره غنی شده با مکمل‌های غذایی سبوس گندم، سبوس برنج، آرد سویا، آرد ذرت، آرد نخود گاوی برای قارچ شاه صدف، بیشترین کارایی و رطوبت را به ترتیب با کاربرد آرد سویا، آرد ذرت و آرد گندم گزارش دادند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که نوع محیط کشت بر میزان رطوبت و کارایی بیولوژیکی موثر است. سالمونز و همکاران (21) با کشت قارچ استراتوس روی دو بستر کلش گندم و تفاله قهوه نشان دادند که کلش گندم محصولی با رطوبت بالا تولید می‌کند. کیواسی و همکاران (12) با استفاده از بسترهای کلش شلتوک و خاک اره غنی شده با مقادیر مختلف کود مرغی بیشترین تعداد اندام میوه‌ای را در قارچ اودمانزیلا تانزانیکا در مقایسه با شاهد به دست آوردند. ناراین و همکاران (14) با غنی‌سازی کلش ذرت با مکمل‌های نیتروژنه به این نتیجه رسیدند که افزودن پودر پنبه دانه و آرد سویا موجب افزایش راندمان بیولوژیکی، رطوبت و عملکرد قارچ فلوریدا می‌شود. جعفر پور و همکاران (1) با کشت قارچ فلوریدا بر بسترهای کشت مختلف مانند تراشه چوب، غوزه پنبه، تفاله فشنگی، چغندر قند و لیف نخل و غنی‌سازی بسترها با مکمل‌های غذایی مانند سبوس گندم، سبوس برنج، پودر کنجاله سویا و تفاله هویج، بیشترین عملکرد و کارایی بیولوژیکی قارچ را بر بستر تفاله فشنگی چغندر قند غنی شده با سبوس برنج به دست آوردند.

در این تحقیق کلش گندم و باگاس نیشکر به عنوان بستر پایه با نسبت‌های مختلفی از اوره، آرد سویا و پودر پنبه دانه غنی‌سازی شدند تا اثر بستر کشت و مقدار مکمل‌های نیتروژنه بر راندمان بیولوژیکی، عملکرد، تعداد اندام میوه‌ای و درصد رطوبت قارچ فلوریدا بررسی شود.

مواد و روش‌ها

تهیه بذر

ابتدا بذور گندم را شستشو و جوشانده تاحدی که دانه‌ها فقط نرم و بعد دانه‌ها روی پارچه‌های توری پهن و به آن‌ها 2 درصد آهک اضافه شد سپس دانه‌های گندم داخل کیسه‌های پلاستیکی پلی‌پروپیلنی به ابعاد 22x12 سانتی‌متر و ضخامت 0/1 میلی‌متر ریخته و سر آن با سرپوش پنبه‌ای مسدود شد در ادامه کیسه‌ها در اتوکلاو با فشار 1/05 کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و حرارت 121 درجه سانتی‌گراد به مدت 30 دقیقه ضدعفونی شدند. پس از سرد شدن، کیسه‌ها به محفظه سربسته (هود) انتقال داده شد. برای تهیه کشت خالص (استوک)، اندام باردهی قارچ فلوریدا را انتخاب و با محلول 5 درصد فرمالین ضدعفونی کرده

جدول 1- خصوصیات شیمیایی بسترهای کشت

Table1- chemical properties of substrates

ماده اولیه Primary Substance	لیگنین (0/0) Lignin(0/0)	همی سلولز (0/0) Hemicellulose(0/0)	سلولز (0/0) Cellulose(0/0)	خاکستر (0/0) Ash(0/0)	پروتئین (0/0) Protein (0/0)	نیترژن (0/0) Nitrogen(0/0)	رطوبت (0/0) Moistur (0/0)
کلش گندم (wheat straw)		0.0 18	0.0 76	0.0 51-39	0.0 10-6.39	21.87	0.0 15-10
باگاس نیشکر (sugarcane bagass)		0.0 32-23	0.0 24-19	0.0 48-32	0.0 11-7.5	55.31	0.0 9

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) نمی باشند.

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P < 0.05$) N*6.22

جدول 2- تیمارهای غذایی و مقدار مکمل های مورد استفاده در تحقیق

Table 2- Food treatments and amounts supplements used in research

تیمار های غذایی Food treatments	مقدار مکمل ها amounts supplements
Sugercun bagas substrate(control)(شاهد) (A ₁)	فاقد مکمل غذایی
cottonseed powder+ Sugarcane bagasse (A ₁ B ₁)	%2
soya flour + Sugarcane bagasse (A ₁ B ₂)	%2
urea+ Sugarcane bagasse (A ₁ B ₃)	% 0.5
soya flour + urea+ Sugarcane bagasse (A ₁ B ₄)	% 0.5 + %2
cottonseed powder + urea+ Sugarcane bagasse (A ₁ B ₅)	% 0.5 + %2
cottonseed powder + soya flour + Sugarcane bagasse (A ₁ B ₆)	% 2 + % 2
cottonseed powder + soya flour+ urea + Sugarcane bagasse (A ₁ B ₇)	%2 + %0.5 + %2 wheat
straw substrate (A ₂)	فاقد مکمل غذایی
wheat straw substrate+ cottonseed powder (A ₂ B ₁)	%2
wheat straw substrate+ soya flour (A ₂ B ₂)	%2
wheat straw substrate+ urea (A ₂ B ₃)	% 0.5
wheat straw substrate+ soya flour+ urea (A ₂ B ₄)	% 0.5 + %2
wheat straw substrate cottonseed powder + urea (A ₂ B ₅)	% 0.5 + %2
wheat straw substrate cottonseed powder + soya flour (A ₂ B ₆)	% 2 + % 2
wheat straw substrate cottonseed powder + soya flour+ urea (A ₂ B ₇)	% 2 + %0.5 + %2

به مدت 24 تا 72 ساعت در دمای 60-70 درجه سانتی گراد در آون قرار گرفتند (1 و 3).

کارایی بیولوژیکی قارچ های تولیدی

توانایی تولید و تبدیل مواد بستری به محصول در قارچ های خوراکی گوناگون متفاوت بوده و برای محاسبه راندمان بیولوژیکی از روش تقسیم وزن محصول تولیدی بر وزن بستر مصرف شده ضرب در 100 استفاده شد (1 و 3).

تجزیه آماری

این طرح در قالب طرح آماری فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً

شرایط محیطی برای کامل شدن رشد رویشی و تشکیل اندام میوه

کشت ها به مدت 20 الی 22 روز در دمای حدود 23 درجه سانتی گراد و محیط تاریک نگهداری شدند. به دلیل اهمیت رطوبت در این دوره با آب پاشی مداوم کف سالن و همچنین استفاده از دستگاه رطوبت ساز، رطوبت محیط در محدوده 85 تا 90 درصد نگهداری شد.

وزن تر و خشک اندام میوه ای

اولین برداشت 20 روز بعد از کشت آغاز، نمونه ها پس از برداشت به آزمایشگاه منتقل و وزن تر و خشک آن ها با ترازوی دیجیتالی اندازه گیری شد. برای خشک کردن، نمونه ها داخل پاکت قرار گرفته و

تصادفی با 16 تیمار در 3 تکرار انجام گرفت. برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم افزار MSTATC و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن با سطح احتمال 5 درصد استفاده شد. در خاتمه برای رسم نمودارها از برنامه Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

راندمان بیولوژیکی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر بستر کشت و مکمل غذایی بر راندمان و عملکرد قارچ در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول 2 و 3). اثر متقابل بستر کشت و مکمل غذایی بر راندمان و عملکرد قارچ در سطح 5 درصد معنی‌دار شد (جدول 4). قارچ‌های تولید شده روی کلش گندم دارای راندمان و عملکرد بیشتری در مقایسه با باگاس نیشکر بودند (شکل 2 و 1). به‌طور کلی کلش گندم نیاز به یک دوره کوتاه برای تخمیر داشته و دارای مواد غذایی بیشتری بوده و سریع‌تر از باگاس نیشکر تجزیه و مواد غذایی را در اختیار میسیلیوم قارچ گذاشته در صورتی‌که باگاس دارای قدرت تخمیر کمتری بوده در نتیجه قارچ‌هایی با راندمان و عملکرد بالا در بستر کلش گندم در مقایسه با بستر باگاس نیشکر تولید شد. با افزودن مکمل‌های غذایی میزان راندمان بیولوژیکی در مقایسه با شاهد بیشتر ولی ترکیب کردن مکمل‌های غذایی با هم موجب کاهش راندمان شد. با ترکیب کردن مکمل‌های نیتروژنه اوره، پودر پنبه دانه و آرد سویا، میزان زیادی نیتروژن وارد محیط کشت شده و دما در بستر کشت بالا رفته در نتیجه گسترش میسیلیوم کمتر شده و میزان محصول کاهش یافته و قارچ با مقدار راندمان کمتر تولید شد. در این تحقیق بیشترین کارایی (23/03) درصد و بالاترین عملکرد (921) گرم از کلش گندم که با ترکیب پودر پنبه دانه + آرد سویا (A_2B_6) و کمترین کارایی (10/48) درصد و نیز کمترین عملکرد (419) گرم از شاهد (A_1) به دست آمد. بانو و همکاران (8) افزایش عملکرد قارچ را به توانایی و قابلیت استفاده از چندین اسید آمینه و پیش پروتئین در فعالیت‌های انتقالی در پودر پنبه دانه نشان دادند که در دسترس میسیلیوم قارچ قرار گرفته و باعث افزایش عملکرد قارچ می‌شود. سیندن و شیسلا (22) افزایش عملکرد قارچ را به وسیله اسیدهای آمینه موجود در پودر سویا که به عنوان آغاز کننده‌های رشد بر روی میسیلیوم قارچ عمل می‌کنند پنداشتند. نوردن و همکاران (15) بیشترین راندمان و عملکرد قارچ ساجورکاجو را از بستر خاک اره غنی شده با سبوس گندم، پودر آهک و شکر به دست آوردند. ان جی اتیک و همکاران (17) با کشت قارچ فلوریدا روی بسترهای مختلف شامل علف فیل، بلال ذرت، کلش لوبیا، کنجاله پوست پنبه دانه و باگاس نیشکر بیشترین عملکرد و راندمان را از کنجاله پوست پنبه دانه به دست آوردند. تیکدری و همکاران (5) با کاربرد مکمل‌های نیتروژنه

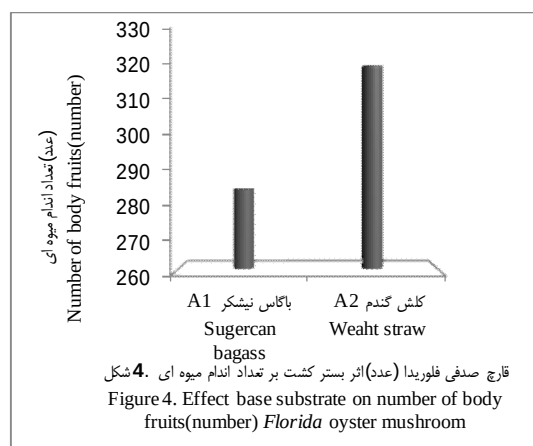
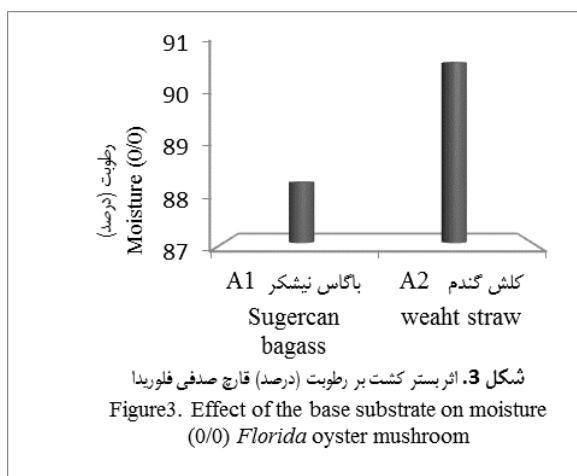
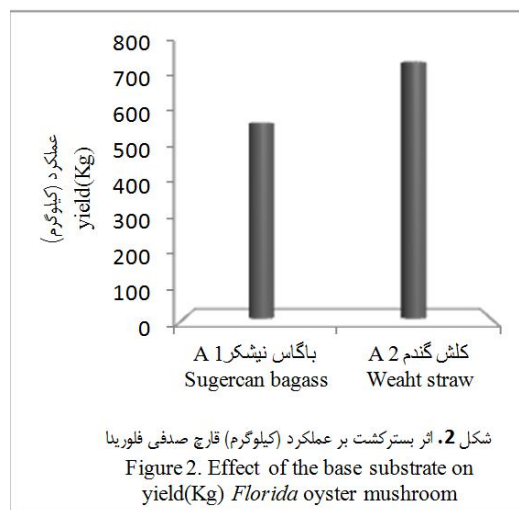
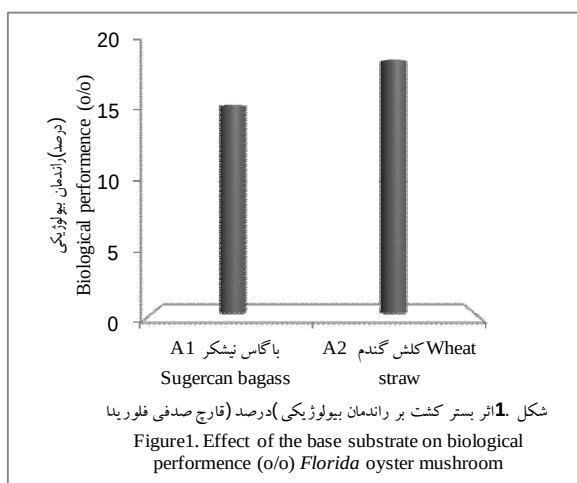
کنجاله سویا، پودر یونجه و ورمی کمپوست در سه سطح (2/5، 5 و 7/5 درصد وزن تر بستر کشت) روی کلش گندم به ترتیب بیشترین و کمترین راندمان و عملکرد قارچ فلوریدا را از کنجاله سویا 2/5 درصد و کنجاله سویا 7/5 درصد به دست آوردند. ابوذر قوهستانی و همکاران (2) با کشت قارچ صدفی فلوریدا بر دو بستر کلش گندم و باگاس نیشکر و غنی سازی بسترها با سولفات آمونیوم و کربنات کلسیم، به این نتیجه رسیدند که قارچ‌های تولید شده از بستر کلش گندم دارای عملکرد و راندمان بالاتری در مقایسه با بستر باگاس نیشکر هستند. فکادو آلمو (7) با بررسی اثر کود گاوی، کود مرغی، خاکستر چوب و سبوس گندم در غلظت‌های مختلف روی بستر برگ‌های بلوط ابریشمی بالاترین عملکرد و راندمان قارچ صدفی استراتوس را از ترکیب 80 درصد برگ‌های بلوط ابریشمی + 18 درصد کود گاوی + 2 درصد خاکستر چوب به دست آورد. بر اساس پژوهشی که توسط پانت و همکاران (19) روی قارچ صدفی فلوریدا صورت گرفت راندمان قارچ در بستر کلش گندم بطور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از بستر باگاس نیشکر بود. اوستی و همکاران (18) با غنی سازی قارچ استراتوس بر بستر خاک اره با سبوس برنج در سطوح (0، 5، 10، 15 و 20 درصد) بیشترین عملکرد و راندمان قارچ را در سطح 15 درصد مشاهده کردند افزایش سطح مکمل به 20 درصد موجب کاهش عملکرد و کارایی شد. یکی از مهم‌ترین عوامل افزایش عملکرد و راندمان فراوان بودن میزان نیتروژن در پودر پنبه دانه نسبت به دو مکمل دیگر می‌باشد. دومین عاملی که شاید تاثیر بیشتری داشته باشد مقدار C/N مورد استفاده در کشت قارچ صدفی است زیرا یکی از فاکتورهای مورد نیاز برای فعالیت آنزیم لیگنینولیتیک تولید شده توسط بازیدومیسیت‌ها نیتروژن است که برای تجزیه مواد لیگنوسلولزی موجود در بستر کشت نیاز است. بیشتر مطالعات گذشته ثابت کرده که هم نوع و هم غلظت منابع نیتروژن مهم‌ترین عوامل در تنظیم فعالیت آنزیم لیگنینولیتیک تولید شده توسط بازیدومیسیت‌ها هستند. این بیانگر آن است که افزایش مناسب میزان نیتروژن مواد آلی در بستر کشت با افزایش عملکرد و راندمان بیولوژیکی ارتباط دارد (3).

رطوبت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر بستر کشت و مکمل غذایی بر رطوبت قارچ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول 2 و 3). اثر متقابل بستر کشت و مکمل غذایی بر رطوبت قارچ در سطح 5 درصد معنی‌دار شد (جدول 4). قارچ‌های پرورش یافته روی کلش گندم از محتوی رطوبتی بیشتری نسبت به قارچ‌های حاصل از باگاس نیشکر برخوردار بودند زیرا کلش گندم 10 تا 15 درصد آب (25) و باگاس نیشکر 9 درصد رطوبت دارد (11). همچنین در هر مرحله از برداشت رطوبت اندام میوه‌ای در بستر کلش گندم

(16) با بررسی قارچ ساجر کاجو، بالاترین میزان رطوبت 78/40 درصد را از بستر خاک اره غنی شده با سبوس گندم + شکر و کمترین میزان رطوبت 72/51 را از بستر خاک اره غنی شده با سبوس گندم + پودر آهک به دست آوردند. فکادو آلمو (7) با بررسی اثرات کود گاوی، کود مرغی، خاکستر چوب و سبوس گندم در غلظت‌های مختلف روی بستر برگ‌های بلوط ابریشمی مشاهده کرد که بالاترین محتوی رطوبت قارچ صدفی استراتوس از ترکیب 80 درصد برگ‌های بلوط ابریشمی + 18 درصد کود مرغی + 2 درصد خاکستر چوب به دست آمد. فازلو و همکاران (10) با کشت قارچ برنجی در بسترهای کشت مختلف (کلس ذرت، خاک اره، کلس برنج) نشان دادند که میزان رطوبت قارچ‌ها با توجه به نوع بستر کشت متفاوت است.

بیشتر از بستر باگاس نیشکر بود (شکل 3). بیشترین میزان رطوبت (92/26) درصد از بستر کلس گندم که با ترکیب پودر پنبه دانه + آرد سویا (A_2B_6) تغذیه شده بود و کمترین رطوبت (85/68) درصد از شاهد (A_1) بدست آمد اما با ترکیب کردن مکمل‌های غذایی و در نتیجه افزایش مقدار نیتروژن، رطوبت قارچ کمتر شد (جدول 3). رمضان و همکاران (3) با کشت قارچ صدفی فلوریدا بر دو بستر کلس گندم و باگاس نیشکر و غنی‌سازی بسترهای کشت با سطوح مختلفی از بذر قارچ، میزان رطوبت بیشتری از قارچ‌های پرورش یافته بر بستر کلس گندم در مقایسه با بستر باگاس نیشکر به دست آوردند. تورو و همکاران (23) با پرورش سه نژاد پلوروتوس شامل PORO، IL136 و IN18 بر روی بستر کلس گندم مقادیر رطوبت اندام میوه‌ای را به ترتیب 93/3، 92/2 و 92/8 درصد گزارش نمودند. نوردن و همکاران



درصد تفاله چغندر قند غنی‌سازی شده بود، از 85/2 تا 94/7 درصد متفاوت بود. در برداشت‌های اول به علت تراکم زیاد، تبخیر و تعرق کمتری از سطح کلاهک قارچ صورت گرفته و از این رو رطوبت قارچ بیشتر از برداشت‌های دوم و سوم بود. با توجه به نتایج چنین استنباط شد که با اضافه نمودن مکمل‌های غذایی تراکم اندام میوه‌ای در سطح بستر غنی شده نسبت به شاهد افزایش پیدا کرده و تراکم قارچ در واحد سطح افزایش یافت لذا قارچ‌ها کمتر در معرض جریان هوا قرار گرفته و آب کمتری را از دست دادند (3).

ابوحسین و همکاران (6) با بررسی بسترهای کلش سویا، کلش برنج، خاک اره و باگاس نیشکر که با سبوس گندم در 5 سطح (15، 20، 25 و 30 درصد) تغذیه شده بود به ترتیب بیشترین و کمترین میزان رطوبت قارچ شاه صدف را از بستر کلش سویا که با 25 درصد سبوس گندم و بستر باگاس نیشکر که با 30 درصد سبوس گندم غنی‌سازی شده بود بدست آوردند. در پژوهشی که توسط مانزی و همکاران (14) روی تعدادی از گونه‌های قارچ صدفی صورت گرفت میزان رطوبت قارچ‌های پرورش یافته بر بستر کلش گندم که با 15

جدول 3- تجزیه واریانس قارچ صدفی فلوریدا
Table 3-Analysis of variance Florida oyster mushroom

درجه آزادی	تعداد اندام میوه ای (روز)	رطوبت (درصد)	عملکرد (کیلوگرم)	راندمان بیولوژیکی (درصد)
Degree Of freedom	Number of body fruits(number)	Moisture (0/0)	Yield(kg)	Biological performance(0/0)
تکرار (Repeat)	2	0 ^{ns}	۰.۲۵۹۳ ^{ns}	۱.۰۱۴۷ ^{ns}
تیمار بستر کشت (Treated substrate)	۱	17214.187 ^{**}	۷۴.۶۲۵ ^{**}	۳۹۷۵۲۶.۱۸۶ ^{**}
تیمار مکمل غذایی (Dietary)	۷	28472.425 ^{**}	۱۷.۷۵۶ ^{**}	۹۱۲۲۹.۸۳۵ ^{**}
اثر متقابل بستر کشت و مکمل غذایی	15	14548.676 ^{**}	۳.۳۷ [*]	۱۷۴۵۷.۳۲۹ [*]
(The interaction between substrate and nutritional supplement)				
خطای آزمایشی (Pilot error)		65.395	۰.۰۰۳	۲۱۸۶۵۰.۶۱۷
ضریب تغییرات (Coefficient of variation)		2.669	0.01	۳.۰۸

** در سطح 1% معنی دار، * در سطح 5% معنی دار است و ns اثر معنی داری ندارد.

** - Significant is at the 0.01 level, * - Significant is at the 0.05 level and ns: No significant effect

جدول 4- مقایسه میانگین اثر مکمل غذایی بر رطوبت، تعداد اندام میوه ای قارچ، راندمان بیولوژیکی و عملکرد قارچ صدفی فلوریدا
Table 4-Mean compare effect of dietary supplement on moisture, number of body fruits, biological performance and yield Florida oyster mushroom.

رطوبت (درصد)	تعداد اندام میوه ای قارچ (عدد)	راندمان بیولوژیکی (درصد)	عملکرد (کیلوگرم)	تیمار مکمل غذایی
Moistur(0/0)	Number of body fruits(number)	Biological performance(0/0)	Yield (kg)	Food supplement treatment
۸۶.۳۸b	190 h	۱۱.۰۰۵e	۳۶۰.۰۶e	۱- فاقد مکمل (Control)
۹۱.۲۱ a	369 b	۱۹.۴۰ a	۷۷۶.۴a	۲- پودر پنبه دانه Cottonseed powder
۹۱.۰۹a	347 c	۱۹.۳۸۰ a	۷۷۵.۳a	۳- آرد سویا Soya flour
۸۹.۷ab	754.4a	۱۸.۸۵ d	322 b	۴- اوره Urea
88.7ab	269f	16.22c	576c	۵- آرد سویا+اوره Soya flour + urea
۸۹.۱۷ab	300 e	۱۸.۱۸b	۶۵۷.۳b	۶- پودر پنبه دانه+اوره Cottonseed Powder + Urea
۹۱.۳۲ a	390 a	۱۹.۶۵۰a	۷۸۹a	۷- آردسویا+ پنبه دانه Cottonseed Powder + Soya
۸۸.۲۸ flour ab	232 g	۱۴.۴۰۵d	۴۴۰.۴d	۸- آردسویا+ پودر پنبه دانه+ اوره Cottonseed powder + Soya flour+Urea

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) نمی‌باشند.

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P < 0.05$)

جدول 5- مقایسه اثر متقابل مکمل غذایی و بستر کشت بر رطوبت، تعداد اندام میوه ای قارچ، راندمان بیولوژیکی و عملکرد قارچ صدفی فلوریدا

Table 5- Mean interaction effect of dietary supplement and substrate on, moisture, number of body fruits, biological performance and yield *Florida* oyster mushroom

رطوبت (درصد)	تعداد اندام میوه ای (عدد)	راندمان بیولوژیکی (درصد)	عملکرد (کیلوگرم)	نوع مکمل غذایی	نوع بستر کشت
Moisture(0/0)	Number of body fruits(number)	Biological performance(0/0)	Yield(kg)	Nutritional supplement	Culture medium
۸۵.۶۸ b	163 i	۴۸.۱۰ g	۴۱۹۴.۳ g	فاقد مکمل (A ₁)	Sugarcane bagasse
۹۰.۳۸ a	356 c	۱۶.۶۸ de	۶۶۷.۴ de	پودر پنبه دانه (A ₁ B ₁)	Cottonseed powder
۹۰.۲۷ a	333 d	۱۶.۵۴ de	۶۶۳.۳ de	آرد سویا (A ₁ B ₂)	Soya flour
۹۰.۰۸ a	308 e	۱۶.۳۳ de	۶۵۳.۳ de	اوره (A ₁ B ₃)	Urea
۸۹.۱۵ ab	256 g	۱۴.۹۳ ef	۵۹۷.۳ ef	آرد سویا + اوره (A ₁ B ₄)	Soya flour + Urea
۸۹.۹۲ ab	283 f	۱۵.۲۱ e	۶۰۸/۴ e	پودر پنبه دانه + اوره (A ₁ B ₅)	Cottonseed powder + Urea
۹۰.۴۶ a	363 c	۱۷.۰۱ d	۶۸۰.۴ d	آرد سویا + پودر پنبه دانه (A ₁ B ₆)	Cottonseed powder + Soya flour
۸۸.۴۰ b	208 h	۱۳.۸۸ f	۵۵۵.۳ ef	آرد سویا + پودر پنبه دانه + اوره (A ₁ B ₇)	Cottonseed powder + Soya flour + Urea
87.08 b	217 h	۱۱.۵۳ g	۴۶۱.۳ fg	فاقد مکمل (A ₂)	Wheat
۹۲.۱۹ a	383 b	۲۲.۷۶ b	۹۱۰.۵ a	پودر پنبه دانه (A ₂ B ₁)	Cottonseed powder
92.05 a	361 c	۲۲.۱۸ b	۸۸۷.۳ b	آرد سویا (A ₂ B ₂)	Soya flour
91.26 a	337 d	۲۱.۳۸ bc	۸۸۵.۴ bc	اوره (A ₂ B ₃)	Urea
۹۰.۸۸ a	283 f	۱۷.۲۳ d	۷۰۶.۴ cd	آرد سویا + اوره (A ₂ B ₄)	Soya flour + Urea
۹۱.۰۸ a	317 e	۱۹.۷۸ c	۷۹۱.۲ c	پودر پنبه دانه + اوره (A ₂ B ₅)	Cottonseed powder + Urea
۹۲.۲۶ a	418 a	۲۳.۰۳ a	۹۲۱.۴ a	آرد سویا + پودر پنبه دانه (A ₂ B ₆)	Cottonseed powder + Soya flour
۸۹.۱۵ ab	257 g	۱۵.۷۸ e	۶۳.۳ e	آرد سویا + پودر پنبه دانه + اوره (A ₂ B ₇)	Cottonseed powder + Soya flour + Urea

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری (P<0.05) نمی باشند.

Numbers followed by the same the later are not significantly differents (P<0.05)

تعداد اندام میوه ای

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر بستر کشت و مکمل غذایی بر تعداد اندام میوه ای قارچ و همچنین اثر متقابل بستر کشت و مکمل غذایی بر تعداد اندام میوه ای قارچ در سطح 1 درصد معنی دار شد (جدول 2، 3 و 4). تعداد قارچ های تولید شده در بستر کلش گندم بیشتر از بستر باگاس نیشکر بود (شکل 4). بطور کلی بسترهایی که دارای عملکرد بیشتری بودند تعداد اندام میوه ای بیشتری داشتند. در این تحقیق تعداد اندام های میوه ای قارچ در بسترهای غنی شده بیشتر از شاهد بود اما با ترکیب کردن مکمل های نیتروژنه و در نتیجه افزایش گرما به دلیل ورود نیتروژن بیشتر به محیط کشت، کاهش تعداد اندام میوه ای قارچ مشاهده شد. 418 عدد اندام میوه ای قارچ از بستر کلش گندم که با پودر پنبه دانه + آرد سویا (A₂B₆) تغذیه شده و 163 عدد قارچ از شاهد (A₁) به دست آمد. جعفرپور و همکاران (1) با کشت قارچ صدفی فلوریدا بر بسترهای

کشت مختلف مانند تراشه چوب، غوزه پنبه، تفاله فشنگی، چغندر قند و لیف نخل و غنی سازی بسترها با مکمل های غذایی سبوس گندم، سبوس برنج، پودر کنجاله سویا و تفاله هویج، بیشترین تعداد قارچ را روی بستر غوزه پنبه غنی شده با سبوس گندم به دست آوردند. فکادو آلمو (7) با بررسی اثر مکمل های کود گاوی، کود مرغی، خاکستر چوب و سبوس گندم در غلظت های مختلف روی بستر برگ های بلوط ابریشمی مشاهده کرد که بیشترین تعداد قارچ صدفی استراتوس از ترکیب 80 درصد برگ های بلوط ابریشمی + 10 درصد کود مرغی + 8 درصد سبوس گندم + 2 درصد خاکستر چوب و کمترین تعداد اندام میوه ای از شاهد به دست آمد. ملایی و بشارتی (4) با بررسی تاثیر باکتری های محرک رشد گیاه در بسترهای مختلف مشاهده کردند که بسترهای تلقیح شده با باکتری دارای تعداد قارچ دکمه ای بیشتری در مقایسه با شاهد است. وانگ و همکاران (24) با بررسی قارچ استراتوس روی بستر بقایای بذور مصرف شده برای نوشابه الکلی تعداد اندام میوه ای کمتری از شاهد به دست آوردند ولی با افزودن 45 درصد

نتیجه‌گیری کلی

بستر کشت تاثیر عمیقی بر شاخص‌های رشدی قارچ صدفی فلوریدا داشت به گونه‌ای که قارچ‌های به دست آمده از بسترهای غنی شده در مقایسه با شاهد شاخص‌های رشد بالایی داشتند. اثر مکمل‌های غذایی بر شاخص‌های رشد متفاوت است به طوری که افزودن مقادیر مناسبی از مکمل‌ها به بستر کشت، موجب افزایش شاخص‌های رشد می‌شود.

سبوس گندم تعداد اندام میوه‌ای بیشتری از بسترها تولید شد. بایسل و همکاران (9) با مطالعه سه مکمل پوست برنج، پیت و کود مرغی در دو سطح 10 و 20 درصد به این نتیجه رسیدند که افزایش کود مرغی به سطح 20 درصد در محیط کشت موجب افزایش تعداد اندام میوه‌ای قارچ استراتوس در مقایسه با شاهد شد. افزایش تعداد قارچ‌ها در بستر کلش گندم با پودر پنبه و آرد سویا شاید به دلیل ترکیبات شیمیایی قابل جذب در محیط کشت بوده که در مقایسه با باگاس نیشکر سریع‌تر تجزیه و استفاده شدند (1).

منابع

- 1- Jafapour M., Pour Said N., Jalali Zand A., Gol Parvara A. and Behdad M. 2008. Effect of changes in agricultural processing industries and dietary supplements on some growth characteristics of oyster mushroom (*Pleurotus florida*), Journal of Agricultural Sciences, 4 (2):188-203. (in Persian with English abstract).
- 2- Ghohestani A., Alamzadeh Ansari N and Aftekhari A. 2014. Effects of substrates on the growth and yield of calcium carbonate and ammonium sulphate Florida oyster mushroom (*Pleurotus florida*), Journal of Plant Production, 37 (1): 60-68. (in Persian with English abstract)
- 3- Ramezan D., Alamzadeh Ansari and Moazi A. 2008. Effect of different substrates and seeding rates on the growth of oyster mushroom, Florida Journal of Horticultural Science, 39(1): 119-124. (in Persian with English abstract).
- 4- Mollaie F and Besharati H. 2011. Effect of plant growth promoting bacteria (PGPR) The qualitative and quantitative properties of button mushroom (*Agaricus bisprus*) in different contexts of industrial and agricultural waste, Journal of Soil Research, 4:274-384. (in Persian with English abstract).
- 5- Tikdari M., Bolandnazar s., Matlabi azar, A and Panahandeh J. 2012. The effect of adding dietary supplements to bed on yield and protein content of Oyster mushroom Florida (*Pleurotus florida*), Production of crops and garden, 5: 153-160. (in Persian with English abstract).
- 6- Abou Hussein H.F., Ghada R.H. and Medany M. 2010. Cultivation of the king oyster mushroom *plerrotus eringii*. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, (4)1:99-105.
- 7- Alemu F. 2014. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* on *Grevillea robusta* leaves at Dilla University Ethiopia, academic journal of yeast and fangal research, 5(6): pp. 74-83.
- 8- Bano Z., Sashirekha M.N., Rajrathnam S. 2005. Eft of supplementing rice straw substrate with cotton seeds on the on the analytical characteristics of the mushroom *Pleurotus florida* (Block & tsao), Food Chem, 92:255-259.
- 9- Bayasal E., Peker H., Yalinkilic M.K. and Temiz A. 2003. Cultivation of oyster mushroom on waste paper with some added supplementary materials, Journal Bioresource Technology, 89: 95-97.
- 10- Fasola T.R., Gbolagade J. S. and Fasidi, I.O. 2006. Nutritional requirements of *Vilvariella speciosa* (Fr.Ex.Fr) Singer, a Nigerian edible mushroom, Food Chemistry, 87: 325-328.
- 11- Han Y.W., Edwin A. and Ciegler A. 1983. Chemical and physical properties of sugarcane bagasse irradiated with gamma rays. J. Agric, Food Chem, 31: 34-38.
- 12- Kivaisi A.K., Oriyo, M.N. and Maging S.F. 2004. Cultivation of *Oudemansiella tanica nom.* prov.on agricultural solid wastes, Mycologia, 96(2) pp.197-204.
- 13- Manzi P., Gambelli L., Marconi S. and Vivanti. 1999. Nutrients in edible mushrooms: an inter-species comparative study, Food Chemistry, 65: 477-482.
- 14- Naraian R.K., Sahu R., Kumar S., Garg S.K., Sing C. S. and Kanaugia R.S. 2009. Influence of different nitrogen ricg supplements during cultivation of *Pleurotus florida* on corn cob substrate, Enviromentalist, 29:1-7.
- 15- Nurudeen T.A., Ekpo E.N., Olasupo O.O., Okunrotifa A.O. and Haastrup N.O. 2014. Effect of Supplements on the Yield and Nutritional Composition of Oyster Mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) Cultivated on Sawdust Forestry, Journal of Environmental Science, No.3, 1242-1251.
- 16- Nunes M.D., Da Luz J.M.R., Paes S.A., Ribeiro J.J.O., Da Silva M.d.C.S. and Kasuya, M.C.M. 2012. Nitrogen supplementation on the productivity and the chemical composition of oyster mushroom, Journal of Food Research, 1(2): 113-119.

- 17- Ng'etic, O.K., O.I., Nyamangyoku J.J., Rono A.N., Niyokuri J.C. 2013. Relative performance of Oyster Mushroom (*Pleurotus florida*) on agro-industrial and agricultural substrate, Izamuhaye International journal of Agronomy and Plant Production, No 4 (1), 109-116.
- 18- Oseni T.O., Dlamini S.O., Earnshaw D.M. and Masarirambi M.T. 2012. Effect of substrate pre-treatment methods on oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) production, International journal of agriculture and biology, 14: 251–255.
- 19- Pant D., Gangi Reddy U., and Adholeya A. 2005. Cultivation of oyster mushrooms on wheat straw and bagasse substrate amended with distillery effluent, World journal of microbiology & biotechnology, 22: 267–275.
- 20- Peng-J.T C.M. and Tsai N.F. 2000. Effects of rice bran on the production of different king oyster mushroom strains during bottle cultivation, jour.agric.res.china, 4:56-64.
- 21- Salmones D., Mata G. and Waliszewski N. 2005. Comparative culturing of *Pleurotus spp.* on coffee pulp and wheat straw, Journal Bioresource Technology, 82: 277- 284.
- 22- Sinden J.W. and Schisler L. C. 1966. Nutrient supplementation of mushroom compost at casing vegetable oils, Can J Bot, 44:1063-1067.
- 23- Toro G., Castelan R., Eugenia M. and Lara H. 2006, Biological quality of proteins from three strains of *Pleurotus spp.*, Food Chemistry, 94: 494- 497.
- 24- Wang D., Sakoda A. and Suzuki M. 2001. Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated on spent beer grain, Bioresource Technology, 78: 293-300.
- 25- Zadrazil F. 1980. Influence of ammonium nitrate and organic supplements on the yield of *Pleurotus sajor caju* (FR) sing, Biotechno, 19:31-35.



تأثیر کاربرد سوپرجاذب در رژیم‌های مختلف آبیاری بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و ارتباط آن با عملکرد دانه و اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)

علیرضا پیرزاد^{1*} - رضا درویش زاده² - عباس حسنی³

تاریخ دریافت: 1392/08/01

تاریخ پذیرش: 1394/03/12

چکیده

این آزمایش برای ارزیابی تجمع رنگیزه‌های فتوسنتزی و عملکرد زیره سبز به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه در سال 1389 اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل رژیم‌های آبیاری (آبیاری پس از 50، 100، 150 و 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و سطوح مختلف سوپرجاذب (صفر، 60، 120، 180، 240 و 300 کیلوگرم در هکتار) بودند. بالاترین میزان کلروفیل *a* (0/266 میلی‌گرم در لیتر) و کلروفیل کل (0/518 میلی‌گرم در لیتر) در تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و بدون کاربرد پلیمر به دست آمد. بالاترین (0/259 میلی‌گرم در لیتر) و پایین‌ترین (0/028 میلی‌گرم در لیتر) میزان کلروفیل *b* در تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر و به ترتیب با کاربرد 60 و 240 کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب مشاهده شد. بالاترین عملکرد دانه (1226 کیلوگرم در هکتار) و اسانس (36/5 کیلوگرم در هکتار) مربوط به آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک و 60 کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب بود. با افزایش فاصله آبیاری به 100، 150 و 200 میلی‌متر تبخیر، برای تولید حداکثر عملکرد، به ترتیب به 120، 180 و 120 کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب نیاز بود. درصد اسانس زیره با افزایش فاصله آبیاری تا 150 میلی‌متر تبخیر به تدریج و به صورت معنی دار افزایش یافت ولی با افزایش بیشتر فاصله آبیاری روند کاهشی داشت. مشابه عملکرد دانه، کمترین عملکرد اسانس (0/9 کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر و 120 کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب، یعنی کمتر از عملکرد تولید شده تحت شرایط آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر بود. در نهایت، مقدار مناسب پلیمر سوپرجاذب برای سطوح مختلف آبیاری متفاوت بود، یعنی برای شاهد، و تنش‌های ملایم و متوسط کمتر از 120 کیلوگرم، و برای تنش شدید 300 کیلوگرم در هر هکتار مناسب برای تولید اسانس در زیره سبز توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پلیمر، تشتک تبخیر کلاس A، زیره سبز، کلروفیل، کلونجر

مقدمه

نیمه خشک ایران در شرایط کمبود آب و حاصلخیزی کم خاک، حایز اهمیت فراوانی باشد (17 و 20). عوامل محیطی محل رویش گیاهان دارویی بر مقدار کل ماده مؤثره و عناصر تشکیل دهنده آن و تولید وزن خشک گیاه تأثیر می‌گذارد. آب یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی است که تأثیر عمده‌ای بر رشد و نمو، و مواد مؤثره گیاهان دارویی دارد (19). تنش کمبود آب فرآیندهای گیاهی را مختل کرده و با افزایش شدت تنش، این اثرات تشدید شده و برخی دیگر از فرآیندها هم تحت تأثیر قرار می‌گیرند (13).

یکی از روشهای افزایش بهره‌وری آب اتخاذ سیاستهای کم‌آبیاری است. در کم‌آبیاری گیاه با هدف مشخص تحت تنش قرار می‌گیرد. برای کم‌آبیاری باید گیاهانی انتخاب شوند که دارای فصل رویشی کوتاه و متحمل به خشکی باشند. یکی از گیاهانی که اغلب این شرایط را داراست و با توجه به قیمت بالایی که دارد می‌تواند با مصرف مقادیر

خواص درمانی میوه زیره سبز در اکثر فارماکوپه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. اسانس میوه این گیاه خاصیت ضدباکتریایی دارد. از این اسانس در صنایع آرایشی و بهداشتی و صنایع غذایی استفاده می‌شود (20). زیره سبز با نام علمی *Cuminum cyminum* L. و از تیره چتریان، گیاهی است علفی و یکساله و منشاء آن مناطق شرقی مدیترانه و ایران گزارش شده است. این گیاه یکی از مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین گیاهان دارویی است که می‌تواند در مناطق خشک و

1 و 3- دانشیاران گروه گیاهان دارویی و صنعتی، پژوهشکده زیست فناوری دانشگاه ارومیه

2- دانشیار گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، پژوهشکده زیست فناوری دانشگاه ارومیه
(Email: a.pirzad@urmia.ac.ir)
* - نویسنده مسئول:

کم آب، ارزش اقتصادی بالایی را تولید نماید، زیره سبز می باشد. درباره رژیم آبیاری زیره سبز اطلاع دقیقی در دست نیست و کشاورزان تنها بر اساس دانش و تجربه بومی خود اقدام به این زراعت می کنند. نتایج تحقیقات انجام شده بر روی رژیم آبیاری زیره سبز نیز متفاوت است (16 و 23). در تحقیقی سه ساله در شرایط آب و هوایی مشهد مشاهده شد که اثر آبیاری در افزایش عملکرد زیره سبز در سال های که بارندگی سالیانه به بیش از 250 میلی متر می رسد، نه تنها معنی دار نیست بلکه موجب کاهش محصول نیز می شود. انجام یک آبیاری زمانی مفید است که مجموع بارندگی های دوره 120 روزه رشد گیاه کمتر از 150 میلی متر بوده و به اصطلاح بهار خشک باشد (25). در یک مطالعه دیگر با دو مرتبه آبیاری عملکرد بیشتری در زیره سبز نسبت به یک و چهار بار آبیاری به دست آمد (16).

اهمیت استفاده از گیاهان دارویی، وجود ماده موثره در آن ها است. بنابراین، کیفیت در گیاهان دارویی نسبت به گیاهان زراعی از اهمیت بیشتری برخوردار است. از جمله عواملی که بر میزان جذب عناصر غذایی و مقدار اسانس تأثیر می گذارد، تنش خشکی است. با وجود درصد اسانس بالا در تامین آب قابل دسترس کمتر (2 بار آبیاری)، کاهش معنی دار ترکیبات تشکیل دهنده اسانس در مقادیر تنش متوسط (3 بار آبیاری) گزارش گردید، ولی مقادیر این ترکیبات در شرایط تامین آب زیاد (4 بار آبیاری) به شدت کاهش یافت. تنش خشکی می تواند با تغییر اختلاف پتانسیل و تأثیر بر قدرت جذب آب و املاح توسط ریشه ها، باعث تغییر میزان جذب عناصر توسط گیاه گردد. بنابراین کنترل میزان آب موجود در سطح ریشه ها می تواند به افزایش کیفیت در گیاهان دارویی کمک کند (2).

پلیمرهای سوپرجاذب قادر به ذخیره آب به میزان 200 تا 500 میلی لیتر در هر گرم وزن خشک پلیمر هستند (6). این مواد با افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و با کنترل آب ذخیره ای قابل دسترس گیاه در شرایط محیطی خشک، رشد و استقرار گیاهچه را بهبود می بخشد (3). در کشاورزی از پلیمرهای سوپرجاذب به عنوان یک ماده افزودنی به خاک، به عنوان مخزن عناصر غذایی و نیز به عنوان ابر جاذب آب در خاک استفاده می شود. خواص این مواد وابسته به عوامل زیادی از جمله خصوصیات ترکیبی و شیمیایی آنها، بافت خاک، گونه گیاهی و نیز فاکتورهای محیطی، می باشد. پلیمرهای سوپرجاذب از نوع پلی اکریل آمید جزو این دسته مواد بوده که به عنوان جاذب آب در افزایش ظرفیت نگهداری و جذب آب در خاک مورد استفاده قرار می گیرند و این خصوصیت برای مقابله با شرایط کم آبی و کاهش اثرات سوء تنش خشکی در گیاهان زراعی اهمیت به سزایی دارد (7). پلیمرهای سوپرجاذب بر میزان نفوذ آب در خاک، وزن مخصوص ظاهری و ساختمان خاک (15) و نیز میزان تبخیر از سطح خاک (28) تأثیر می گذارند. تأثیر پلیمرهای سوپرجاذب در مقادیر 0/05، 0/1، 0/2 و 0/3 درصد وزنی در مقایسه با شاهد، روی برخی خصوصیات

فیزیکی خاک از قبیل ظرفیت نگهداری آب، تخلخل و ضریب آب گذری بررسی شد و نتایج حاصله نشان داد که 0/3 درصد وزنی پلیمر بیشترین تأثیر را روی افزایش تخلخل کل خاک داشت (11). با تجزیه پلیمرهای سوپرجاذب در خاک، وزن مخصوص ظاهری خاک تا 12 درصد افزایش می یابد (4). یکی از راه های افزایش قابلیت ثبات خاکدانه ها و جلوگیری از تشکیل سله، ممانعت از ایجاد رواناب در مزرعه و کاهش فرسایش خاک، استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب در خاک می باشد (5). کاربرد پلیمر سوپرجاذب در آبیاری شیاری، میزان فرسایش فاروها را تا 99 درصد کاهش می دهد (27). در برخی شرایط پلیمرهای سوپرجاذب به عنوان عامل آزادکننده کود در ماتریکس خاک مورد استفاده قرار می گیرند (18). بدین صورت که این پلیمر عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان را جذب نموده و به مرور آن ها را آزاد و در اختیار گیاه قرار می دهد و مانع از آشفتهی این عناصر می گردد. در یک مطالعه آب حاصل از آشفتهی خاک حاوی پلیمر سوپرجاذب مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که این آب از EC پائینی برخوردار است (29) و علت آن را جذب و نگهداری کودها و نمک های اضافه شده به ماتریکس خاک توسط پلیمر سوپرجاذب ذکر کردند (1). با افزایش مقادیر سوپرجاذب عملکرد دانه، وزن صد دانه، تعداد غلاف در شاخه فرعی، تعداد غلاف در ساقه اصلی، تعداد شاخه در بوته، ارتفاع بوته و درصد پروتئین دانه سویا روند افزایشی داشت که این افزایش در شرایط آبیاری معمول و یا تحت شرایط تنش خشکی قابل ملاحظه بود (30).

با توجه به این که کمبود آب یکی از مهم ترین عوامل محدودکننده عملکرد گیاهان در بسیاری از مناطق جهان از جمله ایران می باشد، و از طرف دیگر پلیمرهای سوپرجاذب به عنوان ذخیره کننده های رطوبت در تعدیل اثرات کمبود آب موثرند. بنابراین بدست آوردن سطوح اقتصادی کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب، برای به دست آوردن غلظت مناسب از رنگیزه های فتوسنتزی از اهداف این پژوهش می باشد.

مواد و روش ها

این تحقیق مزرعه ای برای بررسی اثر سطوح مختلف سوپرجاذب در کاهش اثرات تنش کمبود آب (رژیم های مختلف آبیاری) به صورت فاکتوریل و برپایه طرح بلوک های کامل تصادفی در 3 تکرار انجام گرفت. تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، واقع در 11 کیلومتری شمال غرب ارومیه، به طول جغرافیایی 5° و 45° شرقی و عرض جغرافیایی 32° و 37° شمالی و با ارتفاع 1320 متر از سطح دریا در سال 1389 انجام گرفت. به استناد آمار 36 ساله، میانگین بارندگی سالیانه برابر با 335 میلی متر و میانگین دمای سالیانه برابر با 11 درجه سانتی گراد می باشد.

جدول 1- نتایج آزمایش تجزیه خاک

Table 1- Results of soil analysis

عمق نمونه- برداری خاک	درصد رطوبت وزنی در حد ظرفیت مزرع‌های	شن	رس	سیلت	نیترژن کل	کربن آلی	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	واکنش گل اشباع	هدایت الکتریکی
Soil Depth (cm)	Field Capacity	Sand	Clay	Loam %	N	OC	Available K (mg kg ⁻¹)	Available P	pH	EC (dS. m ⁻¹)
0-30	22.5	40	32	28	0.20	0.88	449	21	7.6	0.455

حاصل در یک بالن یک لیتری با آب مخلوط و در دستگاه کلونجر¹ به مدت 3 ساعت در حالت جوش قرار داده شد تا اسانس آن به‌روش تقطیر با آب از دانه جدا گردد (9). درصد اسانس به روش وزنی-وزنی اندازه‌گیری شد. عملکرد اسانس از حاصلضرب درصد وزنی-وزنی اسانس در عملکرد دانه در واحد سطح به‌دست آمد. تجزیه‌های آماری بر اساس مدل آماری طرح‌های مورد استفاده توسط نرم افزارهای SAS و MSTATC انجام شد. مقایسه میانگین‌های هر صفت با استفاده از آزمون SNK در سطح احتمال 5 درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرمتقابل بین پلیمر سوپر جاذب و آبیاری بر روی میزان کلروفیل *a*، کلروفیل *b* و کلروفیل کل برگ زیره سبز در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود (جدول 2). مقایسه میانگین داده‌های آزمایش نشان داد که بالاترین میزان کلروفیل *a* برگ زیره سبز (0/266 میلی‌گرم در لیتر) در تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشک تبخیر و بدون کاربرد پلیمر سوپر جاذب به‌دست آمد. کمترین میزان کلروفیل *a* برگ (0/057 میلی‌گرم در لیتر) مربوط به تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشک تبخیر با اضافه کردن 120 کیلوگرم پلیمر سوپر جاذب در هکتار بود. در شرایط بدون پلیمر با افزایش فواصل آبیاری از 50 تا 200 میلی‌متر تبخیر کلروفیل *a* کاهش نشان داد. در شرایط کاربرد 60 کیلوگرم سوپر جاذب در هر هکتار، کلروفیل *a* در کمترین حد ممکن در تیمارهای آبیاری پس از 50 و 100 میلی‌متر تبخیر قرار داشت، ولی با افزایش فاصله آبیاری تا 200 میلی‌متر تبخیر کلروفیل *a* برگ با یک افزایش شدید مواجه شد. در شرایط کاربرد 120 کیلوگرم سوپر جاذب در هر هکتار، کلروفیل *a* در تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر حداکثر بود. ولی با کاربرد 180 کیلوگرم سوپر جاذب در هر هکتار، کلروفیل *a* در تیمارهای آبیاری پس از 100 و 150 میلی‌متر تبخیر بالاترین غلظت را به خود اختصاص داد. با اضافه کردن 240 کیلوگرم سوپر جاذب در هر هکتار، کلروفیل *a* با افزایش

به منظور بررسی وضعیت خاک مزرعه، 4 نمونه مرکب از عمق صفر تا 30 سانتی‌متر، حاصل از 40 نمونه ساده جهت انجام تجزیه‌های مربوطه آماده گردید. نتایج حاصل از تجزیه خاک در جدول 1 ارایه شده است. فاکتورهای آزمایش، رژیم‌های آبیاری در 4 سطح (آبیاری پس از 50، 100، 150 و 200 میلی‌متر تبخیر از تشک تبخیر کلاس A) و سطوح مختلف سوپر جاذب (صفر، 60، 120، 180، 240 و 300 کیلوگرم در هکتار) اعمال شدند. در هر واحد آزمایشی (عرض 2 متر و طول 3 متر) پس از رسیدن تبخیر تجمعی به سطح مورد نظر آبیاری انجام شد و میزان آب خاک به ظرفیت زراعی رسانده شد. کاشت بذرها در 15 فروردین ماه و برداشت بذور پس از رسیدگی کامل در اول شهریور همان سال انجام شد. میزان آب آبیاری برای تیمارهای 50، 100، 150 و 200 میلی‌متر تبخیر به ترتیب 923، 450، 311 و 171 مترمکعب در هر هکتار بود. برای پرهیز از برخورد بارندگی احتمالی، سایبان‌های پلاستیکی به اندازه واحدهای آزمایشی ساخته شده بود، ولی در سال مورد آزمایش بارندگی موثر در طول دوره اعمال تنش اتفاق نیفتاد.

بذرهای زیره سبز در ردیف‌هایی به فاصله 30 سانتی متر از هم کاشته شدند، فاصله دو بوته از هم در ردیف 10 سانتی متر بود. ویژگی‌های فیزیولوژیک موثر در فتوسنتز یعنی میزان کلروفیل *a*، کلروفیل *b* و کلروفیل کل برگ در مرحله شروع پر شدن دانه (پس از پایان گلدهی) مورد ارزیابی قرار گرفتند.

میزان کلروفیل برگ (کلروفیل *a*، *b* و کلروفیل کل) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر¹ به روش‌های قرائت میزان جذب در طول موج‌های 645 و 663 نانومتر اندازه‌گیری شدند (12، 14 و 21).

برای اندازه‌گیری عملکرد دانه زیره سبز، 2 مترمربع از سطح هر کرت با حذف اثر حاشیه، به طور کامل برداشت شد و بلافاصله در سایه و در دمای 25 درجه سانتی‌گراد خشک شده، میانگین عملکرد دانه در هر هکتار بر اساس ماده خشک محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری وزن خشک، هر کدام از نمونه‌ها در دمای 72 درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت نمونه نگهداری شدند. دانه‌های زیره پس از جمع‌آوری پودر گردید، و 25 گرم از پودر

تنش کمبود آب در تیمارهای آبیاری پس از 50 تا 200 میلی‌متر تبخیر یک روند افزایشی داشت. در حالی که این روند با کاربرد 300 کیلوگرم سوپرجاذب در هکتار تغییر کرد و در شدیدترین تنش یعنی تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر کاهش یافت (شکل 1).

بالاترین میزان کلروفیل *b* برگ زیره سبز (0/2588 میلی‌گرم در لیتر) در تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و با 60 کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با میزان کلروفیل *b* حاصل از تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر نداشت. کمترین میزان کلروفیل *b* برگ (0/0278 میلی‌گرم در لیتر) مربوط به تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر با اضافه کردن 240 کیلوگرم سوپرجاذب در هکتار بود که از نظر آماری با میزان کلروفیل *b* حاصل از تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر و 60 کیلوگرم در هکتار پلیمر تفاوت معنی‌دار نشان نداد. در شرایط آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر، افزودن پلیمر سوپرجاذب کاهش شدیدی را در میزان کلروفیل *b* نشان داد. بدون کاربرد پلیمر، با افزایش شدت تنش کمبود آب شدید یعنی از تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر به بعد کلروفیل *b* کاهش یافت. ولی با کاربرد 60 کیلوگرم سوپرجاذب در هر هکتار، از تیمار آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و تنش شدیدتر از آن شروع به افزایش یافت. در شرایط کاربرد 120 و 240 کیلوگرم سوپرجاذب در هر هکتار، کلروفیل کل در تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر حداکثر بود. ولی با کاربرد 180 و 300 کیلوگرم سوپرجاذب در هر هکتار، کلروفیل کل در تیمار آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر بالاترین غلظت را به خود اختصاص دادند (شکل 2).

بالاترین میزان کلروفیل کل برگ زیره سبز (0/5184 میلی‌گرم در لیتر) در تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و بدون سوپرجاذب به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با میزان کلروفیل

کل حاصل از تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر و کاربرد 60 کیلوگرم پلیمر نداشت. کمترین میزان کلروفیل کل برگ (0/0872 میلی‌گرم در لیتر) مربوط به تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر با اضافه کردن 60 کیلوگرم سوپرجاذب در هکتار بود. در شرایط آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر، افزودن پلیمر سوپرجاذب کاهش شدیدی را در میزان کلروفیل کل نشان داد. بدون کاربرد پلیمر، با افزایش شدت تنش کمبود آب شدید یعنی از تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر به بعد کلروفیل کل کاهش یافت. هرچند در شدیدترین تنش (آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) با اندکی افزایش مواجه شد. ولی با کاربرد 60 کیلوگرم سوپرجاذب در هر هکتار، از تیمار آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و تنش شدیدتر از آن شروع به افزایش یافت. در شرایط کاربرد 120 و 240 کیلوگرم سوپرجاذب در هر هکتار، کلروفیل کل در تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر حداکثر بود. ولی با کاربرد 180 و 300 کیلوگرم سوپرجاذب در هر هکتار، کلروفیل کل در تیمار آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر بالاترین غلظت را به خود اختصاص دادند (شکل 3).

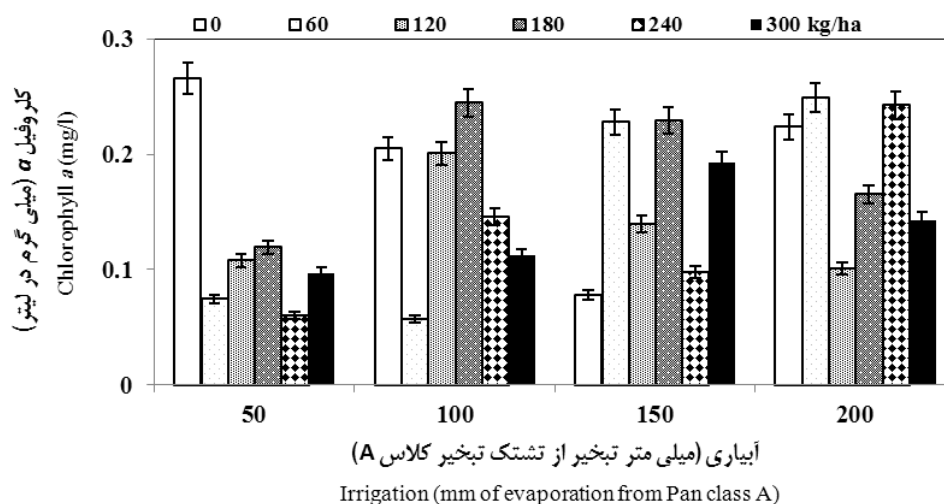
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول 3) نشان داد که اثر متقابل بین سوپرجاذب و آبیاری روی عملکرد دانه، درصد اسانس و عملکرد اسانس در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار شد. این نتیجه بیانگر پاسخ متفاوت زیره سبز از نظر عملکرد دانه، درصد و عملکرد اسانس به سطوح آبیاری در شرایط افزودن مقادیر متفاوت از سوپرجاذب می‌باشد. بالاترین عملکرد دانه (1226 کیلوگرم در هکتار) مربوط به آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و کاربرد 60 کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب بود، که افزایش چشمگیری نسبت به عملکرد دانه حاصل از همین سطح آبیاری بدون کاربرد سوپرجاذب نشان داد.

جدول 2- تجزیه واریانس اثر آبیاری و سوپرجاذب بر میزان کلروفیل *a* و کلروفیل کل در برگ زیره سبز

Table 2- Analysis of variance effect of irrigation and super absorbent on leaf chlorophyll <i>a</i> , <i>b</i> and total chlorophyll in cumin				
منابع تغییر	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS		
Source of variation		کلروفیل <i>a</i> Chlorophyll <i>a</i>	کلروفیل <i>b</i> Chlorophyll <i>b</i>	کلروفیل کل Total Chlorophyll
(R) Block بلوک	2	0.00344 ^{ns}	0.00052 ^{ns}	0.00591 ^{ns}
(A) Super absorbent سوپرجاذب	5	0.00876 ^{**}	0.01139 ^{**}	0.02932 ^{**}
(B) Irrigation آبیاری	3	0.01356 ^{**}	0.00213 ^{ns}	0.01975 [*]
A×B	15	0.01532 ^{**}	0.01419 ^{**}	0.05285 ^{**}
Error اشتباه آزمایشی	46	0.002356	0.001556	0.004949
Coefficient of variation (%) ضریب تغییرات		30.84	32.77	25.34

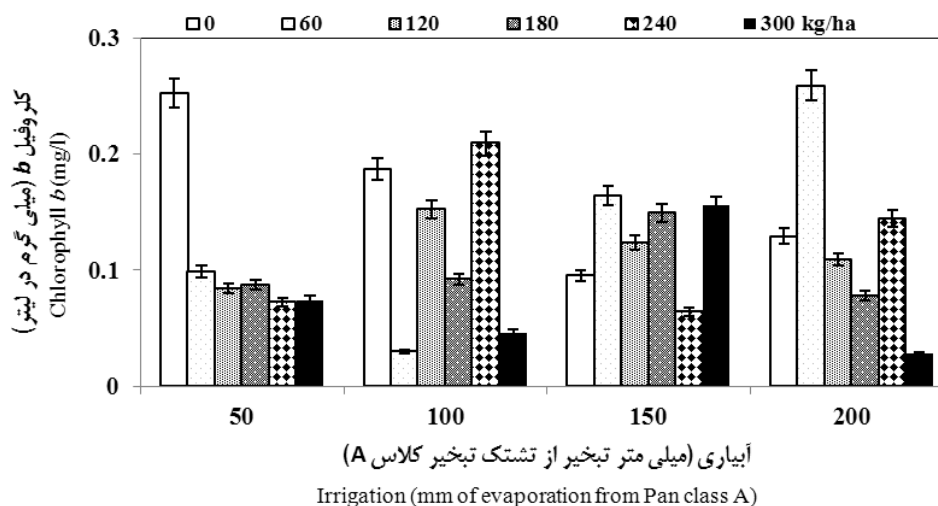
ns, * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد.

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



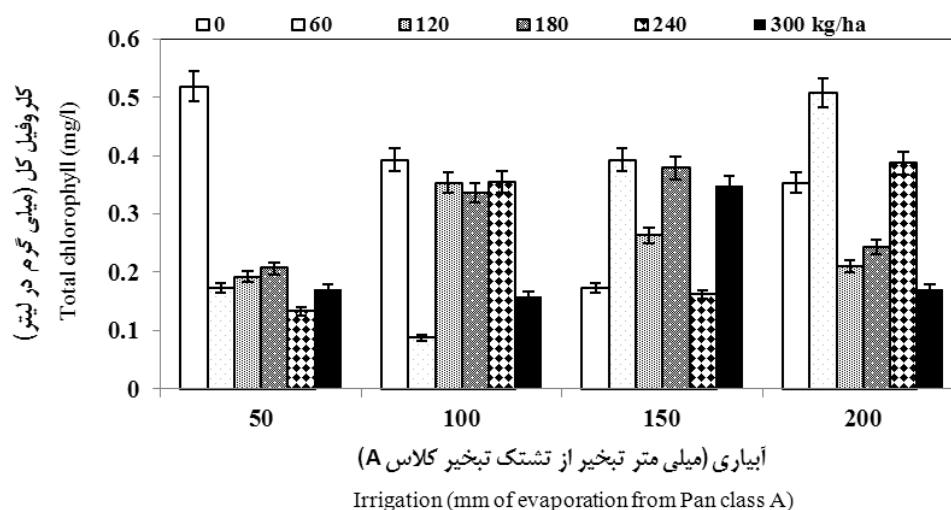
شکل 1- مقایسه میانگین‌های کلروفیل *a* برگ زیره سبز تحت تاثیر مقادیر مختلف سوپرجاذب در رژیم‌های مختلف آبیاری. تیمارهای آبیاری پس از 50، 100، 150 و 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به ترتیب شرایط بدون تنش، تنش ملایم، متوسط و شدید کمبود آب می‌باشند. اشتباه استاندارد دقت اندازه‌گیری میانگین‌ها را نشان می‌دهند.

Figure 1- Means comparison of cumin leaf chlorophyll *a* affected by different super absorbent polymer amounts under irrigation regimes. Irrigation after 50, 100, 150 and 200 mm of evaporation from pan were respectively non-stress, mild, moderate and severe stress conditions. The standard errors show the accuracy in measuring averages.



شکل 2- مقایسه میانگین‌های کلروفیل *b* برگ زیره سبز تحت تاثیر مقادیر مختلف سوپرجاذب در رژیم‌های مختلف آبیاری. تیمارهای آبیاری پس از 50، 100، 150 و 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به ترتیب شرایط بدون تنش، تنش ملایم، متوسط و شدید کمبود آب می‌باشند. اشتباه استاندارد دقت اندازه‌گیری میانگین‌ها را نشان می‌دهند.

Figure 2- Means comparison of cumin leaf chlorophyll *b* affected by different super absorbent polymer amounts under irrigation regimes. Irrigation after 50, 100, 150 and 200 mm of evaporation from pan were respectively non-stress, mild, moderate and severe stress conditions. The standard errors show the accuracy in measuring averages.



شکل 3- مقایسه میانگین‌های کلروفیل کل برگ زیره سبز تحت تاثیر مقادیر مختلف سوپرجاذب در رژیم‌های آبیاری. تیمارهای آبیاری پس از 50، 100، 150 و 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به ترتیب شرایط بدون تنش، تنش ملایم، متوسط و شدید کمبود آب می‌باشند. اشتباه استاندارد دقت اندازه‌گیری میانگین-ها را نشان می‌دهند.

Figure 3- Means comparison of total chlorophyll in cumin leaves affected by different super absorbent polymer amounts under irrigation regimes. Irrigation after 50, 100, 150 and 200 mm of evaporation from pan were respectively non-stress, mild, moderate and severe stress conditions. The standard errors show the accuracy in measuring averages.

جدول 3- تجزیه واریانس اثر آبیاری و سوپرجاذب بر عملکرد دانه و اسانس زیره سبز

Table 2- Analysis of variance effect of irrigation and super absorbent on the yield of seed and essential oil in cumin

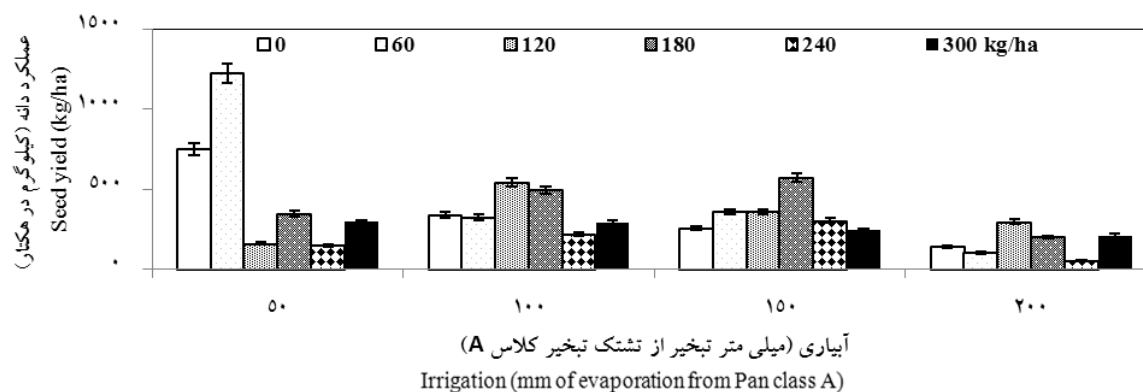
منابع تغییر	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS		
		عملکرد دانه Seed yield	درصد اسانس Essential oil percentage	عملکرد اسانس Essential oil yield
(R) Block بلوک	2	2465.95 ^{ns}	0.1059 ^{ns}	20.65 ^{ns}
(A) Super absorbent سوپرجاذب	5	1359398.53 ^{**}	2.4774 ^{**}	1709.43 ^{**}
(B) Irrigation آبیاری	3	2826987.61 ^{**}	33.6500 ^{**}	6235.69 ^{**}
A×B	15	1486718.17 ^{**}	5.7046 ^{**}	2521.38 ^{**}
Error اشتباه آزمایشی	46	10624.94	0.0437	20.14
Coefficient of variation (%) ضریب تغییرات		10.01	6.92	13.21

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد.

ns، * and ** non-significant and significant at 5 and 1 %.

میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A برای تولید حداکثر عملکرد دانه، نیاز به افزودن 120 کیلوگرم پلیمر در هر هکتار می‌باشد. با این‌که 180 کیلوگرم پلیمر در هکتار تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه با کاربرد 120 کیلوگرم نداشت، ولی مقادیر بالاتر از آن باعث کاهش معنی‌دار و شدید در عملکرد دانه شدند. با افزایش شدت تنش کمبود آب (آبیاری پس از 150 و 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک)، به-ترتیب به 180 و 120 کیلوگرم در هکتار پلیمر سوپرجاذب نیاز هست تا حداکثر عملکرد دانه تولید شود.

با این حال افزایش بیشتر از این مقدار پلیمر عملکرد دانه را به پایین تر از تیمار شاهد (عدم مصرف پلیمر سوپرجاذب) کاهش داد. به نظر می‌رسد، مقادیر خیلی زیاد پلیمر (بیش از 120 کیلوگرم در هکتار برای آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، 240 کیلوگرم در هکتار برای آبیاری پس از 100 و 150 میلی‌متر، و بیش از 180 کیلوگرم در هکتار برای آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر) با جذب و نگهداری آب یک رقیب برای ریشه گیاه در جذب آب محسوب می‌شوند. چرا که منجر به کاهش عملکرد در همان سطح آبیاری بدون کاربرد پلیمر شده است. در شرایط آبیاری پس از 100



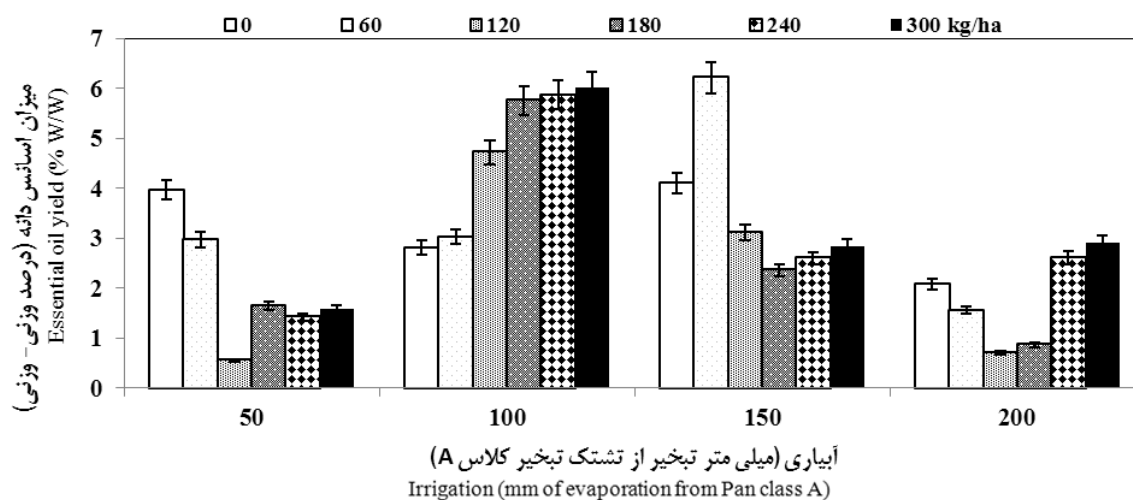
شکل 4- مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه زیره سبز تحت تأثیر مقادیر مختلف سوپرجاذب در رژیم‌های مختلف آبیاری. تیمارهای آبیاری پس از 50، 100، 150 و 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به ترتیب شرایط بدون تنش، تنش ملایم، متوسط و شدید کمبود آب می‌باشند. اشتباه استانداردها دقت اندازه‌گیری میانگین‌ها را نشان می‌دهند.

Figure 4- Means comparison of seed yield in cumin plants affected by different super absorbent polymer amounts under irrigation regimes. Irrigation after 50, 100, 150 and 200 mm of evaporation from pan were respectively non-stress, mild, moderate and severe stress conditions. The standard errors show the accuracy in measuring averages.

زیره نشان دادند. در تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر، با افزایش کاربرد پلیمر تا 180 کیلوگرم در هکتار درصد اسانس روند صعودی داشت، ولی در مقادیر بالاتر از آن، درصد اسانس تغییر معنی‌داری نداشت. با شدیدتر شدن تنش (آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر از تشتک)، افزودن سوپرجاذب تا 60 کیلوگرم در هکتار موجب بالا رفتن درصد اسانس شد، هرچند مقادیر بالاتر از آن درصد اسانس را به شدت کاهش داد. با وجود سطح پایین درصد اسانس در تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر، کاربرد مقادیر بالاتری از پلیمر سوپرجاذب (240 و 300 کیلوگرم در هکتار) درصد اسانس را تا حدودی افزایش داد (شکل 5).

عملکرد اسانس دانه زیره سبز برآیند عملکرد دانه (شکل 4) و درصد اسانس (شکل 5) می‌باشد. روند تغییرات عملکرد اسانس (شکل 6) هم نشان دهنده این تأثیر می‌باشد، هرچند عملکرد دانه بیشتر از درصد اسانس تأثیر می‌پذیرد. بنابراین بیشترین عملکرد اسانس (36/5) کیلوگرم در هکتار) از تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر و کاربرد 60 کیلوگرم پلیمر سوپرجاذب به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد (بدون سوپرجاذب) در این سطح آبیاری افزایش معنی‌داری داشت. ولی مقادیر بالاتر پلیمر کاهش بسیار زیادی را در تولید اسانس به همراه داشت، طوری که کمترین عملکرد اسانس (0/9 کیلوگرم در هکتار) مربوط به گیاهانی بود که با مصرف 120 کیلوگرم پلیمر، پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک آبیاری شدند.

مقادیر کمتر و بیشتر از این مقدار، عملکرد دانه را کاهش داده است. هرچند سطح کلی عملکرد دانه در تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر بسیار پایین بود، ولی در تامین آب کافی (آبیاری پس از 50 و 100 میلی‌متر تبخیر) با کاربرد مقادیری از سوپرجاذب عملکرد به کمتر از شرایط تنش شدید خشکی (آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر) می‌رسد. با این توضیحات، کمترین عملکرد دانه (55 کیلوگرم در هکتار) مربوط به آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک و کاربرد 240 کیلوگرم سوپرجاذب در هر هکتار بود (شکل 4). درصد اسانس زیره با افزایش فاصله آبیاری از 50 تا 150 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به تدریج و به صورت معنی‌دار افزایش یافت ولی با افزایش شدت تنش (آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر) روند کاهش نشان داد. به طوری که بالاترین درصد اسانس (6/22 درصد) از تیمار آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر از تشتک و کاربرد 60 کیلوگرم سوپرجاذب به دست آمد. البته این مقدار درصد اسانس تفاوت معنی‌داری با تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر و کاربرد 180 کیلوگرم سوپرجاذب بیش از 180 کیلوگرم در هر هکتار نداشت. کمترین درصد اسانس (0/56 درصد) متعلق به تیمارهای آبیاری پس از 50 و 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک و مصرف 120 کیلوگرم سوپرجاذب در هکتار بود. در تامین نامحدود آب برای زیره (آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر)، بیشترین درصد اسانس از تیمار شاهد (بدون پلیمر) به دست آمد که با اضافه کردن هر مقدار از پلیمر درصد اسانس کاهش یافت. هرچند مقادیر بالاتر سوپرجاذب افت بیشتری را از نظر درصد اسانس



شکل 5- مقایسه میانگین‌های درصد وزنی-وزنی اسانس دانه زیره سبز تحت تاثیر مقادیر مختلف سوپرجاذب در رژیم‌های مختلف آبیاری. تیمارهای آبیاری پس از 50، 100، 150 و 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به ترتیب شرایط بدون تنش، تنش ملایم، متوسط و شدید کمبود آب می‌باشند. اشتباه استاندارد دقت اندازه‌گیری میانگین‌ها را نشان می‌دهند.

Figure 5- Means comparison of essential oil percent (W/W) in cumin plants affected by different super absorbent polymer amounts under irrigation regimes. Irrigation after 50, 100, 150 and 200 mm of evaporation from pan were respectively non-stress, mild, moderate and severe stress conditions. The standard errors show the accuracy in measuring averages.

این تیمار، عملکرد قابل قبولی با اضافه کردن 60 کیلوگرم سوپرجاذب در هکتار به دست می‌آید. با توجه به اینکه عملکرد اسانس در شرایط آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر بسیار پایین است، ولی در صورت استفاده از مقادیر بسیار بالاتر سوپرجاذب (300 کیلوگرم در هکتار)، عملکرد اسانس به بیش از دو برابر شاهد (بدون پلیمر) در این سطح آبیاری افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که در این سطح آبیاری تولید اسانس زیره سبز اقتصادی نباشد و فقط به جهت ملاحظات زیست محیطی و ایجاد پوشش سبز می‌توان در این شرایط اقدام به کشت زیره سبز نمود. اما در رابطه با رنگیزه‌های فتوسنتزی، می‌توان گفت که افزایش فاصله آبیاری بسته به شدت تنش، تولید کلروفیل را با محدودیت مواجه ساخته است. ولی کاربرد سوپرجاذب، هرچند به صورت متفاوت در سطوح مختلف آبیاری، توانسته است بر این محدودیت غلبه کرده و تولید کلروفیل را افزایش دهد.

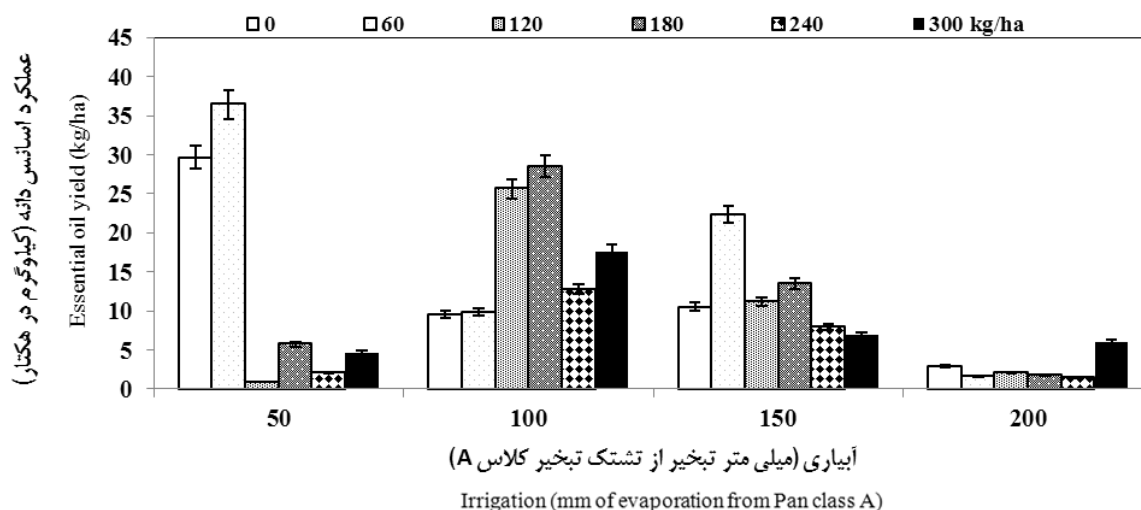
تنش خشکی تاثیر مستقیم بر کاهش شاخص کلروفیل برگ و در نتیجه عملکرد گیاه دارد (26). در شرایط تنش آب، انتقال الکترون در فتوسیستم II ذرت مختل شده (8) و در این وضعیت، الکترون اضافی خارج شده از آب، باعث تولید اکسیژن فعال و در نتیجه خسارت به غشاء سلولی به دلیل پراکسید شدن چربی‌ها، پروتئین‌ها و کاهش میزان کلروفیل گیاه می‌گردد (22). در چند مرحله اندازه‌گیری شاخص کلروفیل (SPAD) ذرت نشان داده شد که میزان این شاخص با افزایش کاربرد سوپرجاذب تا 70 کیلوگرم در

این کاهش بسیار بیشتر از عملکرد اسانس تولید شده تحت شرایط آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر بود. در تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر، کاربرد پلیمر سوپرجاذب تا 120 کیلوگرم در هکتار عملکرد اسانس را افزایش داد، اما در مقادیر بالاتر ابتدا این افزایش عملکرد متوقف شد و سپس کاهش یافت. افزایش عملکرد اسانس با مصرف پلیمر سوپرجاذب به خاک تا 60 کیلوگرم در هکتار و کاهش بعدی با مقادیر بالاتر پلیمر در تیمار آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر، تا حدودی مشابه تغییرات عملکرد اسانس در شرایط تامین نامحدود آب بود. در فواصل آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر، عملکرد اسانس بسیار پایین تر از سایر سطوح آبیاری بود. با این حال افزایش عملکرد معنی‌داری در کاربرد 300 کیلوگرم سوپرجاذب مشاهده می‌شود (شکل 6).

به‌طور کلی تامین آب در فواصل آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر با افزودن مقدار اندکی از سوپرجاذب (60 کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه و اسانس حداکثر را تولید می‌نماید. ولی در صورت عدم دسترسی به آب و افزایش فواصل آبیاری به دو برابر (آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک) برای حصول حداکثر عملکرد نیاز به کاربرد 120 کیلوگرم در هکتار پلیمر می‌باشد. باید توجه داشت که این ترکیب تیماری دارای حداکثر میزان اسانس دانه (درصد وزنی-وزنی) می‌باشد. حتی در شرایط بدتر (آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر) نیز به دلیل افزایش درصد اسانس همزمان با اعمال تنش کمبود آب در

کمتر مشاهده شد و یا ثابت بود.

هکتار روند افزایشی داشت، و در مقادیر بالاتر از آن افزایش در شاخص کلروفیل در بیشتر مراحل اندازه گیری (مراحل رشد) با سرعت



شکل 6- مقایسه میانگین‌های عملکرد اسانس دانه زیره سبز تحت تاثیر مقادیر مختلف سوپر جاذب در رژیم‌های مختلف آبیاری. تیمارهای آبیاری پس از 50، 100، 150 و 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به ترتیب شرایط بدون تنش، تنش ملایم، متوسط و شدید کمبود آب می‌باشند. اشتباه استانداردها دقت اندازه‌گیری میانگین‌ها را نشان می‌دهند.

Figure 6- Means comparison of essential oil yield in cumin plants affected by different super absorbent polymer amounts under irrigation regimes. Irrigation after 50, 100, 150 and 200 mm of evaporation from pan were respectively non-stress, mild, moderate and severe stress conditions. The standard errors show the accuracy in measuring averages.

مانند مطالعه حاضر (زیره سبز) سطوحی از سوپر جاذب از طریق بهبود تولید کلروفیل (کلروفیل a ، b ، و کلروفیل کل) بخشی از عملکرد از دست رفته توسط کمبود آب را جبران کرده است. به طور کلی، اثر متقابل معنی‌دار بین آبیاری و سوپر جاذب، کاربرد مقدار مشخصی از پلیمر را به عنوان سطح مطلوب برای هر کدام از رژیم‌های آبیاری توصیه می‌کند. طوری که این مقدار مطلوب برای عملکرد اسانس (محصول اصلی زیره سبز) متاثر از مقادیر مطلوب سوپر جاذب از نظر کلروفیل برگ، عملکرد دانه و درصد اسانس می‌باشد. تغییرات اجزای عملکرد اسانس نشان می‌دهد که مصرف مناسب مقدار پلیمر سوپر جاذب در صورت تامین آب به اندازه تیمار شاهد (بدون تنش، آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) 60 کیلوگرم، برای تنش ملایم (آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) 120 کیلوگرم، تنش متوسط (آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) 60 کیلوگرم، و برای تنش شدید (آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) برابر با 300 کیلوگرم در هر هکتار می‌باشد.

همچنین بیشترین شاخص کلروفیل در تامین 100 درصد نیاز آبی گیاه در کلیه مراحل نمونه‌برداری (1072 تا 1678 درجه-روز رشد) گزارش گردید (8). این یافته‌ها به نوعی جبران کاهش عملکرد (دانه و اسانس) در تنش کمبود آب را توسط کاربرد سطوحی از سوپر جاذب را در پژوهش حاضر توجیه می‌کند. بنابراین سوپر جاذب از طریق افزایش میزان کلروفیل در کلیه سطوح آبیاری (هرچند با مقادیر متفاوت در هر کدام از سطوح آبیاری) (شکل‌های 1 تا 3) و در نتیجه افزایش سبزمانی برگ‌ها در طی مرحله رشد رویشی و پرشدن دانه (10)، باعث افزایش عملکرد دانه (شکل 4) و به دنبال آن عملکرد اسانس (شکل 6) گردید.

در یک تحقیق روی بابونه آلمانی هم بیشترین عملکرد بیولوژیکی در شرایط تامین نامحدود آب (آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) حاصل شد، و با افزایش تدریجی فاصله آبیاری از میزان بیوماس تولیدی کاسته شد تا در تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر به حداقل رسید. با این حال در شرایط کمبود آب، سطوحی از سوپر جاذب توانست عملکرد بیوماس را در این گیاه بهبود بخشد. هرچند مقادیر سوپر جاذب برای جبران کاهش عملکرد در تیمارهای آبیاری یکسان نبود (24). در گیاه بابونه آلمانی هم مشابه

منابع

- 1- Abraham J., and Rajasekharan Pillai V.N. 1995. N, N-methylene bisacrylamide-crosslinked polyacrylamide for controlled release urea fertilizer formulations. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 26(19-20):3231-3241.
- 2- Ahmadian A., Ghanbari A., Ghalvi M., Siahsar B., and Arazmjo E. 2010. The effect different irrigation regimes and animal manure on nutrient, essential oil and chemical composition on cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Journal of Crop Ecophysiology (Agriculture Science)*, 16(4):83-94. (in Persian with English abstract)
- 3- Akhter S., Mahmood K., Malik K.A., Mardan A., Ahmad M., and Iqbal M.M. 2004. Effect of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. *Plant, Soil and Environment*, 50:463-469.
- 4- Al-Harbi A.R., Al-Omran A.M., Shalalay A.A., and Choudhary M.L. 1999. Efficacy of a hydrophilic polymer declines with time in greenhouse experiments. *HortScience*, 34(2):223-224.
- 5- Ben-Hur M., and Letey J. 1989. Effect of polysaccharides, clay dispersion, and impact energy on water infiltration. *Soil Science Society of America Journal*, 53:233-238.
- 6- Bowman D.C., and Evans R.Y. 1991. Calcium inhibition of polyacrylamide gel hydration is partially reversible by potassium. *HortScience*, 26:1063-1065.
- 7- Chatzopoulos F., Fugit J.F., and Ouillous L. 2000. Étude, en fonction de différents paramètres, de l'absorption et de la désorption d'eau par un copolymère acrylamide-acrylate de sodium reticule. *European Polymer Journal*, 36(1):51-60.
- 8- Earl H.J., and Davis R.F. 2003. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. *Agronomy Journal*, 95:688- 696.
- 9- Eikani M.H., Golmohammad F., Mirza M., and Rowshanzamir S. 2007. Extraction of volatile oil from cumin (*Cuminum cyminum*) with superheated water. *Journal of Food Process Engineering*, 30:255-266.
- 10- Fazeli Rostampour M., Seghatoleslami M.J., and Moosavi G.R. 2010. The study of drought stress effect and superabsorbent on relative water content and leaf chlorophyll index and its relationship with seed yield in corn (*Zea mays* L.). *Crop Physiology*, 2(1):19-31. (in Persian with English abstract)
- 11- Ganji Khorramdel N. 1999. The effect of super absorbent polymer PR 3005A on some physical properties of soil. MSc. Dissertation, Tarbiat Modarres University. (in Persian)
- 12- Gross J. 1991. Pigment in vegetables, Van Nostrand Reinhold, New York.
- 13- Hashemi-Dezfooli A., Koocheki A. and Banayan-Avval K. 1996. Improving crops yield (Translation). Jihad-e-Daneshgahi Mashhad Press. (In Persian)
- 14- Lichtenthaler H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148:350-382.
- 15- Helalia A., and Letey J. 1988. Cationic polymer effects on infiltration rates with a rainfall simulator. *Soil Science Society of America Journal*, 52:247-250.
- 16- Kafi M., and Keshmiri E. 2011. Study of yield and yield components of Iranian land race and Indian RZ19 cumin (*cuminum cyminum*) under drought and salinity stress. *Journal of Horticulture Science (Agricultural Sciences and Technology)*, 25(3):327-334. (in Persian with English abstract)
- 17- Kafi M., Rashed Mohassel M.H., Koocheki A., and Molafaiyi A. 2002. Cumin, production and processing. Zaban va Adab Publication, Tehran, Iran. (In Persian)
- 18- Mikkelsen R.L. 1994. Using hydrophilic polymer to control nutrient release. *Fertilizer Research*, 38:53-59.
- 19- Omidbaigi R. 1995. Production and processing of medicinal plants. No.1, Astan Quds Razavi Publication. Mashhad, Iran (In Persian).
- 20- Omidbaigi R. 2011. Production and processing of medicinal plants. No.3, Astan Quds Razavi Publication. Mashhad, Iran. (In Persian)
- 21- Ovsati Z. 1992. Laboratory techniques in biochemistry. Jihad-e-Daneshgahi Pub., Tehran, Iran. (In Persian)
- 22- Parry M.A.J., Andraloje P.J., Khan S., Lea P.J., and Keys A.J. 2002. Rubisco activity: Effects of drought stress. *Annals of Botany*, 89:833- 839.
- 23- Rahimian Mashhadi H. 1992. Effect of planting dates and irrigation regime on Cumin growth and yield. I.R.O.S.T. Khorasan Center, Mashhad, Iran. (in Persian)
- 24- Razban M., and Pirzad A. 2011. Evaluate the effect of varying amounts of super absorbent under different irrigation regimes on growth and water deficit tolerance of German chamomile (*Matricaria chamomilla*) as a second crop. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 21(4): 124- 137. (in Persian with English abstract)
- 25- Sadeghi B. 1991. Rates of nitrogen and irrigation on Cumin production. I.R.O.S.T. Khorasan Center, Mashhad, Iran. (in Persian)

- 26- Schlemmer M.R, Francis D.D., Shanahan J.F., and Schepers J.S. 2005. Remotely measuring chlorophyll content in corn leaves with differing nitrogen levels and relative water content. *Agronomy Journal*, 97:106-112.
- 27- Soyjka R.E., and Lentz R.D. 1997. Reduction furrow irrigation erosion with polyacrylamide. *Journal of Production Agriculture*, 10:47-52.
- 28- Teyel M.Y., and EL-Hady O.A. 1981. Super gel as a soil conditioner. *Acta Horticulturae*, 119:247-250.
- 29- Wang Y., and Boogher C.A. 1987. Effect of medium-incorporated hydrogel on plant growth and water use of two foliage species. *Journal of Environmental Horticulture*, 5:125-127.
- 30- Yazdani F., Alahdadi I., Akbari G., and Behbahani M.R. 2007. Effect of different rates of superabsorbent polymer (Tarawat A200) on soybean yield and yield components (*Glycine max* L.). *Pajouhesh-va-Sazandegi*, 75:167-174. (in Persian with English abstract)



بررسی خصوصیات مورفولوژیکی، راندمان آب مصرفی و اسانس ریحان

(*Ocimum basilicum* var. *keshkeni luvelou*) تحت تأثیر

کاربرد برگ پنی‌رک و پلیمر سوپر جاذب

سمیه بیگی^{1*} - مجید عزیزی² - سید حسین نعمتی³ - وحید روشن⁴

تاریخ دریافت: 1392/08/08

تاریخ پذیرش: 1394/01/16

چکیده

کمبود آب و تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید گیاهان دارویی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است. ریحان به‌عنوان یکی از گیاهان دارویی باارزش و حساس به کم‌آبی برای مطالعه در این پژوهش انتخاب گردید. به‌منظور افزایش بهره‌وری مصرف آب در تولید ریحان، یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، تیمارها شامل دو پلیمر سوپر جاذب استاکوزورب (صنعتی) و برگ پنی‌رک (گیاهی)، هر کدام در چهار غلظت 0، 0/1 درصد، 0/2 درصد و 0/3 درصد (وزنی/وزنی)، با دو روش کاربرد (مخلوط با خاک و ریشه و روش مخلوط با خاک) در سه تکرار اجرا گردید. نتایج نشان داد که تمام تیمارها و به‌خصوص اثرات متقابل آنها اثرات مثبت و معنی‌دار بر صفات اندازه‌گیری شده شامل: صفات مورفولوژیک (تعداد برگ، سطح برگ، عملکرد خشک اندام‌هوایی) راندمان آب مصرفی و صفات بیوشیمیایی میزان و عملکرد اسانس در زمان گلدهی بودند. هر دو پلیمر با کاهش شدت تنش خشکی راندمان آب مصرفی را بهبود بخشیدند. برگ پنی‌رک (0/1 درصد و 0/2 درصد) با روش کاربرد در خاک و ریشه تعداد و سطح برگ و در غلظت 0/3 درصد عملکرد خشک اندام‌هوایی، راندمان آب مصرفی، میزان و عملکرد اسانس را افزایش داد. تیمار استاکوزورب (0/2 درصد) عملکرد خشک اندام‌هوایی و راندمان آب مصرفی را با هر دو روش استفاده (کاربرد در خاک و کاربرد در ریشه) و با همین غلظت و روش کاربرد در خاک تعداد و سطح برگ را افزایش داد. صفات عملکرد اسانس و میزان اسانس با روش کاربرد استاکوزورب در خاک و ریشه، به ترتیب در غلظت‌های 0/2 درصد و 0/3 درصد افزایش یافتند.

واژه‌های کلیدی: استاکوزورب، پلیمر آبدوست، راندمان آب مصرفی، گیاهان دارویی، موسیلاژ

مقدمه

گیاهان دارویی مخازن غنی از مواد مؤثره و اولیه در ساخت بسیاری از داروها بشمار می‌روند (13). ریحان (*Ocimum basilicum* L.) یکی از گیاهان دارویی مهم متعلق به تیره نعناع (Lamiaceae) است که به‌عنوان گیاه دارویی، ادویه‌ای و همچنین به‌صورت سبزی تازه مورد استفاده قرار می‌گیرد (14). مواد مؤثره پیکر رویشی این گیاه خاصیت ضد قارچی و ضدباکتریایی داشته، اشتهاآور است و برای معالجه نفخ شکم و کمک به هضم غذا استفاده می‌شود و نیز کاربرد وسیعی در صنایع غذایی، دارویی و

آرایشی - بهداشتی دارد (13). ترکیبات عمده (متیل‌کاوایکول⁵، لینالول⁶، کامفور⁷، ژرانیول⁸ و سینئول⁹) و مقدار اسانس ریحان (بین 0/5 تا 1/5 درصد) با توجه به شرایط اقلیمی محل رویش متفاوت می‌باشد (14). این گیاه در طول فصل رشد به آبیاری فراوان احتیاج دارد (14). با توجه به قرار گرفتن کشور ایران در نواحی خشک و نیمه خشک جهان (19)، نزولات جوی اندک و پراکنده در اکثر مناطق و عدم تامین نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی (6) و قرار گرفتن در معرض تنش خشکی، اتخاذ تدابیری مانند بهبود کارایی مصرف، استفاده بهینه از منابع آب و راهکارهای مقابله با تنش و کمبود آب در اولویت تحقیقاتی قرار دارد. از جمله راهکارهای افزایش راندمان آبیاری در

1 و 2 و 3- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، استاد و استادیار گروه علوم

باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(* - نویسنده مسئول: (Email: s.beigi61@gmail.com)

4- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

5 - Methyl chavicol

6 - Linalool

7 - Camphor

8 - Geraniol

9 - Cineole

با توجه به اهمیت آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیکی و اسانس گیاه ریحان هدف از این مطالعه بررسی تاثیر سوپرچاذب استاکوزورب و موسیلاژ برگ پنیرک بر راندمان آب مصرفی، میزان و عملکرد اسانس ریحان اصلاح شده بود؛ تا بتوان ضمن گام برداشتن به سمت کشاورزی پایدار، با کاهش هزینه‌های تولید محصولات کشاورزی، به حفظ محیط زیست نیز کمک کرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی، به صورت گلدانی در سال 92-1391، بصورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد و تأثیر دو پلیمر سوپرچاذب استاکوزورب⁴ (صنعتی) و موسیلاژ برگ گیاه پنیرک⁵ پنیرک⁵ (گیاهی) هر کدام در چهار سطح: صفر (شاهد)، 0/1 درصد، 0/2 درصد و 0/3 درصد (وزنی/وزنی) (به ترتیب صفر، 7 گرم، 14 گرم و 21 گرم در 7 کیلوگرم خاک هر گلدان)، با دو روش کاربرد: مخلوط کردن پلیمرها با خاک و ریشه گیاه و مخلوط کردن پلیمرها فقط با خاک (شکل 1) بر روی بعضی خصوصیات مورفولوژیکی (تعداد برگ، سطح برگ، عملکرد خشک اندام هوایی)، راندمان آب مصرفی و دو خصوصیت مهم بیوشیمیایی درصد و عملکرد اسانس در مرحله گلدهی ریحان مورد بررسی قرار گرفتند.

ابتدا بذور ریحان اصلاح شده رقم *kuvelou keshkeni* در خرداد ماه در زمین کشت شد و گیاهان در مرحله چهار برگی داخل گلدان‌ها نشاء گردیدند (5 بوته به عنوان مشاهده در هر گلدان). پلیمرها بعد از توزین بر اساس غلظت‌های تعیین شده با آب مخلوط شدند و هیدروژل تهیه گردید. بعد از استقرار نشاءها، آبیاری تمامی تیمارها بعد از رسیدن بیشترین غلظت (0/3 درصد) به نقطه پژمردگی با یک میزان آب مشخص برای تمامی تیمارها انجام شد. در نتیجه در این حالت علاوه بر تیمار مذکور تیمارهایی که سطوح کمتری (صفر، 0/1 درصد، 0/2 درصد) از پلیمرها را دارا بودند زودتر به نقطه پژمردگی رسیده و در معرض تنش کم‌آبی قرار گرفته بودند. هدف از این کار مشخص شدن بهترین راندمان آب مصرفی با توجه به تیمارهای مورد استفاده بود.

به منظور اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی، بوته‌ها در زمان گلدهی برداشت شدند و تعداد برگ، سطح برگ (با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج مدل Delta T) اندازه‌گیری گردید. راندمان آب مصرفی با توجه به وزن خشک (گرم) بوته‌های هر گلدان و میزان آب مصرف شده جهت آبیاری آنها تا زمان برداشت (زمان گلدهی) از فرمول مذکور محاسبه گردید (2).

پروژه‌های مختلف بخش کشاورزی (به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک) استفاده و بهره‌گیری متناسب از مواد جاذب‌الرطوبت می‌باشد (17). پلیمرهای سوپرچاذب ترکیبات آلی از پلی‌آکریلات پتاسیم و کوپلیمرهای پلی‌آکریل آمید بوده و به صورت مصنوعی تولید می‌شوند (16). این مواد بی‌بو، بی‌رنگ و بدون خاصیت آلایندگی خاک، آب و بافت گیاه هستند (16 و 17). این شبکه‌های هیدروفیلی مقادیر زیادی آب یا محلول‌های آبدار را جذب کرده و در خود نگه می‌دارند. لذا به عنوان یک ماده افزودنی به خاک در کشاورزی استفاده شده و با اصلاح محیط ریشه گیاه و افزایش نگه‌داشت آب در محیط رشد گیاه و امکان افزایش دور آبیاری، در نهایت با کاهش تنش ناشی از خشکی سبب بهبود رشد گیاه می‌شوند (1 و 2). موسیلاژها از بهترین منابع هیدروکلوئیدهای پلی‌ساکاریدی گیاهی بوده، با سایر هیدروکلوئیدها با منشأ گیاهی (نشاسته، قندها و پروتئین‌ها) سازگاری داشته و عموماً شامل کربوهیدرات‌هایی نظیر: آرابینوز¹، زایلوز²، اورنیک اسید³ به همراه سلولز و سایر پلی‌ساکاریدهای محلول در آب می‌باشند (11). موسیلاژها با کاهش پتانسیل آب در حد فاصل خاک و ریشه گیاه باعث کاهش نیاز به آب زیاد در گیاه می‌شوند (4). تا کنون تحقیقات اندکی در مورد تأثیر تنش خشکی بر گیاهان دارویی و نیز کاربرد و تأثیر پلیمرهای سوپرچاذب بر گیاهان یکساله حساس، سبزیجات آبدوست و عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی اسانس گیاهان دارویی انجام شده است. توحیدی مقدم و همکاران اظهار داشتند در شش ژنوتیپ مختلف کلزا تحت تنش خشکی با کاربرد پلیمر سوپرچاذب اثرات مخرب کمبود آب (کاهش فتوسنتز و محتوای کلروفیل) و نیز نیاز آبی کاهش و عملکرد افزایش یافت (20). تأثیر سوپرچاذب 1200 (6 گرم در کیلوگرم) برای گیاهان برگ نو حفظ آب را 33 درصد نسبت به شاهد افزایش داد (1). با کاربرد پلیمر 1% آکوازورب برای نشاء سه گونه آنریپلکس، کاج و سپیدار، میزان و دور آبیاری کاهش و بقاء نشاءها را در هر سه گونه افزایش یافت (18). تنش کم آبی 25 درصد و 50 درصد ظرفیت زارعی به ترتیب در دو گیاه دارویی بادرنشایی و بابونه باعث کاهش عملکرد پیکر رویشی عملکرد اسانس و عملکرد گل گردید که استفاده از کود دامی باعث باعث افزایش عملکرد شد (3 و 15). طبق گزارش عابدی کوپایی و اسد کاظمی پلیمر سوپرچاذب 1200 علاوه بر کاهش تعداد دفعات آبیاری به خصوص در خاکهای سبک، بر شاخص‌های رشد یک گونه درختچه زینتی (سرو نقره‌ای) اثرات مثبتی داشت (5). مصرف ژئولیت در شرایط تنش خشکی عملکرد خشک و درصد اسانس گیاه بادرنشایی را افزایش داد (8). اثر متقابل بیوسولفور، نیتروکسین و سوپرچاذب باعث افزایش عملکرد در گیاه ریحان گردید (19).

- 1 - Arabinose
- 2 - Xylose
- 3 - Uronic acid

- 4 - Stockosorb
- 5 - *Malva sylvestris*



شکل 1- روش های استفاده از پلیمرهای آبدوست (استاکوزروب و برگ پنیرک)

Figure1- Methods of using hydrophilic polymers

ب. مخلوط کردن با ریشه

b. Mixed with root

الف. مخلوط کردن با خاک

a. Mixed with soil

سطح برگ

بر اساس جدول تجزیه واریانس (1) اثر ساده تیمارهای نوع ماده و روش کاربرد آن‌ها، تفاوت معنی‌داری بر صفت سطح برگ نشان نداد ولی اثر ساده تیمار غلظت و اثرات متقابل تمامی تیمارها، بجز اثر متقابل روش کاربرد و غلظت‌های مختلف، بر صفت سطح برگ اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال 1 درصد نشان دادند. طبق مقایسه میانگین داده‌ها (جدول 3) بیشترین سطح برگ (328/12) سانتی‌متر مربع) مربوط به اثر متقابل سه فاکتور برگ پنیرک 0/1 درصد بکار رفته در خاک و ریشه بود که با اثر متقابل سه فاکتور استاکوزروب 0/2 درصد بکار رفته در خاک تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین سطح برگ (98/02 سانتی‌متر مربع) نیز مربوط به تیمار شاهد بود.

عملکرد ماده خشک اندام هوایی

در مورد عملکرد خشک اندام هوایی با توجه به جدول تجزیه واریانس (1)، در اثر ساده تیمارهای روش کاربرد و نوع پلیمر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و اثر ساده غلظت‌های مختلف و اثر متقابل سایر تیمارها در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار شدند. با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول 3)، بیشترین عملکرد خشک اندام هوایی (4/90 گرم در بوته) مربوط به اثر متقابل سه فاکتور برگ پنیرک 0/3 درصد بکار رفته در خاک و ریشه بود که با اثر متقابل سه فاکتور استاکوزروب 0/2 درصد بکار رفته در خاک و ریشه تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین کمترین عملکرد خشک اندام هوایی (1/98 گرم در بوته) متعلق به شاهد بود. با استفاده از هر دو پلیمر آبدوست استاکوزروب و برگ پنیرک، بعلت فراهم شدن آب در حد مطلوب، عملکرد خشک اندام هوایی افزایش یافت.

میزان آب مصرفی / وزن ماده خشک (gr) = راندمان آب مصرفی

جهت اندازه‌گیری بازده اسانس (به روش حجمی)، 30 گرم از سرشاخه‌های هر نمونه، پس از خشک شدن کامل در سایه و در دمای معمولی اتاق به مدت 5 روز، جهت استخراج اسانس توسط دستگاه کلونجر و با روش تقطیر با آب بمدت 4 ساعت در یک مرحله مورد استفاده قرار گرفت. عملکرد اسانس از حاصل ضرب محتوای اسانس گیاهان در وزن خشک مربوطه محاسبه شده و بر اساس میلی‌لیتر در تک بوته مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار JMP8، مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) و رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج

تعداد برگ

اثر ساده و متقابل تمام تیمارها برای صفت تعداد برگ در ریحان در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود (جدول 1). نتایج حاصل از بررسی مقایسه میانگین‌ها (جدول 3) نشان داد که بیشترین تعداد برگ (149/89 در بوته) بواسطه اثر متقابل سه فاکتور استاکوزروب 0/3 درصد بکار رفته در خاک بدست آمد که با اثر متقابل سه فاکتور استاکوزروب 0/2 درصد بکار رفته در خاک تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین تعداد برگ (69/18 در بوته) مربوط به تیمار شاهد بود. طبق نتایج بدست آمده (جدول 3) برگ پنیرک در غلظت‌های 0/2 درصد و 0/1 درصد روش کاربرد در خاک و ریشه نیز تأثیر مطلوبی بر تعداد برگ داشت.

جدول 1- تجزیه واریانس تیمارها بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی، راندمان آب مصرفی و اسانس ریحان

Table 1- Analysis of variance treatments on some morphological characteristics, water use efficiency and basil essential oil

منابع تغییر Treatments	درجه آزادی DF	عملکرد اسانس essential oil yield	میزان اسانس essential oil content	راندمان آب مصرفی water use efficiency	عملکرد خشک اندام هوایی Dry matter	سطح برگ leaf area	تعداد برگ Leaf number
تکرار (Replication)	2	0.0006 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.006 ^{ns}	0.13 ^{ns}	12.51 ^{ns}	288.26 ^{**}
روش کاربرد (Application methods)	1	0.007 ^{**}	0.033 ^{**}	0.014 [*]	0.60 ^{ns}	926.03 ^{ns}	893.29 ^{**}
نوع پلیمر (Polymers)	1	0.0006 ^{ns}	0.005 ^{**}	0.017 ^{**}	0.40 ^{ns}	338.94 ^{ns}	756.92 ^{**}
غلظت (Concentration)	3	0.015 ^{**}	0.079 ^{**}	0.169 ^{**}	11.69 ^{**}	67978.44 ^{**}	6338.80 ^{**}
روش کاربرد × غلظت (Application methods×Concentration)	3	0.008 ^{**}	0.017 ^{**}	0.013 ^{**}	0.26 ^{ns}	924.57 ^{**}	2182.68 ^{**}
نوع پلیمر × غلظت (Polymers×Concentration)	3	0.001 [*]	0.006 ^{**}	0.013 ^{**}	1.61 ^{**}	4578.72 ^{ns}	508.98 ^{**}
روش کاربرد × نوع پلیمر (Application methods×Polymers)	1	5.77 ^{ns}	0.073 ^{**}	0.025 ^{**}	5.04 ^{**}	26234.70 ^{**}	8213.97 ^{**}
روش کاربرد × نوع پلیمر × غلظت (Application methods×Polymers× Concentration)	3	0.002 ^{**}	0.018 ^{**}	0.015 ^{**}	1.93 ^{**}	3421.29 ^{**}	1286.06 ^{**}
خطا (Error)	30	0.0003	0.0008	0.002	0.40	688.53	78.39

ns, **, * به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال $p < 0/05$ و $p < 0/01$

ns, **, * no significant and significant at the probability of $p < 5\%$ and $p < 1\%$ Respectively

راندمان آب مصرفی

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس (1)، اثر ساده تیمار روش کاربرد در سطح احتمال 5% و نیز اثرات ساده و متقابل سایر تیمارها بر صفت راندمان آب مصرفی نیز در سطح احتمال 1 درصد معنی دار شدند. طبق جدول مقایسه میانگین (جدول 3) تمامی تیمارها از نظر راندمان آب مصرفی نسبت به شاهد برتری (تقریباً 30 درصد) داشتند. بیشترین راندمان آب مصرفی (60 درصد) در اثر متقابل سه فاکتور استاکوزورب 0/2 درصد بکار رفته در خاک بدست آمد با اثر متقابل سه فاکتور برگ پنیرک 0/3 درصد بکار رفته در خاک و ریشه (59 درصد) تفاوت معنی داری نداشت و کمترین راندمان آب مصرفی متعلق به تیمار شاهد (26 درصد) بود. این نتایج با نتایج بدست آمده با عملکرد ماده خشک اندام هوایی مطابقت داشت. نتایج نشان داد (جدول 3) که برگ پنیرک با روش کاربرد در خاک و ریشه نسبت به روش کاربرد آن در خاک، در افزایش راندمان آب مصرفی مؤثرتر (10 درصد) بود؛ که احتمالاً این نتیجه به علت در دسترس بودن آب در اختیار گیاه از اوایل انتقال نشا به گلدان در نتیجه نگهداری بهتر آب در منطقه ریشه و کمک به جذب آب توسط گیاه بود ولی برای پلیمر سوپرجاذب استاکوزورب، روش کاربرد تأثیر چشمگیری در افزایش راندمان آب

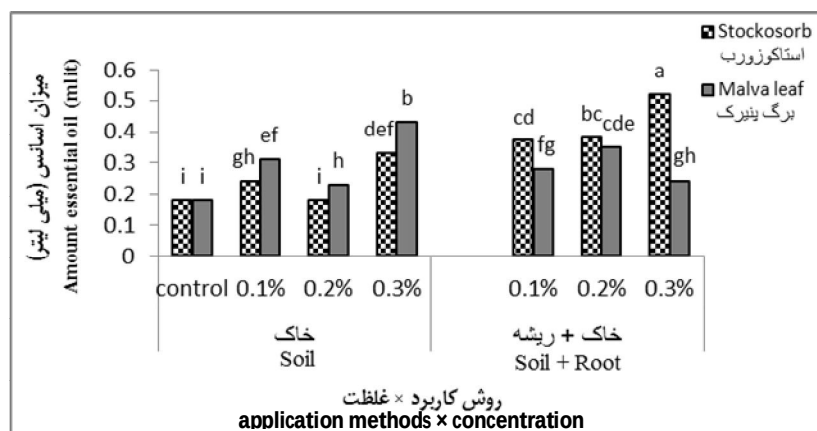
مصرفی نداشت.

میزان اسانس

با توجه به جدول تجزیه واریانس (1) تأثیر ساده تیمار نوع پلیمر در سطح احتمال 5 درصد و اثرات ساده و متقابل سایر تیمارها در سطح احتمال 1 درصد در صفت میزان اسانس معنی دار شدند. بیشترین میزان اسانس (0/52 میلی لیتر) در اثر متقابل سه فاکتور استاکوزورب 0/3 درصد بکار رفته در خاک و ریشه و کمترین میزان اسانس (0/18 میلی لیتر) مربوط به شاهد بود (شکل 2). با توجه به نتایج (شکل 2) با افزایش غلظت پلیمرها (0/3 درصد) (برگ پنیرک با روش کاربرد در خاک و استاکوزورب با روش کاربرد در خاک و ریشه) میزان اسانس افزایش یافت. نتایج این پژوهش بیانگر این حقیقت می باشد که تیمارهای اعمال شده موفق شدند با کنترل روابط آبی بین خاک و گیاه در افزایش میزان اسانس مثمرر واقع شوند.

عملکرد اسانس

طبق جدول تجزیه واریانس (1)، اثر ساده تیمار نوع پلیمر و اثر متقابل نوع پلیمر و روش کاربرد برای صفت عملکرد اسانس معنی دار نشد.



شکل 2- اثر متقابل پلیمرها × روش کاربرد × غلظت بر میزان اسانس ریحان برحسب میلی لیتر

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار ($p < 0.01$) نمی باشند.

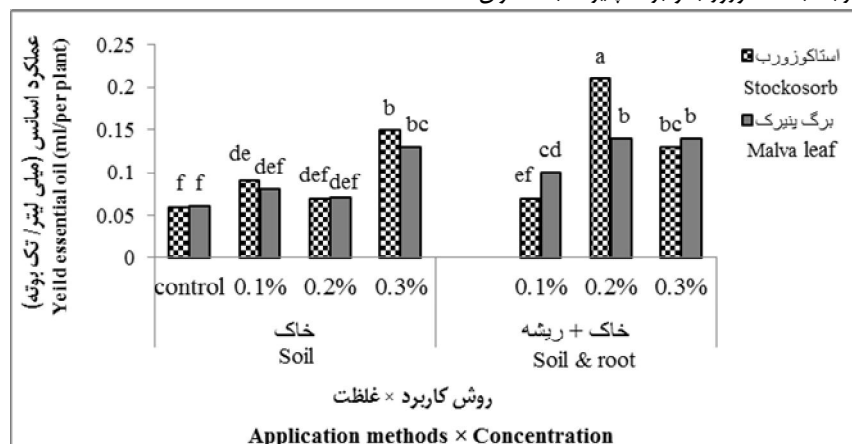
Figure 2- The interaction effect of polymers × application methods × concentrations on amount of basil essential oil (mlit). Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P < 0.01$)

یک پلیمر آبدوست گیاهی و نگه‌دارنده آب (بعلت دارا بودن موسیلاژ) جهت مهیا نمودن آب برای گیاه در شرایط کم‌آبی مفید بود، به‌صورتیکه نتایج مربوط به کاربرد این مواد بر روی خصوصیات مورفولوژیکی، راندمان آب مصرفی و اسانس ریحان، نسبت به شاهد برتری داشت. با توجه به نتایج بدست آمده از اعمال تیمارهای مختلف بر گیاه ریحان، چنین استنباط می‌شود که برگ‌پنیرک با روش استفاده در خاک و ریشه در غلظت‌های کمتر (0/1 درصد و 0/2 درصد) تعداد و سطح برگ و در غلظت بیشتر (0/3 درصد) عملکرد خشک اندام- هوایی، راندمان آب مصرفی، میزان و عملکرد اسانس را افزایش داد.

اثرات متقابل تیمار نوع پلیمر و غلظت در سطح احتمال 5 درصد و اثر ساده و متقابل سایر تیمارها در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار شدند. نتایج نشان می‌دهد که تمامی تیمارها به علت فراهم کردن آب برای گیاه و در نتیجه رشد بهتر گیاه عملکرد اسانس را نسبت به شاهد افزایش دادند. بیشترین عملکرد اسانس (21 درصد) متعلق به اثر متقابل سه فاکتور استاکوزورب 0/2 درصد بکار رفته در خاک و ریشه و کمترین عملکرد اسانس (6 درصد) مربوط به شاهد بود (شکل 3).

بحث

استفاده از پلیمرسوپرجاذب استاکوزورب و برگ پنیرک به‌عنوان



شکل 3- اثر متقابل پلیمرها × روش کاربرد × غلظت بر عملکرد اسانس ریحان.

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار ($p < 0.01$) نمی باشند.

Figure 3- The interaction effect of polymers × application methods × concentrations on amount of yield essential oil of basil. Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P < 0.01$)

جدول 2- مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارها بر برخی صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی ریحان اصلاح شده

Table 2- Mean comparison the single effects of treatments on some morphological and biochemical characteristic of basil

تیمارها Treatments	راندمان آب مصرفی Water use efficiency (gr/lit)	عملکرد خشک اندام هوایی Dry matter (gr)	سطح برگ Leaf area (cm ²)	تعداد برگ Leaf number (In plant)
روش (Method)				
خاک (Soil)	0.39 b	3.27 a	209.55 a	104.51 a
خاک + ریشه (Soil + Root)	0.43 a	3.49 a	200.76 b	95.88 b
پلیمرها (Polymers)				
استاکوزورب (Stockosorb)	0.43 a	3.29 a	202.50 a	104.17 a
برگ پنیرک (Malva leaf)	0.39 b	3.47 a	207.81 a	96.22 b
غلظت (Concentration)				
شاهد (0) (Control)	0.26 c	1.98 c	98.02 c	69.18 d
0.1%	0.38 b	3.54 b	254.61 a	98.51 c
0.2%	0.52 a	4.29 a	260.52 a	123.07 a
0.3%	0.49 a	3.71 b	207.48 b	110.02 b

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری (آزمون LSD) با احتمال $p < 0/05$ تفاوت معنی داری با هم ندارند.

No significant difference statistically at the probability $p < 5\%$ (LSD test) in the treatment with at least one letter common

تحت تأثیر قرار داده، رشد گیاه کم شده و عدم گلدهی بوتۀ تحت تنش شدید، باعث کاهش میزان اسانس گیاه شود. هم‌چنین کاهش عملکرد اسانس، که تابعی از درصد اسانس و عملکرد گیاه است، ممکن است ناشی از آثار زیانبار تنش آبی بر رشد و پیکر رویشی گیاه در نتیجه کاهش رطوبت خاک باشد. بنابراین وجود ترکیباتی که آب را در شرایط کم‌آبی در اختیار گیاه قرار می‌دهد؛ با مانعت از کاهش زیاد رشد رویشی و تأثیر نامطلوب آن به‌خصوص بر گیاهان دارویی که اندام هوایی آنها جهت اسانس‌گیری استفاده می‌شود بسیار کارآمد و مفید می‌باشند. افزایش عملکرد و میزان اسانس در نتیجه استفاده از پلیمرهای آبدوست بکار رفته در این تحقیق با نتایج سایر محققان (3)، 8 و 15) مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش، نتایج مطلوبی با استفاده از کاربرد پلیمر سوپرجاذب استاکوزورب و برگ پنیرک بر خصوصیات مورفولوژیکی، راندمان آب مصرفی و اسانس گیاه ریحان بدست آمد. با توجه به اینکه در کشت گیاهان دارویی فراهم آوردن شرایطی که باعث افزایش عملکرد محصول و کمیت اسانس بطور همزمان باشد؛ حائز اهمیت است. بنابراین با توجه به نتایج، بهترین روش استفاده از برگ پنیرک و استاکوزورب با غلظت‌های بیشتر (0/3 درصد وزنی) و روش کاربرد در خاک یا استفاده از هر دو پلیمر با روش کاربرد در خاک و ریشه با غلظت متوسط (0/2 درصد) می‌باشد؛ تا شرایط مطلوب جهت بهبود خصوصیات مورفولوژیکی و افزایش عملکرد و میزان اسانس در شرایط کم‌آبی بصورت همزمان حاصل گردد.

در تیمار استاکوزورب عملکرد خشک اندام‌هوائی و راندمان آب مصرفی با هر دو روش استفاده (کاربرد در خاک و کاربرد در خاک و ریشه) در غلظت متوسط (0/2 درصد) افزایش یافت. هم‌چنین استاکوزورب بهترین نتایج را بر روی تعداد و سطح برگ در غلظت 0/2 درصد و کاربرد در خاک دارا بود و صفات عملکرد اسانس و میزان اسانس با روش کاربرد استاکوزورب در خاک و ریشه، به ترتیب در غلظت‌های 0/2 درصد و 0/3 درصد افزایش یافتند.

پلیمرهای سوپرجاذب می‌توانند توسط جذب آب حاصل از آبیاری و بارندگی، از فرونشست عمقی آب جلوگیری کرده و با کاهش دور آبیاری و کاهش میزان آب مصرفی، کارایی آب مصرفی را افزایش دهند (21 و 22). پلیمرهای بکار رفته در این تحقیق (استاکوزورب و برگ پنیرک) از طریق ذخیره و در دسترس قرار دادن آب در محیط رشد گیاه و بهبود راندمان آب مصرفی (30 درصد) و با کاهش اثرات تنش خشکی، مانع از کاهش رشد سلول‌ها و در نتیجه کاهش سطح برگ در بوته‌های ریحان شده، هم‌چنین از ریزش برگ‌ها در اثر کم‌آبی جلوگیری نموده و مانع از کاهش زیست‌توده و عملکرد ماده خشک در ریحان شدند. محققان دیگری نیز تأثیر مثبت استفاده از سوپرجاذب‌ها بر افزایش راندمان آبیاری (10 و 20)، جلوگیری از کاهش تعداد و سطح برگ و افزایش عملکرد وزن خشک و عملکرد بیولوژیک گیاهان را در شرایط تنش خشکی گیاهان ثابت نمودند (5، 7، 9، 15 و 17) در شرایط تنش شدید عملکرد و میزان اسانس هر دو کاهش می‌یابند. با توجه به نتایج تحقیقات سایر پژوهشگران (6 و 12) تنش در حد متوسط باعث افزایش میزان اسانس در برخی گیاهان دارویی می‌شود، نه در حدی که تمام فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه را

جدول 3- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها بر برخی صفات مورفولوژیکی، راندمان آب مصرفی و اسانس ریحان

Table 3- Mean comparison the interaction effects of treatments on some morphological characteristic, water use efficiency and essential oil of basil

تیمارها Treatments	عملکرد اسانس Essential oil yield (ml/plant)	میزان اسانس Essential oil content	راندمان آب مصرفی Water use efficiency (gr/lit)	عملکرد خشک اندام هوایی Dry matter (gr)	سطح برگ Leaf area (cm ²)	تعداد برگ Leaf number (In plant)
روش کاربرد × غلظت (Application methods × Concentration)						
شاهد (Control)	0.06 d	0.18 d	0.26 d	1.98 c	98.02 d	69.18 e
خاک × 0/1 درصد (Soil × 0.1%)	0.08 c	0.27 c	0.34 c	3.52 b	248.99 a	98.27 c
خاک × 0/2 درصد (Soil × 0.2%)	0.07 cd	0.20 d	0.54 a	3.97 ab	274.07 a	116.54 b
خاک × 0/3 درصد (Soil × 0.3%)	0.14 b	0.38 a	0.44 b	3.61 b	217.12 bc	134.05 a
خاک + ریشه × 0/1 درصد (Soil + Root × 0.1%)	0.08 c	0.32 b	0.42 b	3.57 b	260.24 a	98.56 c
خاک + ریشه × 0/2 درصد (Soil + Root × 0.2%)	0.18 a	0.36 a	0.50 a	4.62 a	246.96 ab	129.61 a
خاک + ریشه × 0/3 درصد (Soil + Root × 0.3%)	0.13 b	0.38 a	0.54 a	3.81 b	197.84 c	85.99 d
نوع پلیمر × غلظت (Polymers × Concentration)						
شاهد (Control)	0.06 d	0.18 d	0.26 d	1.98 d	98.02 d	69.18 e
استاکوزورب × 0/1 درصد (Stockosorb × 0.1%)	0.08 c	0.30 bc	0.37 c	3.08 c	226.94 bc	97.14 d
استاکوزورب × 0/2 درصد (Stockosorb × 0.2%)	0.14 a	0.28 c	0.58 a	4.67 ab	280.48 a	136.15 a
استاکوزورب × 0/3 درصد (Stockosorb × 0.3%)	0.14 a	0.42 a	0.52 b	3.43 bc	204.75 c	114.20 b
برگ پنیرک × 0/1 درصد (Malva leaf × 0.1%)	0.09 bc	0.30 c	0.39 c	4.01 bc	282.29 a	99.88 cd
برگ پنیرک × 0/2 درصد (Malva leaf × 0.2%)	0.11 b	0.29 c	0.46 b	3.92 b	240.56 b	109.99 bc
برگ پنیرک × 0/3 درصد (Malva leaf × 0.3%)	0.13 a	0.33 b	0.46 b	3.99 ab	210.39 bc	105.85 bcd
نوع پلیمر × روش کاربرد (Application methods × Polymers)						
خاک × استاکوزورب (Stockosorb × Soil)	0.09 b	0.23 d	0.44 a	3.57 a	230.27 a	121.56 a
خاک + ریشه × استاکوزورب (Stockosorb × Soil + root)	0.11 a	0.36 a	0.43 a	3.01 b	174.73 b	86.77 c
خاک × برگ پنیرک (Malva leaf × 0.3%)	0.08 b	0.29 b	0.35 b	2.97 b	188.83 b	87.46 c
خاک + ریشه × برگ پنیرک (Malva leaf × Soil + root)	0.11 a	0.26 c	0.43 a	3.98 a	226.80 a	104.99 b
نوع پلیمر × روش کاربرد × غلظت (Application methods × Polymers × Concentration)						
شاهد (Control)	0.06 f	0.18 i	0.26 g	1.98 g	98.02 e	69.18 f
خاک × استاکوزورب × 0/1 درصد (Stockosorb × Soil × 0.1%)	0.09 de	0.24 gh	0.35 f	3.71 bcde	261.51 b	121.89 c
خاک × استاکوزورب × 0/2 درصد (Stockosorb × Soil × 0.2%)	0.07 def	0.18 i	0.60 a	4.45 abc	319.22 a	145.30 ab
خاک × استاکوزورب × 0/3 درصد (Stockosorb × Soil × 0.3%)	0.15 b	0.33 def	0.54 abc	4.15 abcd	242.34 b	149.89 a
خاک + ریشه × استاکوزورب × 0/1 درصد (Stockosorb × Soil + root × 0.1%)	0.21 a	0.38 bc	0.57 ab	4.89 a	241.74 b	127.00 c
خاک + ریشه × استاکوزورب × 0/2 درصد (Stockosorb × Soil + root × 0.2%)	0.07 ef	0.37 cd	0.39 ef	2.45 fg	192.36 cd	72.40 f
خاک + ریشه × استاکوزورب × 0/3 درصد (Stockosorb × Soil + root × 0.3%)	0.13 bc	0.52 a	0.50 bcd	2.72 efg	166.80 d	78.51 ef
خاک × برگ پنیرک × 0/1 درصد (Malva leaf × Soil × 0.1%)	0.08 def	0.31 ef	0.34 fg	3.33 def	236.47 b	74.66 ef
خاک × برگ پنیرک × 0/2 درصد (Malva leaf × Soil × 0.2%)	0.07 def	0.23 h	0.48 cd	3.49 cdef	228.93 bc	87.77 de
خاک × برگ پنیرک × 0/3 درصد (Malva leaf × Soil × 0.3%)	0.13 bc	0.43 b	0.33 fg	3.07 ef	191.89 cd	118.22 c
خاک + ریشه × برگ پنیرک × 0/1 درصد (Malva leaf × Soil + root × 0.1%)	0.10 cd	0.28 fg	0.45 de	4.70 ab	328.12 a	125.10 c
خاک + ریشه × برگ پنیرک × 0/2 درصد (Malva leaf × Soil + root × 0.2%)	0.14 b	0.35 cde	0.44 de	4.35 abcd	252.18 b	132.22 bc
خاک + ریشه × برگ پنیرک × 0/3 درصد (Malva leaf × Soil + root × 0.3%)	0.14 b	0.24 gh	0.59 a	4.90 a	228.89 bc	93.48 d

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری (آزمون LSD) با احتمال $p < 0/05$ تفاوت معنی داری با هم ندارند.

No significant difference statistically at the probability $p < 5\%$ (LSD test) in the treatment with at least one letter common

ماندگاری و امکان استفاده مجدد از آن‌ها، تجزیه‌پذیری، در دسترس بودن و ارزان بودن آن‌ها بستگی دارد.

در پایان نتایج نشان داد که ترکیبات طبیعی می‌توانند جایگزین مناسبی برای ترکیبات شیمیایی باشند، هرچند انتخاب هر یک از این دو پلیمر برای استفاده با در نظر گرفتن خصوصیات آن‌ها مانند مدت

منابع

- 1- Abedi Koupai J., Sohrab F. and Swarbrick G. 2008. Evaluation of hydrogel application on soil water retention characteristics, Journal Plant Nutrition, 31: 317-331.
- 2- Abedi Koupai J. and Mesforoush M. 2009. Evaluation of superabsorbent polymer application on yield, water and fertilizer use efficiency in cucumber (*Cucumis sativus* L.), Journal of Irrigation and drainage, 3 (2): 100-111. (in Persian with English abstract)
- 3- Arazmjo E., Heidari M. and Ghanbar A. 2010. Effect of water stress and type of fertilizer on yield and quality of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.), Iranian Journal of Crop Sciences, 12 (2): 100-111. (in Persian with English abstract)
- 4- Carminati A. and Moradi A. 2010. How the soil-root interface affects water availability to plants, Geophysical Research Abstracts, 12: 10677.
- 5- Fazeli Rostampour M., Saghe-Eslami M. j. and Mousavi Gh. R. 2011. Effect of drought stress and superabsorbent on relative water content and leaf chlorophyll index and its relationship with grain yield in corn, Journal of Crop Physiology, Islamic Azad University, 2 (1): 19-31. (in Persian)
- 6- Farzane A., Ghani A. and Azizi M. 2010. The effect of water stress on morphological characteristic and essential oil content of improved sweet basil (*Ocimum basilicum* L.), Journal of Plant Production, 17 (1): 103-111. (in Persian with English abstract)
- 7- Ghasemi M. and khoshkhoo M. 2008. Effects of superabsorbent polymer on irrigation interval and growth and development of chrysanthemum (*Dendranthema × grandiflorum* kitam syn. *Chrysanthemum morifolium* ramat.), Journal of Horticultural Science and Technology, 8 (2): 65-82. (in Persian)
- 8- Gholizadeh A., Esfahani M. and Azizi M. 2007. The study on the effect of different levels of zeolit and water stress on characteristics and quality of moldavian balm, Pajouhesh & Sazandegi, 73, 96-102. (in Persian with English abstract)
- 9- Khadem A., Ramrodi M., Galavi M. and Roosta M. j. 2013. The effect of water stress and application of animal manure and superabsorbent polymer on corn yield and yield components (*Zea mays* L.), Journal of Field Crop Science, 42 (1): 115-123. (in Persian)
- 10- Karimi A. and Naderi M. 2007. Yield and water use efficiency of forage corn as influenced by superabsorbent polymer Application in soils with different textures, Journal of Agricultural Research, 7(3): 187-198.
- 11- Linberg B., Moshihuzzaman M., Nahar N., Abeysekera R.M., Borwn R.G. and Willison J. H. M. 1990. An unusual (4-0-methyl -d-glucurono) -d-xylan isolated from the mucilage of seeds of the quince tree (*Cydonia oblonga* L.), Carbohydrate Research, 207 (2): 307-310.
- 12- Omid Baigi R., Hassani A. and Sefidkon F. 2003. Essential oil content and composition of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) at different irrigation regimes, Journal of Essential Oil and Bearing Plants, 6(1): 104- 108.
- 13- Omid Baigi R. 2005. Production and processing of medicinal plants (Vol. 1). Behnashr Publications, pp 347 (in Persian).
- 14- Omid Baigi, R. 2006. Production and processing of medicinal plants (Vol. 3). Behnashr Publications, pp 397 (in Persian).
- 15- Rahbarian P., Afsharmanesh Gg. R. and Shirzadi M. H. 2010. Effect of deficit irrigation and manure application on dry matter yield and essential oil vegetative organs (*Dracocephalum moldavica* L.) in Jiroft, Journal of Sciences, Islamic Azad University, Tabriz Branch, 3(12): 55-64. (in Persian)
- 16- Rahmani M., Habibi D., Shirani Rad A. M., Daneshian G., Valadabady S. A., Mashhadi Akbar boojar M. and Khalatbary A. M. 2009. Effect of different concentrations of superabsorbent polymer on yield and activity of antioxidant enzymes in medicinal plant of mustard (*Sinapis alba* L.) in drought stress conditions, Journal Environ Stress Plant Science, 1 (1): 38-23. (in Persian)
- 17- Razban M. and Pirzad A. R. 2011. Evaluation of the effect of various amounts of superabsorbent under different irrigation regimes on growth and water deficit tolerance of german chamomile (*Matricaria Chamomilla* L.) as a second crop, Journal Sustainable Agricultural Production Science, 21 (4): 137-123. (in Persian with English abstract)
- 18- Poormeidany A. and Khakdaman H. 2006. Study of Aquasorb polymer application on irrigation of Pinus eldarica, Olea europea and Atriplex canescens seedlings, Iranian Journal of Forest and Investigation poplar, 13(1): 79-92.

- 19-Shah Hosseini R., Omid-Beygi R. and Kayani D. 2012. Effect of biofertilizers of biosulphur and nitroxin and superabsorbent polymer on growth yield and essential oil quantity of Basil medicinal plant, Journal Horticultural Science, 26 (3): 254-246. (in Persian)
- 20-Sheikh Moradi F., Arji E., Esmaili A. and Abdosi V. 2011. Effect of irrigation interval and superabsorbent polymers on some quality characteristics lawn sports, Journal Horticultural Science, 25 (2): 170-177. (in Persian)
- 21-Shi Y., Li J., Shao J., Deng S., Wang R., Li N., Sun J., Zhang H., Zheng X., Zhou D., Huttermann A. and Chen S. 2010. Effects of stockosorb and luquasorb polymers on salt and drought tolerance of Populus popularis, Scientia Horticulturae. 124: 268–273.
- 22-Tohidi Moghadam H. R., Zahedi H. and Ghooshchi F. 2011. Oil quality of canola cultivars in response to water stress and superabsorbent polymer application, Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics). 41(4): 579-586.



مقدار عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف در دمبرگ چند رقم انگور ایرانی و خارجی

حامد دولتی بانه^{*1} - مهدی طاهری² - عزیز مجیدی³ - محسن طاهری⁴

تاریخ دریافت: 1392/08/19

تاریخ پذیرش: 1394/03/04

چکیده

به منظور ارزیابی و مقایسه غلظت تعدادی از عناصر کم مصرف (بور، روی، منگنز، آهن و مس) و عناصر پر مصرف (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم و کلسیم) در دمبرگ چند رقم تجاری انگور ایرانی شامل بیدانه سفید قزوین، پیکانی کاشمر، خلیلی شیراز، رشه و ارقام خارجی تامسون سیدلس، فلیم سیدلس، پرلت و بلک سیدلس این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات باغبانی کهریر ارومیه اجرا گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام مورد بررسی تفاوت معنی‌داری در غلظت اغلب عناصر جذب شده در دمبرگ وجود داشت. در بین هشت رقم مورد مطالعه بیشترین مقدار نیتروژن در دمبرگ‌های رقم فلیم سیدلس و کمترین مقدار در ارقام پیکانی کاشمر و رشه وجود داشت. از لحاظ جذب پتاسیم رقم بیدانه قزوین در رتبه اول و رقم پیکانی کاشمر و پرلت در رتبه آخر قرار گرفتند. کمترین مقدار منیزیم برگ در رقم بیدانه قزوین و بیشترین آن در رقم پیکانی کاشمر اندازه‌گیری گردید. مقدار بور در اغلب ارقام در حد مسمومیت بود اما رقم رشه کمترین مقدار این عنصر را در بافت دمبرگ‌ها داشت. از لحاظ جذب روی ارقام ایرانی توانایی کمتری نسبت به ارقام خارجی داشتند به طوری که بیشترین و کمترین غلظت روی به ترتیب در ارقام تامسون سیدلس و پیکانی کاشمر اندازه‌گیری شد.

واژه‌های کلیدی: آهن، بور، برگ، پتاسیم، مسمومیت

مقدمه

دارند اما نتایج تحقیقات نشان داده‌اند که زمینه ژنتیکی نقش مهمتری بر عهده دارد برای مثال انگور هیبرید بین گونه‌های ویتیس برلاندی و ویتیس ریپاریا توانایی بالایی در جذب عناصر کلسیم، فسفر، منیزیم و قابلیت کمتری در جذب پتاسیم در مقایسه با انگورهای دورگ برلاندی و روپستریس دارند (15 و 21).

یکی از سیستم‌های اصلاحی انگور وارد کردن ارقام تجاری و مقاوم به تنش‌های زیستی و غیرزیستی از یک ناحیه و یا یک کشور دیگر به منطقه مورد نظر است. هدف از آن استفاده مستقیم از ژرم پلاسما جدید برای احداث باغات و جایگزین کردن باغات قدیمی (در صورت نشان دادن برتری نسبت به ارقام تجاری منطقه و دارا بودن شرایط مطلوب برای صادرات) و یا در غیر این صورت استفاده از این مواد گیاهی در برنامه‌های اصلاحی به عنوان منابع جدید ژنتیکی برای انتقال ژن‌های مطلوب به ارقام داخلی می‌باشد (2). امروزه ارقام قدیمی انگور هر چند دارای طعم خوب و کیفیت مطلوب هستند اما عملکرد پایین و حساسیت‌ها آن به آفات و بیماری‌ها و تنش‌های محیطی موجب افزایش هزینه تمام شده در تولید می‌گردد. بنابراین در احداث باغ‌های جدید از این ارقام کمتر استفاده می‌شود. اما در میان ارقام قدیمی و جدید ممکن است ارقامی وجود داشته باشند که دارای

وجود مقدار بهینه عناصر غذایی در برگ برای بهبود تولید محصول ضروری است. مقدار عناصر غذایی در انگور متأثر از توانایی سیستم ریشه در جذب عناصر، انتقال آن‌ها به اندام هوایی و قابلیت استفاده عناصر در خاک می‌باشد. جذب آب و مواد غذایی به عوامل متعددی مانند ساختار ریشه (مورفولوژی و فعالیت فیزیولوژیکی)، خصوصیات خاک (حرارت، بافت، وجود آب و مواد غذایی) و همچنین بخش هوایی گیاه (کارایی فتوسنتز و تنفس) بستگی دارد (11). گرچه تمامی عوامل مذکور نقش بسیار موثری در جذب و انتقال عناصر

1 - دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات باغبانی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

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

2- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران
3- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
4- کارشناس ارشد باغبانی مدیریت جهاد کشاورزی تکاب

صفات مناسبی مانند مقاومت در برابر تنش‌های محیطی و قابلیت رشد در شرایط نامناسب اقلیمی و خاکی با توانایی بالا برای جذب عناصر غذایی باشند که می‌توانند در برنامه‌های به نژادی و نیز تولید محصولات سالم و کاهش هزینه تولید مورد استفاده قرار گیرند. یکی از راه‌های مقابله با ناهنجاری‌های تغذیه‌ای و نیز مصرف بهینه کودهای شیمیایی، کاهش هزینه تولید و سلامت محصول تولیدی، استفاده از ارقام مقاوم در برابر شرایط نامساعد خاکی و آبی با کارایی جذب عناصر غذایی مناسب می‌باشد. مطالعات متعددی اثرات متفاوت رقم و اثرات پایه‌های پیوندی را در جذب و انتقال عناصر غذایی را نشان داده‌اند. همچنین امروزه امکان استفاده از پایه‌های خاص با کارایی جذب بالاتر تعدادی از عناصر در خاک‌های گوناگون فراهم شده است و در مواردی نیز میزان مصرف کودهای شیمیایی در نتیجه استفاده از این پایه‌ها کاهش یافته است (9). گزارش شده که اختلافات در کارایی جذب و انتقال عناصر غذایی در بین پایه‌های انگور ناشی از تفاوت در تراکم تارهای کشنده و سیستم ریشه بندی است که توسط عوامل ژنتیکی کنترل می‌شوند (13). با توجه به تاثیر پایه‌ها در جذب عناصر غذایی می‌توان انتظار داشت که به طور غیرمستقیم صفات کمی و کیفی میوه و رشد رویشی نیز تحت تاثیر قرار خواهند گرفت.

در میان عناصر ضروری، انگور به نیتروژن، پتاسیم، روی و بور نیاز بیشتری دارد. همچنین وجود عناصر غذایی در یک حد بهینه موجب افزایش رشد و تولید در انگور می‌شود و لذا اندازه‌گیری غلظت عناصر غذایی و تجزیه و تحلیل آن‌ها برای پیشبرد صحیح برنامه‌های تغذیه‌ای و افزایش مناسب رشد و تولید امری ضروری است. نتایج مطالعه‌ای روی سه رقم انگور در شرایط مزرعه‌ای نشان داد که غلظت عناصر غذایی به نوع رقم بستگی دارد به طوری که رقم Italian Riesling بیشترین جذب نیتروژن را داشت در حالی که این رقم حداقل جذب فسفر و پتاسیم را نشان داد. ارقام Traminer و Zupljanka کارایی بالایی در جذب دو عنصر یاد شده داشتند (14). در تحقیقی به منظور بررسی تغییرات جذب عناصر غذایی در بین ارقام بومی تونس عناصر معدنی سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، مس، روی، آهن و منگنز در دمبرگ 30 رقم انگور اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که بین ارقام تفاوت معنی‌داری در جذب تعدادی از این عناصر وجود داشت که این اختلافات به ژنوتیپ انگور است نسبت داده شد (10).

انگور با وجود این که یکی از مهم‌ترین محصولات باغی کشور و به ویژه استان آذربایجان غربی است اما میزان عملکرد و کیفیت میوه تاکستان‌های استان پایین است. نتایج تجزیه خاک تحت کشت تاکستان‌های استان آذربایجان غربی نشان می‌دهد که خاک‌های تحت کشت تاکستان‌ها آهکی است. میزان pH بالای 7 بوده و مقدار کربن آلی آن‌ها کمتر از یک درصد می‌باشد. همه این مسائل

می‌توانند موجب بروز کمبود عناصر و بروز ناهنجاری‌های تغذیه‌ای در تاکستان‌ها شوند. بالا بودن بیکربنات آب آبیاری، کلر و بور توام با سایر عوامل خاکی، بویژه مصرف بی رویه کودهای فسفاته مشکلاتی را در جذب عناصر بخصوص عناصر کم مصرف نظیر آهن و روی بوجود آورده است (20). با توجه به محدودیت در توسعه پایه‌های پیوندی به واسطه احتمال ورود و انتشار آفت فیلوکسرا در کشور، بررسی کارایی و پتانسیل ارقام داخلی و مقایسه آن‌ها با ارقام خارجی در جذب عناصر غذایی کم مصرف و پر مصرف ضروری است. یافتن ارقام تجاری انگور خود ریشه (غیر پیوندی) با توانایی بالا در جذب تعدادی از عناصر غذایی مهم بویژه در خاک‌های فقیر یا با توانایی جذب پائین تعدادی از عناصر مانند بور، که در غلظت بالا ایجاد سمیت می‌نماید، از مسائلی است که باید مورد توجه قرار گیرند. بر این اساس هدف از اجرای این تحقیق ارزیابی و مقایسه جذب عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف در دمبرگ چند رقم انگور تجاری ایرانی و خارجی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال 1389 روی ارقام بیدانه سفید قزوین، پیکانی کاشمر، خلیلی شیراز، رشه و ارقام خارجی تامسون سیدلس، فلیم سیدلس، پرلت و بلک سیدلس به اجرا درآمد. بوته‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار (هر واحد آزمایشی 4 بوته) در ایستگاه تحقیقات باغبانی کهریز ارومیه با فواصل 3x2 در سال 1383 کشت و به صورت سیستم کوردون دو طرفه یک طبقه تربیت شدند.

موقعیت جغرافیایی منطقه اجرای طرح

ایستگاه کهریز در 42 کیلومتری شهرستان ارومیه در ناحیه کوهستانی شمال غربی جاده ارومیه به سلماس واقع شده است و در موقعیت ۱۰ و ۴۵° طول جغرافیایی و ۳۵ و ۳۷° عرض جغرافیایی قرار دارد. ارتفاع از سطح دریا 1325 متر می‌باشد. از نظر اقلیمی کشاورزی، ایستگاه در منطقه نیمه خشک قرار دارد. آمار هواشناسی 23 ساله: متوسط بارندگی 365 میلی‌متر، حداقل دما ۱۴-°C، حداکثر دما 39°C، میانگین رطوبت نسبی 46 درصد و میانگین تبخیر سالیانه 1400 میلی‌متر بوده است.

بمنظور بررسی خصوصیات خاک تاکستان مورد بررسی، نمونه برداری از سه عمق 0-20، 20-50 و 50-100 سانتی‌متری انجام گرفت (جدول 1) و نسبت به اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکو شیمیایی آن مطابق روش‌های استاندارد موسسه تحقیقات خاک و آب در آزمایشگاه بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ارومیه اقدام شد.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی شیمیایی تاکستان محل آزمایش

Table 1- Results of vineyard soil analysis

عمق نمونه خاک Soil depth (cm)	بافت خاک Soil texture	EC (dsm^{-1})	pH	میزان آهک (T.N.V)	C (%)	P (mgkg^{-1})	k (mgkg^{-1})
0-20	S.L	0.5	7.9	3.8	0.7	9	600
20-50	S.L	1.15	7.7	3.8	0.47	4.6	340
50-100	S.L	0.91	7.9	3.5	0.31	2.6	150

صورت گرفت.

نتایج و بحث

عناصر پر مصرف

نتایج تجزیه واریانس تأثیر ارقام انگور بر غلظت عناصر پر مصرف برگ در جدول 2 نشان داده شده است. به غیر از عناصر فسفر و کلسیم ارقام از لحاظ سایر عناصر پر مصرف تفاوت معنی داری داشتند. بیشترین غلظت نیتروژن برگ در رقم فلیم سیدلس و کمترین مقدار آن در ارقام پیکانی کاشمر و رشه وجود داشت (شکل 1). در تحقیقی و به منظور بررسی اختلافات موجود بین چهار رقم خود ریشه در جذب عناصر غذایی گزارش شد که بین ارقام اختلاف معنی داری در جذب و تجمع تعدادی از عناصر غذایی پر مصرف وجود داشت به طوری که بیشترین نیتروژن جذب شده در ارقام رد گلوب و فلم سیدلس و کمترین نیز به ترتیب در ارقام تامسون سیدلس و سوپریور ثبت شد (3). ال عبید و همکاران (2) با بررسی اختلاف جذب عناصر غذایی و عناصر سنگین در چند رقم انگور آبیاری شده با آب پسماند گزارش دادند که ارقام تامسون سیدلس، فلم سیدلس، پرلت، Des White Shetta و El-Anz در مقایسه با سایر ارقام مورد بررسی مقدار نیتروژن کمتری داشتند.

خاک محل اجرای طرح با بافت متوسط، غیر شور با pH قلیایی و دارای مقدار آهک کم بود. از نظر مقدار مواد آلی خاک و فسفر قابل جذب خاک فقیر و از نظر پتاسیم قابل جذب در شرایط بهینه قرار داشت. در طی فصل رشد تمامی عملیاتیهای داشت شامل آبیاری، کنترل آفات و بیماریها، کنترل علفهای هرز به طور یکسان در باغ محل آزمایش انجام گرفت.

اندازه گیری غلظت عناصر در ارقام

برای اندازه گیری غلظت عناصر ضروری در گیاه نمونه های دمبرگ (50 عدد به ازاء هر بوته) در نیمه اول تیرماه برگ رو به روی خوشه ها جمع آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند و عناصر پر مصرف شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم و عناصر کم مصرف شامل روی، بور، منگنز، آهن و مس مطابق استانداردهای موسسه تحقیقات خاک و آب کشور (8) اندازه گیری شدند. غلظت نیتروژن با روش کج لیدال، فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتر، پتاسیم با استفاده از فلم فتومتر، منیزیم، کلسیم و عناصر کم مصرف به استثنای بور با دستگاه جذب اتمی (پرکینز المر مدل 1218) و مقدار بور با استفاده از معرف آزومتین - اچ و با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شدند.

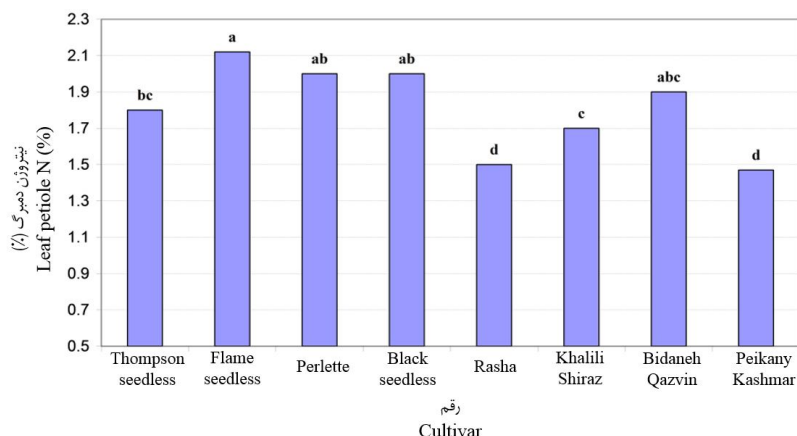
تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده ها با استفاده از نرم افزار رایانه ای SPSS و رسم نمودارها با نرم افزار رایانه ای EXCEL

جدول 2 - تجزیه واریانس تأثیر رقم بر غلظت عناصر پر مصرف دمبرگ انگور

Table 2- ANOVA of macro elements concentration of grape cultivars leaf petiole

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)				
		N	P	K	Ca	Mg
تکرار Replication	2	0.024 ^{ns}	0.19 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.85*	0.08 ^{ns}
تیمار Treatments	7	0.18 **	0.19 ^{ns}	0.15**	1.4 ^{ns}	0.15*
خطا Error	14	0.018	0.18	0.014	2.1	0.07
ضریب تغییرات (%CV)		7.3	18	13	18	22



شکل 1- مقایسه میانگین غلظت نیتروژن دمبرگ ارقام انگور

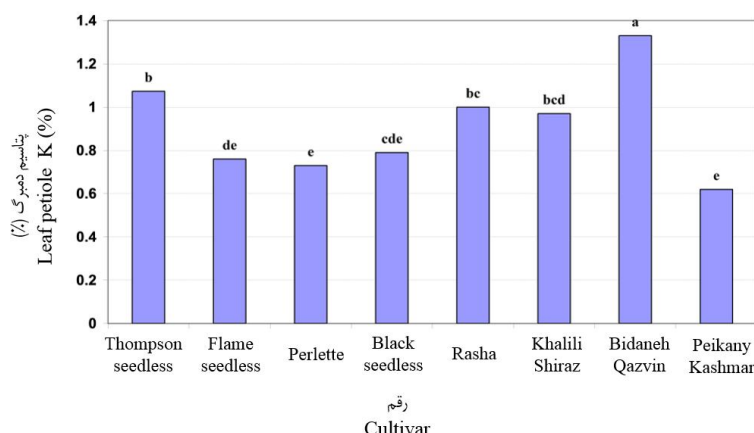
Figure 1- Mean comparison of petiole N concentration of grape cultivars

میزان عنصر پتاسیم موجود در برگ ارقام غیر بومی پرلت، فلم سیدلس و تامسون سیدلس کمتر از سایر ارقام مورد بررسی بود. همچنین میزان منیزیم در انگور تامسون سیدلس بیشتر از ارقام دیگر گزارش شد.

عناصر کم مصرف

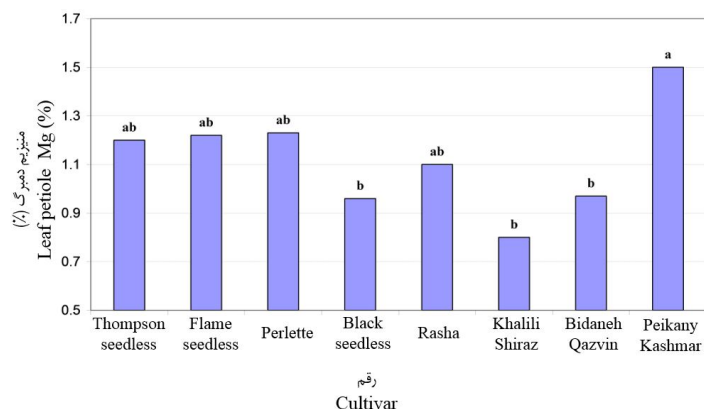
همانند تعدادی از عناصر پر مصرف، اختلاف معنی داری بین ارقام مورد بررسی انگور در غلظت عناصر غذایی کم مصرف مشاهده شد (جدول 3). از لحاظ جذب عنصر روی ارقام ایرانی توانایی کمتری نسبت به ارقام خارجی مورد مطالعه داشتند به طوری که رقم تامسون سیدلس در رتبه اول و ارقام ایرانی با قرار گرفتن در یک گروه در رتبه آخر قرار گرفتند (شکل 4). همچنین میزان این عنصر در ارقام بیدانه به مراتب بیشتر از ارقام دانه دار (رشه، پیکانی و خلیلی شیراز) بود.

از لحاظ جذب پتاسیم رقم بیدانه قزوین در رتبه اول و رقم پیکانی کاشمر و پرلت در رتبه آخر قرار داشتند (شکل 2). پتاسیم نقش بسیار مهمی در بهبود کمی و کیفی درختان میوه بازی می کند و انگور در میان عناصر بیشترین نیاز را نسبت به پتاسیم دارد. پتاسیم نقش مهمی در اندازه و رنگ حبه ها، مقاومت در برابر آفات و بیماری ها و تنش های محیطی بازی می کند (7). در بین ارقام مورد بررسی تنها رقم بیدانه قزوین توانست مقدار مناسبی از این عنصر را جذب کرده و به برگ ها منتقل نماید و در سایر ارقام کمبود این عنصر دیده شد. بر خلاف پتاسیم کمترین مقدار منیزیم برگ ها در رقم بیدانه قزوین و بیشترین مقدار آن در رقم پیکانی کاشمر اندازه گیری گردید (شکل 3). اختلاف در جذب و تجمع عناصر پر مصرف در بین ژنوتیپ های انگور در چندین تحقیق گزارش شده است. در مطالعه ال عبید و همکاران (2) روی ارقام بومی عربستان و چند رقم تجاری خارجی مشخص شد که



شکل 2 - مقایسه میانگین غلظت پتاسیم دمبرگ ارقام انگور

Figure 2- Mean comparison of petiole K concentration of grape cultivars



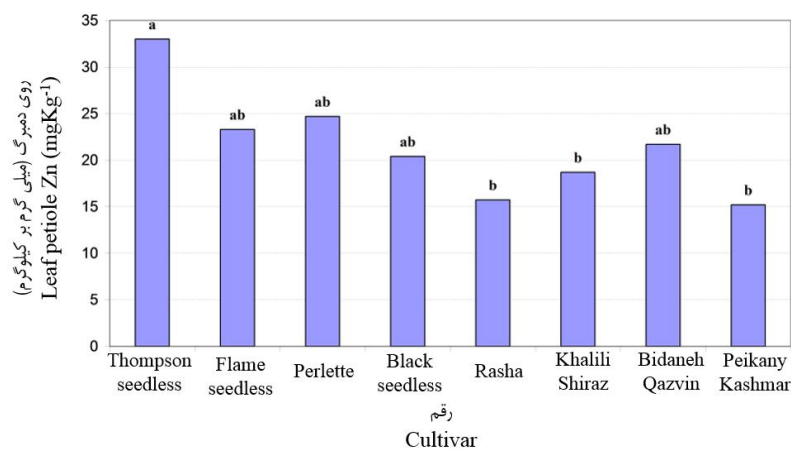
شکل 3- مقایسه میانگین غلظت منیزیم دمبرگ ارقام انگور

Figure 3- Mean comparison of petiole Mg concentration of grape cultivars

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس تاثیر رقم بر غلظت عناصر کم مصرف دمبرگ انگور

Table 3- ANOVA of micro elements concentration of grape cultivars leaf petiole

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)				
		Zn	B	Mn	Fe	Cu
تکرار Replication	2	47 ^{ns}	5599 ^{ns}	3165 ^{ns}	38133 ^{ns}	6.88 ^{ns}
تیمار Treatments	7	97*	35421**	2906*	39285.8**	28.2**
خطا Error	14	53	1402	916	14089	7.2
ضریب تغییرات (%CV)		22	9	20	27.6	27.9



شکل 4- مقایسه میانگین غلظت روی دمبرگ ارقام انگور

Figure 4- Mean comparison of petiole Zn concentration of grape cultivars

در این تحقیق مقدار روی در برگ رقم تامسون سیدلس 29 درصد بود که در مطالعه ما این عنصر در همین رقم 33 درصد اندازه گیری شد (شکل 4). روی عنصری است که برای تشکیل ترکیبات هورمونی،

در مطالعه ای روی مقایسه مقدار جذب عناصر غذایی در چند ژنوتیپ انگور گزارش شد که غلظت عنصر روی در برگ انگور رقم فلیم سیدلس (38 درصد) بیشتر از سایر ارقام مورد بررسی بود (2).

طویل شدن میانگره‌ها، تشکیل کلروفیل و تشکیل نشاسته مورد نیاز است. روی یکی از مواد اصلی برای رشد طبیعی برگ‌ها، طویل شدن شاخه و توسعه گرده افشانی و قرار گرفتن حبه‌های فراوان روی خوشه در انگور است. در اثر کمبود این عنصر رشد شاخه‌های اولیه و ثانویه کاهش یافته، برگ‌ها شکل طبیعی خود را از دست داده و عارضه ریز برگی در آن‌ها دیده می‌شود. در اثر این عارضه میزان محصول کاهش پیدا کرده و کیفیت محصول پایین می‌آید به‌طوری‌که باعث تولید خوشه‌های نامرتب، با تعداد خیلی کم حبه می‌گردد. اندازه حبه‌ها نسبت به حبه‌های طبیعی کوچک شده و عارضه میلراندژ¹ به وجود می‌آید (19).

تفاوت ارقام از لحاظ جذب عنصر بور بسیار معنی‌دار بود. مسمومیت شدید این عنصر در همه ارقام انگور مورد مطالعه وجود داشت اما رقم رشه، که جزو ارقام بومی منطقه است، کمترین غلظت در برگ‌ها نشان داد (شکل 5). بور یکی از عناصری است که تأثیر زیادی روی خصوصیات کمی و کیفی انگور می‌گذارد و به نظر می‌رسد که در میان اکثر درختان میوه خزان‌دار، انگور بیشترین نیاز را دارد. ولی مسئله این است که کمبود یا زیادی بور بر کیفیت میوه‌ها و عملکرد تأثیر می‌گذارد. علایم تأثیر کمبود یا زیادی این عنصر در روی خوشه‌ها و حبه‌ها شبیه هم است به‌طوری‌که درصد تشکیل میوه و اندازه حبه‌ها کاهش یافته و عارضه میلراندژ ایجاد خواهد شد (1). همچنین بور یک عنصر حیاتی برای رشد و توسعه ریشه، شاخه و سیستم تولید مثلی گیاهان است. به دلیل نقش این عنصر در ساختار rhamnogalacturonan II (یک پلی ساکارید مورد نیاز برای رشد لوله گرده)، کمبود آن با تولید میوه‌های بیدانه و پارتوکارپ در تعدادی از ارقام انگور گونه وینیفرا ارتباط دارد. تحرک و تجمع این عنصر در گیاهان مورد مطالعه قرار گرفته است. ژن *VvBOR1* عامل بارگذاری و انتقال بور در آوندهای چوبی ریشه انگور شناسایی شده است. همچنین در زمان باز شدن گل‌های انگور این ژن در گل تظاهر پیدا می‌کند و یک همبستگی مستقیم بین الگوی بیان این ژن و مقدار عنصر بر در انگور وجود دارد. یکی از عوامل در اختلاف مقدار این عنصر در ژنوتیپ‌های انگور مربوط به میزان بیان این ژن می‌باشد (16).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که غلظت عنصر منگنز برگ در بین ارقام مورد بررسی در سطح آماری 5 درصد اختلاف معنی‌دار داشت. کاراترین رقم در جذب این عنصر پرلت و خلیلی شیراز بود که هر دو در یک گروه آماری قرار گرفتند. ضعیف‌ترین رقم در جذب منگنز ارقام تامسون، فلیم و پیکانی کاشمر بودند (شکل 6).

در مطالعه‌ای روی مقایسه جذب عناصر غذایی در چند ژنوتیپ انگور متعلق به گونه وینیفرا گزارش شد که مقدار عنصر منگنز در

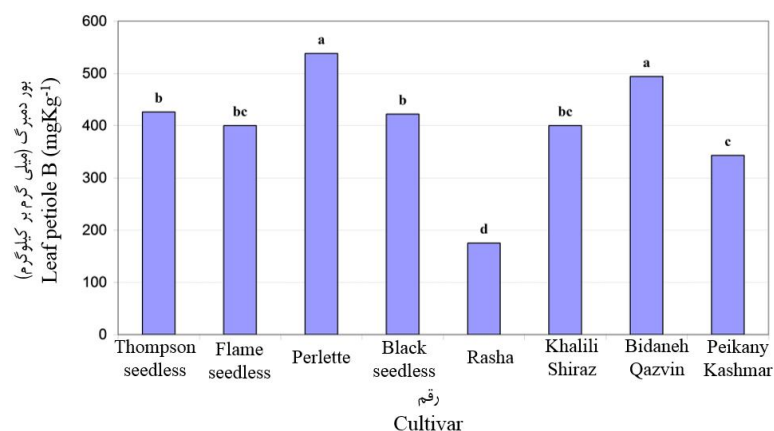
برگ انگور رقم فلیم سیدلس بیشتر از سایر ارقام مورد بررسی بود (2). این عنصر به مقدار کم مورد نیاز گیاه بوده و در فعل و انفعالات بیوشیمیایی و فتوسنتز شرکت می‌کند. کمبود منگنز موجب ریزش حبه‌ها و تشکیل حبه‌های ساچمه‌ای در خوشه می‌گردد (19).

ارقام از لحاظ غلظت آهن در دمبرگ اختلاف داشتند. بیشترین مقدار این عنصر در انگور فلیم سیدلس بدست آمد و دو رقم پیکانی و خلیلی شیراز کمترین غلظت آهن را در دمبرگ‌هایشان داشتند (شکل 7). علیرغم این که گونه وینیفرا جزء گونه‌های تقریباً مقاوم در مقابل کلروز ناشی از کمبود آهن است اما در بین واریته‌های آن تفاوت‌هایی از لحاظ حساسیت به آهن وجود دارد. منتظری و همکاران (12) طی مطالعه‌ای گزارش نمودند که غلظت عنصر آن برگ در انگور رقم رشه بیشتر از کشمش قرمز و قزل اوزوم بود. جذب آهن از خاک توسط گیاهان تا حد زیادی تحت کنترل ژنتیکی است. تعدادی از ارقام تحت عنوان ارقام آهن کارا² می‌توانند در خاک‌های قلیایی از آهن استفاده نمایند در حالی که ارقامی را که در این شرایط کلروز نشان دهند را غیر کارا³ می‌گویند (4). مکانیسم‌های متعددی برای جذب و انتقال آهن در گیاهان رایج شده‌اند برای مثال گزارش شده که تعدادی از ارقام و گونه‌های انگور قادر به تغییر ویژگی شیمیایی خاک در منطقه ریزوسفر هستند و از این طریق جذب تعدادی از عناصر غذایی را بهبود می‌بخشند. برای مثال انگورهای متعلق به گونه لائوسکا توانایی بالایی در جذب آهن حتی در خاک‌های قلیایی دارند و این ناشی از توانایی آن‌ها در تحرک بخشیدن به آهن از طریق کاهش pH خاک در سطح ریشه می‌باشد. این ارقام متحمل‌قادر به ترشح یون هیدروژن یا اسیدهای آلی هستند که با کلاته کردن یون آهن جذب و انتقال آن را مناسب‌تر می‌کنند. همچنین ریشه تعدادی از ارقام قادرند Fe^{2+} را به Fe^{3+} احیا نموده و از این طریق انتقال از ریشه به برگ‌ها را راحت‌تر می‌نمایند (6).

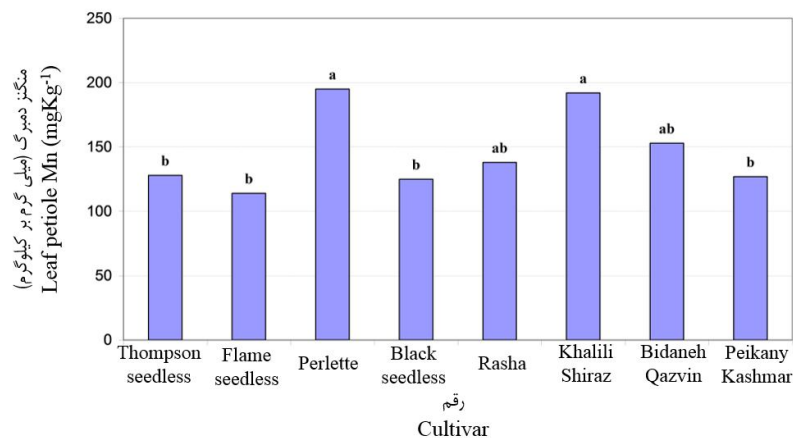
بیشترین مقدار مس جمع شده در برگ متعلق به رقم بلک سیدلس و سپس ارقام پرلت، خلیلی شیراز و تامسون سیدلس مشاهده شد. انگور رقم رشه کمترین غلظت مس را در دمبرگ داشت (شکل 8). یافته‌های ما با نتایج منتظری و همکاران (12) مطابقت دارد که گزارش نمودند در بین سه رقم انگور مورد بررسی، انگور رشه کمترین مقدار مس را در دمبرگ داشت. تفاوت ارقام انگور در جذب و تجمع این عنصر در چندین مطالعه گزارش شده است (2 و 17).

2 - Fe- efficient
3 - Fe- inefficient

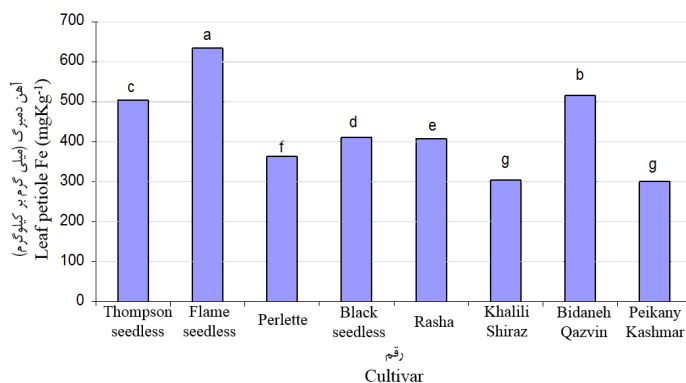
1 - Millerandage



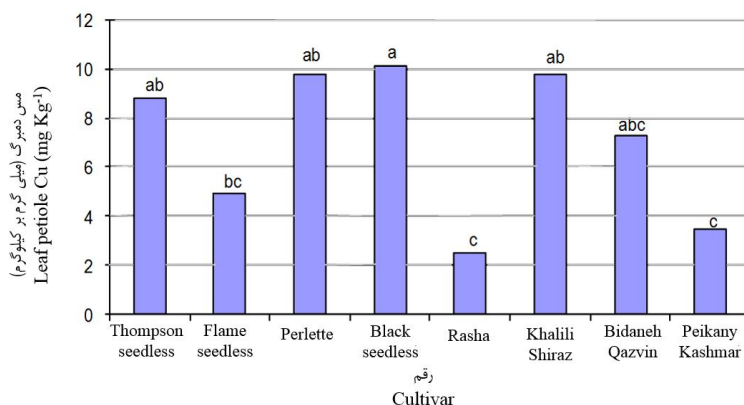
شکل 5- مقایسه میانگین غلظت بور دمبرگ ارقام انگور
Figure 5- Mean comparison of petiole B concentration of grape cultivars



شکل 6 - مقایسه میانگین غلظت منگنز دمبرگ ارقام انگور
Figure 6- Mean comparison of petiole Mn concentration of grape cultivars



شکل 7 - مقایسه میانگین غلظت آهن دمبرگ ارقام انگور
Figure 7- Mean comparison of petiole Fe concentration of grape cultivars



شکل 8 - مقایسه میانگین غلظت مس دمبرگ ارقام انگور

Figure 8- Mean comparison of petiole Cu concentration of grape cultivars

همچنین ریشه تعدادی از ارقام قادرند Fe^{3+} را به Fe^{2+} احیا نموده و از این طریق انتقال از ریشه به برگ‌ها را راحت‌تر می‌نمایند (6). با توجه به نتایج این طرح می‌توان بسته به محدودیت عناصر غذایی در خاک رقم انگور مناسب با کارایی جذب مورد نظر انتخاب نمود برای مثال در خاکهایی که غلظت عنصر بور زیاد باشد انگور رشه (سیاه) سردشت با جذب کمتر این عنصر گزینه مناسبی برای کشت می‌باشد و برای خاک‌های با محدودیت عنصر روی رقم تامسون سیدلس را (با در نظر گرفتن سایر عوامل موثر در تعیین رقم برای یک منطقه) می‌توان پیشنهاد نمود.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی مقایسه ارقام تجاری انگور ایران با ارقام خارجی با شماره مصوب 120000-04-0000-84114-0-100 می‌باشد. بدین وسیله از مسئولین و کارکنان بخش تحقیقات خاک و آب و نهال و بذر به خاطر فراهم نمودن امکانات لازم تشکر و قدردانی می‌نمایم.

بطور کلی ارقام انگور مورد مطالعه در این تحقیق از نظر جذب و توزیع اغلب عناصر غذایی کم مصرف و پر مصرف با هم تفاوت نشان دادند. این اختلافات را می‌توان ناشی از چند مورد دانست: 1- ارقام ممکن است در توانایی جذب تعدادی از عناصر خاص اختلاف داشته باشند (18)، 2- در انتقال و توزیع مواد غذایی متفاوت عمل می‌کنند (5)، 3- اختلاف تولید هورمون در ریشه ارقام و 4- تعدادی از عناصر غذایی به مقدار بیشتری توسط ریشه مصرف شوند و در نتیجه مقدار انتقال یافته به شاخه و برگ کاهش می‌یابد. در تحقیقی گزارش شد که بیش از 85 درصد نیتروژن در متابولیسم ریشه مصرف می‌شود. به هر حال هر کدام از این اختلافات به ژنتیک رقم بر می‌گردد (22). از طرف دیگر تعدادی از ارقام و گونه‌های انگور قادر به تغییر ویژگی شیمیایی خاک در منطقه ریزوسفر هستند و از این طریق جذب تعدادی از عناصر غذایی را بهبود می‌بخشند. برای مثال انگورهای متعلق به گونه لایروسکا توانایی بالایی در جذب آهن حتی در خاک‌های قلیایی دارند و این ناشی از توانایی آن‌ها در تحرک بخشیدن به آهن از طریق کاهش pH خاک در سطح ریشه می‌باشد. این ارقام متحمل قادر به ترشح یون هیدروژن یا اسیدهای آلی هستند که با کلاته کردن یون آهن جذب و انتقال آن را مناسب‌تر می‌کنند.

منابع

- Agev N. A. 1985. Effects of boron on grapevines yield and quality. Horticultural Abstracts, No. 54. 2
- Al-Obeed R.S., kassem H.A and Ahmed M.A. 2011. Leaf petiole mineral and fruit heavy metals content of different grape cultivars grown under arid environments and irrigated with treated domestic waste water. AAB Bioflux, 3(1): 5-14.
- Antonio Ibacache G and Carlos Sierra B. 2009. Influence of rootstock on nitrogen, phosphorus and potassium content in petioles of four table grape varieties. Chilean Journal of Agricultural Research, 69(4):503-508.
- Bavaresco L., Fregoni M. and Frachini P. 1991. Investigations on iron uptake and reduction by excised roots of different grapevine rootstocks and a *V. vinifera* cultivar. Journal of Plant Soil, 130: 109-113.
- Bavaresco L., Lovisolo C. 2000. Effect of grafting on grapevine chlorosis and hydraulic conductivity. Vitis, 39:89-92.
- Cinelli F. 1995. Physiological responses of clonal quince root-stocks to iron-deficiency induced by addition of

- bicarbonate to nutrient solution. *Journal of Plant Nutrition*, 18:77-89.
- 7- Doulati H and Taheri M. 2009. Effects of foliar application of nutrient elements on fruit set and quantitative and qualitative traits of Keshmeshi grape cultivar. *Seed and Plant Production Journal*. 25-2 (1): 103-115. (In Persian)
 - 8- Emami A. 1997. *Plant Analysis Methods*. Agricultural Research, Education and Extension Organization Publication, Iran. 128 pp. (in Persian).
 - 9- Fisarakis J., Nikolaou N., Tsikalas P., Therios I and Stavrakas D. 2004. Effect of salinity and rootstock on concentration of potassium, calcium, magnesium, phosphorus, and nitrate-nitrogen in Thompson Seedless grapevine. *Journal of Plant Nutrition*, 27:2117-2134.
 - 10- Ghaffari S. and Ferchichi A. 2011. Characterization of Tunisian grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars using leaves morphological traits and mineral composition. *Romanian Biotechnological Letters*, 16(5): 6556-6563.
 - 11- Keller M., Kummer M and Vasconcelos M.C. 2001. Reproductive growth of grapevines in response to nitrogen supply and rootstock. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 7: 12-18.
 - 12- Montazeri A., Jalili Marandi R., Doulati Baneh H and Ghani Shaieste F. 2011. Response of three different grape cultivar to iron chelate application in alkaline soil. 12th Iranian soil science congress. Tabriz, Iran. 1-4. (In Persian)
 - 13- Nikolaou N., Koukourikou M.A. and Karagiannidis N. 2000. Effects of various rootstocks on xylem exudates cytokinin content, nutrient uptake and growth patterns of grapevine *Vitis vinifera* L. cv. Thompson Seedless. *Agronomie*, 20: 363-373.
 - 14- Papric Dj and Kuljancic I. 1994. Influence of grapevine cultivar on adsorption of mineral elements in vineyard. *Savremena poljoprivreda*, 42(3):11-16.
 - 15- Paranychianakis V. N., Chartzoulakis K. S., Angelakis A. N. 2004. Influence of rootstock, irrigation level and recycled water on water relations and leaf gas exchange of Soultanina grapevines. *Environmental and Experimental Botany*, 52(2):185-198.
 - 16- Pe´rez-Castro R., Kasai K., Gainza-Corte´s F., Ruiz-Lara S., Casaretto J.A., Pen˜a-Corte´s H., Tapia J., Fujiwara T and Gonza´lez E. 2012. VvBOR1, the grapevine ortholog of AtBOR1, encodes an efflux boron transporter that is differentially expressed throughout reproductive development of *Vitis vinifera* L. *Plant Cell Physiology*, 53(2): 485–494
 - 17- Provenzano M.R., El Bilali H., Simeone V., Baser N., Mondelli D and Cesari G. 2010. Copper contents in grapes and wines from a Mediterranean organic vineyard. *Food Chemistry*, 122: 1338–1343.
 - 18- Ruhl E. H. 2000. Effect of rootstocks and K⁺ supply on pH and acidity of grape juice. *Acta Horticulturae*, 512:31-37.
 - 19- Singh SH. 2006. *Grapevine Nutrition Literature Review*. Cooperative Research Centre for Viticulture (CRCV), Pp. 50.
 - 20- Taheri M., Doulati Baneh J and Malakouti M.J. 2003. Nutrient level of grapes in West Azarbaijan vineyards in Iran. *Proceedings of the first national symposium on dried fruit/nut*. Tabriz, Iran. 411-422.
 - 21- Vercesi A. 1987. Gli assorbimenti radicali della vite: meccanismi e fattori influenti. *Vignevini*, 4:47-55.
 - 22- Wolpert J. A., Smart D. R and Anderson M. 2005. Lower petiole potassium concentration at bloom in rootstocks with *Vitis berlandieri* genetic backgrounds. *American Journal of Enology and Viticulture*, 2:163-169.



تأثیر موسیلاژ اسفرزه و اسانس آویشن شیرازی بر بار میکروبی و بهبود نگهداری هویج برش تازه

مجید عزیزی^{1*} - زینب صفائی² - سمیه میرمصطفائی³ - شادی بلوریان⁴ - نگار رحیمی⁵

تاریخ دریافت: 1392/08/25

تاریخ پذیرش: 1394/03/30

چکیده

با توجه به اهمیت روزافزون محصولات برش تازه، در این پژوهش تأثیر ترکیبات طبیعی مانند اسانس آویشن و موسیلاژ اسفرزه بر خصوصیات انبارداری و بارمیکروبی هویج بررسی گردید. این پژوهش در قالب دو آزمایش مستقل بر روی برش‌های تازه هویج اجرا گردید: آزمایش اول کاربرد موسیلاژ اسفرزه در چهار غلظت (صفر، 100، 250 و 500 میلی گرم در لیتر) و اسانس آویشن شیرازی در چهار غلظت (صفر، 100، 200 و 400 میلی گرم در لیتر) در یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با 16 تیمار و در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش دوم آزمون بار میکروبی برش های تازه هویج بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 6 تیمار و در سه تکرار اجرا شد. اسانس آویشن 500 و موسیلاژ اسفرزه 400 میلی گرم در لیتر بعنوان عامل اصلی و زمان آزمون میکروبی بعنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. سپس نمونه‌های تیمار شده در بسته‌های پلی اتیلنی با حجم 175 میلی لیتر و در دمای 4 درجه سلسیوس نگهداری شدند. پس از گذشت ده روز صفاتی مانند کاهش وزن، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراژ، pH، رنگ و بار میکروبی آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج، تیمارها روی کاهش وزن تأثیر معنی‌داری داشتند. غلظت‌های متفاوت اسانس و موسیلاژ بصورت جداگانه تأثیر معنی‌داری بر افزایش میزان مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراژ و میزان pH داشتند. تیمار ترکیبی 100 میلی گرم در لیتر اسانس به همراه 100 میلی گرم در لیتر موسیلاژ تأثیر معنی‌داری بر کاهش سفید شدن رنگ ظاهری هویج داشت. از نظر آلودگی میکروبی، تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و در طول دوره انبار هم تنها در مورد آلودگی به کپک و مخمر افزایش معنی‌دار وجود داشت که با توجه به اثر متقابل تیمارها این افزایش در تیمار موسیلاژ اسفرزه بارزتر بود. آلودگی به اشرشیاکلی در هیچ یک از نمونه‌ها مشاهده نشد. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که بکارگیری ترکیبات طبیعی گیاهان دارویی به عنوان پوشش خوراکی بر روی محصولات برش تازه باعث حفظ کیفیت ظاهری و افزایش ماندگاری آنها می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بار میکروبی، پوشش‌های خوراکی، رنگ، کیفیت

مقدمه

فرآورده‌های برش تازه از جمله در تهیه سالادهای آماده از هویج استفاده فراوانی می‌شود، ولی ماندگاری برش‌های تازه هویج در زمان عرضه بصورت خرده فروشی کاهش می‌یابد (1). صنعت میوه و سبزی برش دیده از بخش‌های نسبتاً جدید و در حال رشد صنعت تولید فرآورده‌های تازه است. پارگی بافت و از هم گسیختگی سلولی در این فرآورده‌ها منجر به کاهش ماندگاری آن‌ها می‌شود از سوی دیگر این فرآورده‌ها به دلیل افزایش فعالیت آنزیمی، عواملی تنفسی و همچنین ملاحظات میکروب شناسی که بر سلامت این فرآورده‌ها تأثیر می‌گذارد نیازمند توجه جدی هستند (6). برای افزایش ماندگاری فرآورده‌های برش دیده و همچنین جلوگیری از ایجاد تغییرات

هویج گیاهی از خانواده *Apiaceae* با نام علمی *Daucus carota* است. با توجه به روند رو به رشد صنایع غذایی و ایجاد امکانات بهینه برای مصرف کنندگان استفاده مناسب از فرآورده‌ها با کمترین ضایعات در هر زمان و هر موقعیت جغرافیایی که بتوانند از انواع فرآورده‌های زراعی و باغی استفاده کنند توسعه یافته است (4). امروزه در تهیه

1، 2 و 3 - به ترتیب استاد، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشجوی دکتری و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

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

4 - استادیار گروه پژوهشی افزودنی‌های غذایی، تحقیقات تکنولوژی و علوم غذایی

طعم محصول نیز تغییر می‌کند (20). در این میان وجود برخی باکتری‌های بیماری‌زا مانند اشرشیاکلی³ برای سلامتی مصرف کننده بسیار خطرناک است. در دهه‌های اخیر توجه ویژه‌ای به کیفیت محصول شده و در این خصوص استانداردهایی در سراسر دنیا تعریف شده است (7). از طرفی تاکنون تحقیقات وسیعی درخصوص فعالیت ضد میکروبی اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی صورت گرفته و اثرات ضد میکروبی برخی از آنها در شرایط آزمایشگاهی به اثبات رسیده است (3) و این در حالی است که کاربرد آنها به منظور جلوگیری از آلودگی میکروبی در صنایع غذایی و همچنین بعنوان پوشش‌های خوراکی نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد. بهرامیان و جوانمرد (4) تأثیر کاربرد پوشش‌های خوراکی بر پایه پروتئین آب پنیر در شرایط سرد در غلظت‌های مختلف روی برش‌های خربزه مورد بررسی قرار دادند. تیمارهای پوشش‌دار در مقایسه با شاهد (بدون پوشش) بطور معنی داری کاهش وزن را کم کرده و باعث بهبود سفتی برش‌های تازه و افزایش ماندگاری نمونه‌ها گردید. سایمسا و همکاران (31) تأثیر کاربرد پوشش‌های خوراکی بر پایه کیتوسان در تحت شرایط اتمسفر اصلاح شده (MAP) بر روی برش‌های هویج مورد بررسی قرار دادند. ترکیب هوای بسته‌بندی در دو سطح (10 درصد دی اکسید کربن + 10 درصد اکسیژن) و (2 درصد اکسیژن + 15 درصد دی اکسید کربن) بود. نتایج آنها نشان داد که پوشش خوراکی کیتوسان و سطوح اکسیژن و دی اکسید کربن موجب بهبود کیفیت ماندگاری برش‌های تازه هویج گردید.

دلواله و همکاران (10) از موسیلاژ کاکتوس به منظور پوشش خوراکی برای میوه توت فرنگی استفاده کردند و اثرات آن را بر روی رنگ و کیفیت میوه مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که استفاده از این موسیلاژ سبب افزایش عمر قفسه‌ای توت‌فرنگی شده است.

مارتینز رومرو و همکاران (18) به منظور افزایش کیفیت و ماندگاری گیلان از ژل آلوه‌ورا به عنوان ماده پوشش خوراکی استفاده کردند و مشاهده کردند که ژل آلوه به میزان زیادی سرعت تنفس میوه‌های پوشش‌دار شده نسبت به میوه‌های بدون پوشش کاهش می‌دهد.

در پژوهش حاضر از موسیلاژ اسفرزه به عنوان پوشش خوراکی به همراه اسانس آویشن شیرازی برای پوشش‌دار کردن برش‌های هویج استفاده شد و ماندگاری و ویژگی‌های حسی و کیفی این محصول با استفاده از این تیمارها در دمای 4 درجه سانتی‌گراد در بسته‌بندی مورد بررسی قرار گرفت.

نامطلوب در برش‌های میوه یا سبزی استفاده از پوشش‌هایی بر سطح این فرآورده‌ها پیشنهاد شده است (6). استفاده از این پوشش‌ها باید به شکلی باشد که ظاهری ناخوشایند ایجاد نکند و در عین حال بازاری پسندی محصول از نظر ارگانولپتیکی¹ و ظاهری تأثیر ناخوشایندی برجا نگذارد همچنین خوراکی باشند (4). پوشش خوراکی² عبارت است از افزودن یک لایه نازک از مواد خوراکی روی مواد غذایی که از طریق پیچیدن، فرو بردن، برس زدن یا اسپری کردن پوشش‌های محافظتی برای کاهش هدرروی رطوبت، کنترل تبادلات گازی، تنظیم سرعت واکنش‌های اکسیداتیو و کاهش آلودگی در افزایش ماندگاری و بازاری پسندی این محصولات تأثیر بسزایی داشته باشند (3). همچنین این پوشش‌ها می‌توانند حاصل مواد ضد قهوه‌ای شدن و ضد میکروبی و همچنین حامل موادی باشد که باعث حفظ رنگ و طعم محصولات غذایی گردد (4). بعضی از مزایای پوشش‌های خوراکی شامل اثرات باکتری کشی آن‌ها بالا بودن ارزش غذایی محصولات، دلپذیر بودن طعم آن‌ها و حتی کاهش آلودگی محیط زیست می‌باشند (24). موسیلاژ و اسانس گیاهان دارویی از جمله ترکیبات طبیعی هستند که اخیراً کاربرد آن‌ها برای افزایش عمر انبارداری و حفظ کیفیت میوه‌ها و سبزیجات مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته‌است (3). اسانس‌های گیاهی، متابولیت‌های ثانویه‌ای هستند که در مسیرهای بیوشیمیایی بویژه در سلول‌ها و کرک‌های ترش‌خی، غده‌ها، مجاری ترش‌خی در قسمت‌های سطحی و درونی اندام‌های مختلف گیاهان وجود دارند. اسانس‌ها دارای خاصیت ضد میکروبی و آنتی باکتریالی هستند (3). موسیلاژها ترکیباتی کربوهیدراتی، با ساختار شیمیایی پیچیده، دارای مولکول‌های بزرگ با وزن مولکولی زیاد که در آب حل شده و پس از جذب آب متورم و محلول‌های چسبناکی تشکیل می‌دهند (21). میوه‌ها و سبزیجات برش خورده و آماده برای مصرف معمولاً بدون مواد نگهدارنده در بازار عرضه می‌شوند. این محصولات به دلیل برش خوردن و رهاسازی مواد مغذی، مکان مناسبی برای رشد و تکثیر انواع میکروارگانیسم‌ها به حساب می‌آیند (6 و 8). میزان سالم بودن این نوع محصولات به نحوه بسته بندی، نگهداری و روش ضدعفونی کردن آن‌ها بستگی دارد (20). گزارش شده است که بسته‌بندی محصول در ظروف پلاستیکی دربسته، موجب افزایش رشد میکروارگانیسم‌های همراه محصول می‌شود (20). میزان آلودگی میوه‌ها و سالادهای آماده مصرف به باکتری‌های مزوفیل در بررسی‌های مختلف بین 10^3 - 10^9 CFU/g گزارش شده است (20). آلودگی میکروبی به شدت بر کیفیت محصول تأثیر گذاشته و موجب کاهش ماندگاری محصول نیز می‌گردد. آلودگی میکروبی باعث ایجاد تغییراتی متابولیسمی و آنزیمی در بافت‌های گیاهی می‌شود و عطر و

1- Organoleptic

2- Edible coating

3- E. coli

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال 1391 بصورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با 16 تیمار و در 3 تکرار انجام شد. بذر اسفرزه¹ به مدت 24 ساعت در دمای معمولی در آب خیسانده شد و موسیلاژ آن استخراج شد، اسانس آویشن شیرازی نیز با استفاده از دستگاه کلونجر² تهیه شد. تیمارهای اسانس شامل غلظت‌های (صفر)، 100، 250 و 500 میلی گرم در لیتر تیمارهای موسیلاژ اسفرزه شامل غلظت‌های (صفر)، 100، 200 و 400 میلی گرم در لیتر بود. هویج تازه و هم اندازه از بازار محلی خریداری و کاملاً شسته شدند. برش‌های هم اندازه از هویج با نوعی کاتر آشپزخانه تهیه شد. برش‌های هویج با محلول‌های تهیه شده محلول پاشی شدند و سپس در محیط آزمایشگاه جهت شکل‌گیری پوشش به مدت 10 دقیقه قرار گرفتند. گروه شاهد با آب مقطر اسپری شد. سپس داخل ظروف یکبار مصرف به ابعاد 175 میلی لیتر، 60 گرم برش تازه قرار گرفت و توسط سلفون پیچیده شدند و توزین گردیدند. بسته‌ها در دمای 4 درجه سانتی‌گراد در یخچال به مدت 10 روز نگهداری شدند علاوه بر این در روزهای پنجم و دهم مجدداً نیز توزین شدند تا درصد کاهش وزن محاسبه شود. صفات مورد بررسی و روش اندازه‌گیری آن‌ها به شرح ذیل بودند:

pH: تعیین pH با لگاریتم معکوس غلظت یون هیدروژن توسط دستگاه pH متر (مدل پورتامس، انگلستان) در پایان زمان انبارداری اندازه‌گیری شد.

مواد جامد محلول: اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول (بریکس) با دستگاه رفرکتومتر³ مدل آتاگو انجام شد. دستگاه ابتدا با استفاده از آب مقطر کالیبره شده سپس دو قطره از آب هویج در عدسی دستگاه قرار داده شد و میزان مواد جامد محلول آن تعیین گردید.

اسیدیته قابل تیتر: تعیین اسیدیته کل به روش تیتر کردن با سود از نرمال تا رسیدن به pH=8/3 با استفاده از 25 میلی لیتر آب هویج رقیق شده با آب مقطر تا حجم 250 میلی لیتر تعیین و بصورت اکی والان گرم اسید در 100 میلی لیتر آب هویج بیان شد.

ارزیابی رنگ: تصویرگیری از برش‌های تازه پس از 10 روز با استفاده از اسکنر مدل HP Scamjet4010 و توسط برنامه HP photosmart premier انجام شد و تصاویر گرفته شده در فرمت jpg و رزولوشن 200dpi بدون فشرده‌گی ذخیره شد. فضای رنگی L*a*b* از سه مؤلفه L*، a*، b* تشکیل شده است. با استفاده از

پالاین Color-space converter تست نرم افزار Imagej نسخه 1/04 تصاویر به CIEXYZ و سپس به L*a*b* تبدیل گردید. برای محاسبه تغییرات کل رنگی (ΔE) از رابطه زیر استفاده شد (26).

$$\Delta E = \sqrt{(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

ارزیابی حسی: نمونه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش از نظر فرم ظاهری رنگ و طعم مقایسه شدند. برای این آزمون 10 نفر ارزیاب انتخاب شد و از آن‌ها خواسته شد بین دو نمونه رمزگذاری شده یکی را به دیگری ترجیح دهند و اعلام کنند که دو نمونه هیچ برتری نسبت به هم ندارند. سپس نتایج مورد بررسی قرار گرفتند.

عارضه سفیدی: در بین نمونه‌ها با مشاهده ظاهری و بر اساس رابطه زیر درصد این عارضه تعیین گردید.

$$\Delta E = \sqrt{(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

تعیین بار میکروبی: برای این منظور هویج‌های تیمار شده که کیفیت ظاهری و بیوشیمیایی داشتند از نظر آلودگی میکروبی مورد ارزیابی قرار گرفتند و با نمونه شاهد مقایسه شدند. این آزمایش بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 6 تیمار و در سه تکرار انجام شد. تیمار اصلی شامل: 1- شاهد، 2- اسانس آویشن 500 میلی گرم در لیتر، 3- موسیلاژ اسفرزه 400 میلی گرم در لیتر، بعنوان عامل اصلی و زمان آزمون میکروبی در دو مرحله ابتدا و پایان دوره انباری (پس از 10 روز) بعنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. از روش رقت سازی و کشت در محیط‌های کشت اختصاصی برای تعیین بار میکروبی استفاده شد. در اولین روز انبار داری و پس از 10 روز انباراز هر تکرار، نمونه 10 گرمی در شرایط استریل وزن شده و با 90 میلی لیتر محلول بافر پیتون نمکی همگن سازی شد و سپس سری رقت تا 10^{-7} تهیه گردید. به منظور تعیین مزوفیل‌های هوازی از محیط کشت پلیت کانت آگار⁴ (PCA)، برای تعیین میزان کولیفرم‌های مدفوعی از محیط کشت واپولت رد بایل لاکتوز آگار⁵ (VRBL)، و برای تعیین میزان کپک و مخمر از محیط کشت یست گلوکز کلرامفنیکل آگار⁶ (YGCA) استفاده گردید. روش کشت نمونه به صورت مستقیم در پتری بود و گرمخانه گذاری در دمای مناسب صورت گرفت (YGCA به مدت 72 ساعت در دمای 30 درجه سانتی‌گراد، PCA به مدت 48 ساعت در دمای 30 درجه سانتی‌گراد، VRBL به مدت 48-24 ساعت در دمای 37 درجه سانتی‌گراد). جهت شناسایی باکتری *E. coli* از رقت 10^{-1} هر نمونه در محیط کشت کروم آگار ای سی سی⁷ کشت مستقیم صورت گرفت و پس از انکوباسیون در دمای مناسب (به مدت 24 ساعت در دمای 37

4- Plate Count Agar

5- Violet Red Bail Lactose Agar

6- Yeast Glucose Chloramphenicol Agar

7- Chorom Agar Ecc

1- *Plantago psylum*

2- Clevenger

3- Refractometer ATAGO

جدول ۱- مقایسه میانگین خصوصیات کیفی برش‌های تازه هویج

عوامل آزمایشی Treatments	کاهش وزن Weight loss (%)	اسیدیته Acidity (mg/100g)	TSS (Brix)	pH	a*	b*	L*	عارضه سفیدی Whitening (%)	Chroma
Essential oils concentrations									
شاهد (Control)									
۱۰۰ میلی گرم در لیتر (100mg/l)	۷/۲۵a	-۰/۴۲b	۶/۴۱b	۶/۲۶b	۳۲/۲۹a	۳۰/۴۰a	۵۸/۸۲a	۳۹/۳۶b	۴۲/۸۵a
۲۵۰ میلی گرم در لیتر (250mg/l)	۱/۱۷b	-۰/۵۳a	۷/۱۶a	۶/۳۹a	۳۲/۱۸a	۳۱/۰۷a	۵۸/۳۲a	۳۸/۸۱b	۴۳/۹a
۵۰۰ میلی گرم در لیتر (500mg/l)	۱/۷bc	-۰/۵۴a	۷/۲۵a	۶/۳۹a	۳۱/۵۴ab	۳۰/۹۸a	۵۸/۶۳a	۳۹/۵۱ab	۴۲/۴۹a
۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر (1000mg/l)	1c	-۰/۴۶b	۷/۷۷a	۶/۲۵a	۳۰/۱۴b	۳۹/۷۹a	۵۷/۲۷a	۴۰/۳۲a	۴۲/۲۲a
Mucilage concentrations									
شاهد (Control)									
۱۰۰ میلی گرم در لیتر (100mg/l)	۷/۴۸a	-۰/۴۲b	۵/۵b	۶/۲۶b	۳۲/۲a	۳۰/۵۵a	۵۸/۲a	۳۹/۲۵ab	۴۲/۷۱a
۲۰۰ میلی گرم در لیتر (200mg/l)	۱/۵c	-۰/۵۵a	۷/۱a	۶/۲۹a	۳۱/۶۹ab	۳۱/۲۱a	۵۸/۹۸a	۳۸/۹b	۴۲/۸۱a
۴۰۰ میلی گرم در لیتر (400mg/l)	۱/۱۶b	-۰/۵۶a	۷/۶a	۶/۳۹a	۳۱/۹۸ab	۳۰/۶۸a	۵۷/۸۴a	۴۰/۰۶a	۴۲/۱۹ab
۸۰۰ میلی گرم در لیتر (800mg/l)		-۰/۴۶b	۷/۵a	۶/۳۹a	۳۰/۲۹b	۳۹/۶۴a	۵۷/۳a	۳۹/۸۷a	۴۱/۵۵a

خروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است.
Number in each column followed by the same letter are not significant in 5% probability level on the basis of LSD Test.

درجه سانتی‌گراد) شمارش کلونی انجام شد. در تمامی آزمون‌های میکروبی جمعیت میکروارگانیسم‌ها پس از شمارش بر اساس Log CFU/g گزارش شد (9 و 12).

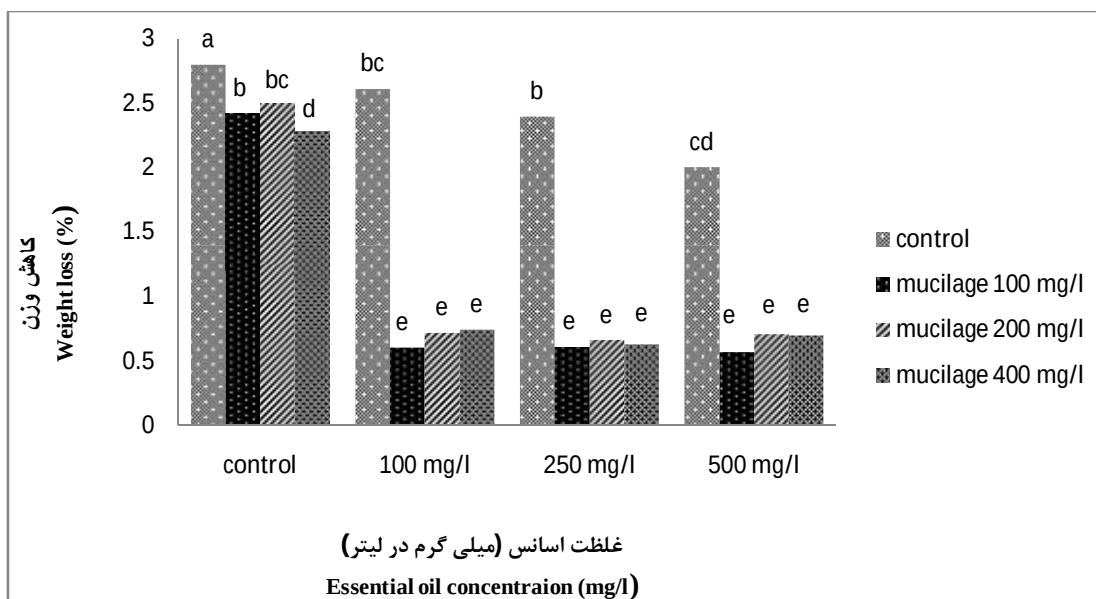
روش‌های آماری: تجزیه و تحلیل محاسبات آماری با نرم افزارهای آماری MSTAT-C و MINITAB انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش آزمون LSD در سطح 5 درصد انجام شد. نمودارها با استفاده از برنامه EXCEL رسم و گزارش گردید.

نتایج و بحث

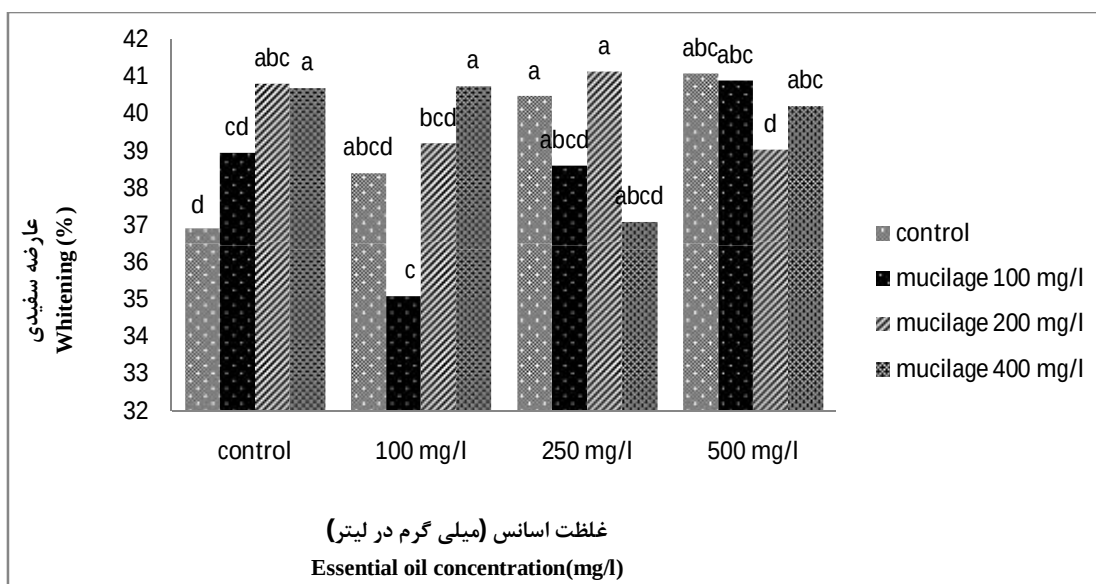
کاهش وزن: نتایج حاصل از آنالیز واریانس نشان داد که تأثیر اسانس و موسیلاژ و ترکیب اسانس و موسیلاژ بر این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. نمونه‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف اسانس و موسیلاژ (جدول 1) و ترکیب این دو کاهش وزن کمتری نسبت به شاهد داشته‌اند (شکل 1). غلظت‌های مختلف اسانس اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد نشان دادند. این در حالی بود که غلظت‌های متفاوت موسیلاژ از این نظر با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. نتایج بدست آمده با مشاهدات سرانو و همکاران (29) همخوانی داشت. معمولاً تغییرات وزن، محصولات گیاهی بعد از برداشت ناشی از هدر رفتن آب آنها بواسطه تعرق است. از دست دادن آب می‌تواند به پژمرده شدن و چروک شدن و در نهایت کاهش قابلیت در بازار محصول منجر شود (13). پوشش‌های خوراکی می‌توانند از طریق ایجاد یک لایه باز دارنده نیمه تراوا نسبت به گازها و بخار آب و در نتیجه کاهش تنفس، قهوه‌ای شدن آنزیمی و از دست رفتن آب باعث افزایش ماندگاری محصولات تازه بریده شوند (13).

pH: نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر اسانس آویشن و موسیلاژ در سطح یک درصد بر این صفت معنی‌دار است ولی اثر متقابل این دو معنی‌دار نبود. جدول مقایسه میانگین نشان داد که نمونه‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف اسانس و موسیلاژ میزان pH بالاتری نسبت به شاهد نشان دادند (جدول 1) ولی بین تیمارها اختلاف معنی‌داری نبود. نتایج بدست آمده با مشاهدات روجاس و همکاران (27) همخوانی دارد.

اسیدیته قابل تیتراژ: نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر اسانس و موسیلاژ اسفرزه در سطح یک درصد معنی‌دار است در حالیکه اثر متقابل این دو معنی‌دار نبود.



شکل 1- اثر متقابل اسانس و موسیلاژ بر میزان کاهش وزن برش‌های تازه هویج
Figure 1- Interaction effect of essential oils and mucilage on weight loss of fresh cut carrot
 ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد با آزمون دانکن اختلاف معنی دار ندارند
 Columns which marked with different letter on top are not significantly different



شکل 2- اثر متقابل اسانس و موسیلاژ بر عارضه سفیدی
Figure 2- Interaction effect of essential oils and mucilage on whitening percentage
 ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد با آزمون دانکن اختلاف معنی دار ندارند
 Columns which marked with different letter on top are not significantly different

اسیدیته را داشتند و اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد نشان دادند (جدول 1). عدم کاهش اسیدیته در گروه‌های تیمار پوشش داده شده

نمونه‌های تیمار شده با غلظت 100 و 250 میلی گرم در لیتر اسانس و غلظت 100 و 200 میلی گرم در لیتر موسیلاژ بالاترین

همراه 100 میلی گرم در لیتر موسیلاژ اختلاف معنی دار نسبت به سایر تیمارها نشان داد. این تیمار دارای کمترین میزان عارضه سفیدی بود. تیمار ترکیبی 250 میلی گرم در لیتر اسانس به همراه 200 میلی گرم در لیتر موسیلاژ دارای بیشترین میزان سفیدی بود. بین سایر تیمارها اختلاف معنی دار نبود (شکل 2) نتایج حاصل با مشاهدات کوستا و همکاران (9) مطابقت داشت.

ارزیابی حسی: سفیدی و کیفیت ظاهری برش های تازه هویج تحت تأثیر پوشش های خوراکی قرار گرفت. کیفیت ظاهری برش های هویج دارای پوشش نسبت به شاهد بالاتر بود. برش های پوشش داده شده اختلاف معنی داری از نظر طعم و پذیرش کلی در مقایسه با نمونه های شاهد داشتند. از دید داوران با افزایش غلظت اسانس و موسیلاژ به ویژه مقدار 400 و 500 میلی گرم در لیتر اسانس و موسیلاژ، برش های پوشش داده شده پذیرش کلی نسبت به سایر تیمارها و شاهد کمتر شد. بررسی آدریانو و همکاران (1) نشان داد که برش های تازه هویج که با کیتوسان پوشش داده شده بودند در مقایسه با برش های بدون پوشش پس از سپری شدن به مدت 12 روز از انبارداری به بهترین وجه ویژگی های حسی برش های تازه حفظ شد. یکی از دلایل حفظ کیفیت حسی برش های تازه که در این پژوهش در همخوانی با یافته های سایر محققان مشخص شد تأثیر پوشش های خوراکی بر کاهش و هیدراتاسیون فرآورده میوه ها و سبزی های تازه است (4). یافته های پژوهش حاضر با نتایج بررسی های سایر محققان مبنی بر اینکه پوشش های خوراکی به عنوان یک لایه نیمه تراوا باعث کاهش از دست رفتن وزن و به تأخیر افتادن کاهش آب محصول کاهش تغییرات رنگ، بهبود بافت و به هم پیوستگی بافت و حفظ ویژگی های حسی فرآورده هایی از جمله میوه ها و سبزی ها می شوند، همخوانی داشت (4).

بار میکروبی: تجزیه واریانس بیانگر اثر غیر معنی دار تیمارها بر تمامی آلودگی های میکروبی مورد مطالعه بود. از نظر آلودگی به باکتری های مزوفیل هوازی و باکتری های کلیفرمی، هرچند مقداری کاهش آلودگی در تیمار اسانس و مقداری افزایش آلودگی در تیمار موسیلاژ وجود داشت، اما بطور کلی تیمارها اختلاف معنی داری با هم نداشتند. میانگین آلودگی به باکتری های مزوفیل هوازی و میانگین آلودگی به باکتری های کلیفرمی بترتیب برابر $6/67 \text{ Log CFU/g}$ و $6/37 \text{ Log CFU/g}$ بود. در خصوص آلودگی به کپک و مخمر نیز اگرچه تیمارها در مقایسه با شاهد مقداری کاهش آلودگی را نشان دادند اما این اختلاف معنی دار نبوده و میانگین این آلودگی در آزمایش برابر 6 Log CFU/g بود. پس از 10 روز انبار، آلودگی های باکتریایی هرچند مقداری افزایش داشتند ولی این افزایش معنی دار نبود، اما نمونه ها از نظر کپک و مخمر دچار افزایش معنی داری ($p < 0/01$) در میزان آلودگی شدند بطوری که میانگین آلودگی قارچی در ابتدای انبار $5/35 \text{ Log CFU/g}$ و در پایان دوره انباری $6/64 \text{ Log CFU/g}$ بود

احتمالا نتیجه تأثیر این پوشش ها در به تأخیر انداختن تنفس در محصولات برش های تازه است (11). نتایج بدست آمده با مشاهدات وانگ (33) همخوانی داشت.

مواد جامد محلول: نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تأثیر اسانس و موسیلاژ در سطح یک درصد بر این صفت معنی دار بوده است. در حالیکه اثر متقابل این دو معنی دار نبود. مقایسه میانگین ها (جدول 1) نشان می دهد که تیمارها نسبت به شاهد اختلاف معنی - داری داشتند. این یافته ها با مشاهدات ترونزاکیس و همکاران (32) مطابقت دارد. افزایش مواد جامد محلول به دلیل از دست رفتن آب از محصولات برش های تازه است که منجر به افزایش غلظت مواد جامد محلول شده است (22). قند جزء اصلی ماده خشک محلول کل یک محصول هستند و با تنفس به مصرف می رسند. بالابودن شاخص بریکس پس از 10 روز در نمونه های پوشش دیده نشان دهنده تأثیر این پوشش ها در فرآیند تجزیه قند و نیز در فرآیند تعرق (از دست دادن آب) از نمونه های برش های تازه هویج می باشد (22).

شاخص های رنگ: نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تأثیر تیمار های اسانس، موسیلاژ و تیمارهای ترکیبی بر شاخص های $L^*a^*b^*$ معنی دار نیست. این نتایج حاکی از این هستند که تغییرات رنگ کمی در نمونه های تیمار شده رخ داده و رنگ نمونه ها به شاهد بسیار نزدیک هستند.

کروما: نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اسانس و موسیلاژ در سطح پنج درصد و تیمارهای ترکیبی در سطح یک درصد معنی دار بوده است.

کاهش شاخص های رنگ در تیمارهای پوشش داده نشان می دهد که درخشندگی و شفافیت نمونه های پوشش داده با اسانس و موسیلاژ کاهش معنی داری داشته است. این نتایج با یافته های بررسی جوانمرد و گلستان (17) همخوانی دارد. در این تحقیق از پوشش خوراکی بر پایه پروتئین آب پنیر برای پوشش دار کردن برش های سیب استفاده شد. پوشش دار کردن در رنگ نمونه ها تغییری ایجاد نکرد و درخشندگی سیب های پوشش داده شده نیز ثابت بود. تغییرات جزئی مشاهده شده در شاخص های رنگ را همچنین می توان به رنگ زدایی و آب زدایی سطحی به همراه اکسیداسیون کاروتنوئید مربوط دانست (11).

عارضه سفیدی¹: نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر اسانس آویشن و موسیلاژ بر این صفت معنی دار نبوده است در حالیکه اثر ترکیب اسانس و موسیلاژ در سطح یک درصد معنی دار بوده است. جدول مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین میزان این عارضه در غلظت های 500 میلی گرم در لیتر اسانس و 400 میلی گرم در لیتر موسیلاژ مشاهد شد. در تیمار ترکیبی 100 میلی گرم در لیتر اسانس به

مرزنگوش موجب توقف رشد آسپرژیلوس می شود (16). کاربرد تیمول در بسته بندی توت فرنگی موجب کاهش آلودگی مزوفیل های هوازی و کپک و مخمر شد اما این کاهش در مقایسه با شاهد به ترتیب پس از روز 8 و 6 انبار معنی دار بود (2). میزان آلودگی باکتریایی گوشت ماهی نیمه سرخ شده منجمد نیز تحت تاثیر اسانس آویشن 2/5 و 5 درصد در حد 50 درصد در مقایسه با شاهد کاهش یافت (19). شریفی و همکاران (30) در مطالعه دیگری با بررسی عصاره چند گیاه شامل دانه اسفرزه بر روی باکتری هلیکوباکتر مشخص شد عصاره آبی گیاه خاصیت ضدباکتریایی داشته است (28). معیارهای مختلفی در مورد استاندارد آلودگی میکروبی میوه ها و سبزی های تازه و یا آماده مصرف بصورت سالاد وجود دارد. این استانداردها در کشورهای مختلف جهان تفاوت دارد اما بطور کل میزان بیشینه آلودگی به باکتری های مزوفیل هوازی 5-7 Log CFU/g، و باکتری های کلیفرمی و کپک و مخمر 2-4 Log CFU/g ذکر شده است (7). بر این اساس در این آزمایش میزان آلودگی نمونه ها به باکتری های مزوفیل هوازی (به غیر از نمونه های با پوشش موسیلاژ پس از 10 روز انبار که آلودگی آنها بیش از حد مجاز بود) در محدوده مرزی استاندارد قرار داشت. اما آلودگی به باکتری های کلیفرمی و کپک و مخمر در تمامی نمونه های مورد بررسی بیشتر از حد مجاز بود (شکل 3).

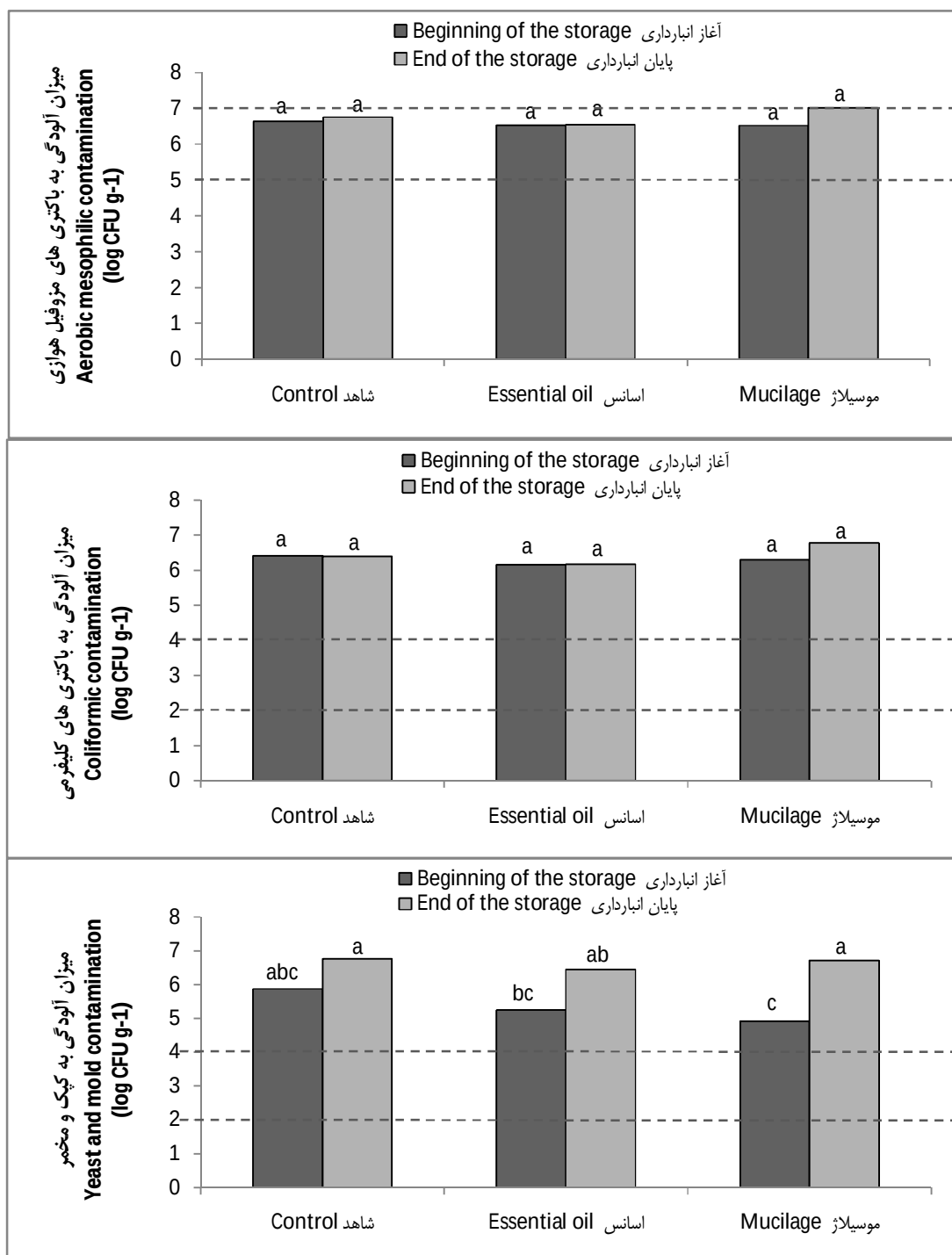
که حدود 1/3 Log CFU/g افزایش داشت. اثر متقابل تیمارها نیز از نظر آماری معنی دار نبود (جدول 2). از نظر آلودگی به باکتری اشرشیاکلی، نتیجه آزمون در محیط کشت کروم آگار ای سی سی منفی بود، لذا وجود این باکتری در هیچ یک از نمونه ها در ابتدا و پایان دوره انبارداری به تایید نرسید. نتایج سایر پژوهشگران نشان داد کاربرد سیترون و سیترال (اجزای اسانس) موجب جلوگیری از افزایش آلودگی در نوشیدنی های میوه ای و در سالادهای بسته بندی شد (5). استفاده از ترکیبات ضد تعرق مانند کیتوسان موجب کاهش 0/32 Log CFU/g آلودگی باکتریایی مزوفیل هوازی و 0/45 Log CFU/g کپک و مخمر در هویج های برش خورده طی 10 روز انبار شد در حالیکه نمونه های شاهد در خصوص آلودگی باکتریایی Log CFU/g 2 افزایش و در مورد آلودگی قارچی 0/45 Log CFU/g افزایش آلودگی نشان دادند (25). ترکیبات عمده اسانس آویشن که خاصیت ضد قارچی دارند عبارتند از: تیمول، کارواکرول، گاما ترپاین و پارا سایمن؛ که در این بین تیمول خاصیت ضد باکتریایی هم دارد (14). میزان اکسیژن و دمای محیط، و همچنین میزان پروتئین، چربی، نشاسته و اسیدیت ماده غذایی بر میزان فعالیت ضد میکروبی اسانس تاثیرگذار است، بطوریکه میزان فعالیت ضد باکتریایی اسانس آویشن در غلظت های پایین اکسیژن بیشتر می شود (23). کاربرد اسانس آویشن در کاهش آلودگی میکروبی هویج های آماده مصرف موثر بود (15). گزارش شده است که کاربرد اسانس آویشن به همراه دارچین و

جدول 2- نتایج مقایسه میانگین بار میکروبی هویج برش تازه
Table 2- Mean comparison of microbial load of fresh cut carrot

عوامل آزمایشی Treatments	آلودگی به مزوفیل های هوازی Aerobic mesophyll Contamination (log CFU g ⁻¹)	آلودگی کلیفرمی Coliform Contamination (log CFU g ⁻¹)	آلودگی قارچی Fungal contamination (log CFU g ⁻¹)	آلودگی به اشرشیاکلی E. coli contamination (log CFU g ⁻¹)
پوشش های خوراکی (Edible coating)				
شاهد (Control)	6.7a	6.42a	6.32a	صفر Zero
اسانس آویشن (Thyme EO)	6.55a	6.16a	5.85a	صفر Zero
موسیلاژ اسفرزه (Psyllium mucilage)	6.77a	6.54a	5.82a	صفر Zero
زمان آزمون میکروبی (Time of microbial test)				
آغاز دوره انباری (Start of storage)	6.56a	a6.29	b5.35	صفر Zero
پایان دوره انباری (End of storage)	6.78a	a6.45	a6.64	صفر Zero

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون LSD است.

Number followed by the same letter are not significantly different at 5% probability level on the basis of LSD test



شکل 3- مقایسه میزان بار میکروبی هویج برش خورده با پوشش های متفاوت در زمان های مختلف انبار ($p < 0/05$)
(خطوط نقطه چین نشان دهنده حد مرزی استاندارد آلودگی میکروبی است.)

ستونهای دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد با آزمون دانکن اختلاف معنی دار ندارند

Figure 3- Microbial load of fresh cut carrot treated with different edible coating at different time in storage
(Dotted line show standard microbial contamination)

Column with the same letter on the top are not significantly different on the basis of Duncan's multiple range test at 5% probability

تیمارهای بکار رفته نیز نتوانستند تاثیری در کاهش معنی دار آن داشته باشند و پیشنهاد می شود به منظور صادرات این محصول از روش های مناسب ضد عفونی از قبیل کاربرد اشعه استفاده نموده و کاربرد این تیمارها در غلظت های بالاتر نیز بررسی شود.

در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که ترکیبات طبیعی گیاهان دارویی یک منبع ارزشمند بوده و می توان برای پوشش دار کردن به منظور حفظ و بهبود ویژگی های کیفی فرآورده های برش تازه استفاده نمود، همچنین مشخص شد که شستشو و ضد عفونی محصول در این آزمایش به منظور کاهش مناسب آلودگی میکروبی کافی نبوده و

منابع

- 1- Adriano D.N., Simes A., Tudela A., Allende R.P., and Maria I.G. 2009. Edible coatings containing chitosan and moderate modified atmospheres maintain quality and enhance phytochemicals of carrot sticks. *Journal of Post harvest Biology and Technology*, 51: 364-370.
- 2- Amal S.H., Atress M.M., El-Mogy H.E., Aboul A., and Alsanius B.W. 2010. Improving Strawberry Fruit Storability by Edible Coating as a Carrier of Thymol or Calcium Chloride. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 2 (3): 88-97.
- 3- Azizi M., Farzad S., Jafarpour M.F., and Jahanbakhsh V. 2006. Inhibitory effect of some medicinal plants essential oils on post-harvest fungal disease of citrus fruits KMLT. *Journal of Science and Technology*.6: 2.685-691.
- 4- Bahramian F., Javanmard M. 2009. Shelf-life stability of fresh-cut melon coated with whey protein stored at low temperatures. *Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*.; 5 (2):53-62. (In Persian with English abstract).
- 5- Belletti N., Sadokamdem S., Patrignani F., Lanciotti R., Covelli A., and Gardini F. 2007. Antimicrobial activity of aroma compounds against *Saccharomyces cerevisiae* and improvement of microbiological stability of soft drinks as assessed by logistic regression. *Applied and Environmental Microbiology*, 73:5580-5586.
- 6- Buta J.G., Moline H.E., Spaulding D.W., and Wang C.Y. 1999. Extending shelf-life of fresh-cut apples using natural products and their derivatives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47:1-6.
- 7- Committee on the Review of the Use of Scientific Criteria and Performance Standards for Safe Food. 2003. *Scientific Criteria to Ensure Safe Food*. The National academies press, Washington, DC. Pp: 317-358.
- 8- Corbo M.R., Lanciotti R., Gardini F., Sinigaglia M., and Guertzoni M.E. 2000. Effects of hexanal, trans-2-hexenal, and storage temperature on shelf life of fresh sliced apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 2401-2408.
- 9- Costa C.A., Conte G.G., Buonocore M., Lavorgna and Nobile M.A. 2012. Calcium- alginate coating loaded with silver-montmorillonite nanoparticles to prolong the shelf-life of fresh-cut carrots. *Journal of Food Research International*, 48:164-169.
- 10-Del-Valle V., Hernandez-Munoz P., Guarda A., and Galotto M.J. 2005. Development of a Cactus mucilage edible coating (*Opuntia ficus-indica*) and its application to extend Strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. *Journal of Food Chemistry*, 91:751-756.
- 11-DongLin Z., and Hamauzu Y. 2004. Phenolic compounds and their antioxidant properties in different tissues of carrots (*Daucus carota* L.). *Journal of Food Agricultural. Environ*, 2: 95-100.
- 12-Emiroglut Z.K., Yemiş G.P., Coşkun B.K., and Candoğan k. 2010. Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties. *Meat Science*, 86: 283-288.
- 14-Gonzalez L.S., Vargas M., Martinez C.G., Chiralt A., and Chafer M. 2011. Use of essential oils in bioactive edible coatings. *Food Engineering Reviews*, 3:1-16.
- 13-Gago M.B., Serra M., Del M.A. 2006. Color change of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings. *Journal of Post harvest Biology and Technology*, 39 : 84-92.
- 15-Gutierrez J., Bourke P., Lonchamp J., and Barry-Ryan C. 2009. Impact of plant essential oils on morphological, organoleptic and quality markers of minimally processed vegetables. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10:195-202.
- 16-Huas S.T., Du W.X., Avena-Bustillos R.J., and Mchugh T.H. 2011. Novel approach to inhibit the growth of *Aspergillus flavus* and aflatoxin production by essential oil edible film. 111th General Meeting American Society for Microbiology. New Orleans, LA, May 21-24, (Abstract no: 11-GM-A-2474-ASM).
- 17-Javanmard M., and Golestan L. 2008. Effect of olive oil and glycerol on physical properties of whey protein concentrate films. *Journal of Food Processing Engineering*, 31: 628-639.
- 18-Martinez-Romero D., Alburquerque N., Valverde J.M., Guillen F., Castillo S., Valero D. and Serrano M. 2006. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatment: A new edible coating. *Journal of*

- Post harvest Biology and Technology, 39: 93 – 100.
- 19-Nessrien M.N., Abou-Taleb Y., and Abou-Taleb M. 2007. Antioxidant and antimicrobial effects of marjoram and thyme in coated refrigerated semi fried mullet fish fillets. *Journal of Dairy & Food Sciences*, 2 (1): 01-09.
 - 20-Nguyen C., and Carlin F. 1994. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34:371–401.
 - 21- Omidbaigi R. 1995. Approaches to production and processing of medicinal plants, Fekr-e-Ruz Publication, 283pp.
 - 22-Ozden C., and Bayindirli L. 2002.Effects of combinational use of controlled atmosphere, cold storage and edible coating applications on shelf life and quality attributes of apples. *Journal of European Food Research Technology*, 214: 320-26.
 - 23-Paster E., Menasherov M., Ravid U., and Juven B. 1995. Antifungal activity of oregano and thyme essential oils applied as fumigants against fungi attacking stored grain. *Journal of Food Protection*, 58(1):81–85.
 - 24-Pranoto Y., Salokhe V., and Rakshit K.S. 2005. Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil. *Journal of Food Research International*, 38:267–272.
 - 25-Pushkala R., Parvathy K.R., and Srividya N. 2012. Chitosan powder coating, a novel simple technique for enhancement of shelf life quality of carrot shreds stored in macro perforated LDPE packs. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 16:11-20.
 - 26-Rocha J., Ferreira L., Angelo M.M., Silva-Gonc N., Almeida L, and Morais A. 2003. Quality of grated carrot (var. Nantes) packed under vacuum. *Journal of Food Hydrocolloids*.87(3), 447-451.
 - 27-Rojas-Grau M.A. Tapia M.S., Rodriguez F.J., Carmona A.J., and Martin-Belloso O. 2007. Alginate and gellan-based edible coatings as carriers of antibrowning agents applied on fresh-cut Fuji apples. *Journal of Food Hydrocolloids*, 21: 118–127.
 - 28-Rifat U., Akhtar M. S., and Khan M.S. 2006. In vitro antibacterial screening of *Anethum graveolens* L. fruit, *Cichorium intybus* L. leaf, *Plantago ovate* L. seed husk and *Polygonum viviparum* L. root extracts against *Helicobacter pylori*. *International Journal of Pharmacology*, 2: 674-677.
 - 29-Serano U., Martinez-Romero D., Clastillo S. Guillen L., and Valevo D. 2005. The use of natural antifungal compounds improves the beneficial effect of MAP in sweet cherry storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6:115-123.
 - 30-Sharifi A., Naghmachi M., Jahedi S. and Khosravani S.A.M. 2011. A Study on Antimicrobial Effects of *Plantago psyllium*. *Armaghane Danesh magazine*, 16(2): 191-199.(In Persian with English abstract)
 - 31-Simesa A.J.A., Tudelab A., Allende R., and Puschmanna M. 2009. Edible coatings containing chitosan and moderate modified atmospheres maintain quality and enhance phytochemicals of carrot sticks. *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 51: 364–370.
 - 32-Tzonozakis N.G. 2007. Maintaining postharvest quality of fresh produce 'irh volatile compound. *Inovatile Food Science and Emerging Technologies*, 8: 111-116.
 - 33-Wang C.Y. 2003. Maintaining postharvest quality of raspberries with natural volatile compounds. *Journal of Food Science and Technology*, 38: 869-875.



بررسی تأثیر تنش شوری روی صفات فیزیولوژی و بیوشیمیایی ژنوتیپ‌های مرکبات

بهروز گل‌عین^{1*} - ولی ربیعی² - فائزه میرعباسی³ - رضا فیفایی⁴ - محمد فاضل حلاجی ثانی⁵

تاریخ دریافت: 1392/11/02

تاریخ پذیرش: 1394/03/19

چکیده

مرکبات جزء گیاهان حساس به شوری هستند، اما میزان تحمل ارقام مختلف در این گروه به شوری متفاوت است. در این پژوهش با هدف شناسایی ژنوتیپ‌های مرکبات متحمل به شوری، آزمایشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارها در چهار سطح کلرید سدیم (صفر، 2، 4 و 6 دسی‌زیمنس بر متر) روی دانه‌های شش ماهه 10 ژنوتیپ ناشناخته مرکبات همراه با نارنگی کلتوپاترا و سیتروملو، به ترتیب به عنوان شاهد متحمل و حساس به شوری بوده است. بستر حاوی نسبت‌های برابر از پرلیت، ماسه و خاک باغچه بودند. صفات اندازه‌گیری شده شامل: وزن تر و خشک اندام‌های هوایی و ریشه، میزان نسبی آب‌برگ، تعداد روزنه، کلر و سدیم برگ و ریشه، کلروفیل کل، پرولین، پراکسیداسیون لیپیدها و فعالیت آنزیم پراکسیداز بوده است. نتایج نشان داد که اثر متقابل ژنوتیپ و سطح شوری در میزان نسبی آب‌برگ، تعداد روزنه و سدیم ریشه اختلاف معنی‌داری نداشت ولی صفات دیگر در سطح 1 درصد و میزان کلروفیل کل در سطح 5 درصد معنی‌دار شدند. با افزایش سطوح شوری، کمترین میزان تجمع سدیم برگ در ژنوتیپ G9 با 0/28 درصد و بیشترین مربوط به ژنوتیپ G6 با 0/53 درصد تعلق داشت. بیشترین میزان کلر برگ در ژنوتیپ G6 با 3/1 درصد و کمترین در ژنوتیپ G11 با 1/7 درصد بدست آمد. همچنین در ژنوتیپ G9، مقدار پراکسیداسیون لیپیدها با مقدار 14 میلی‌مولار، نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها افزایش کمتری داشت. از میان ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ G9 تحمل بیشتری در برابر تنش شوری از خود نشان داد که از آن می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی بهره جست.

واژه‌های کلیدی: بیوتیپ، پرولین، تحمل، کلرید سدیم، نارنگی کلتوپاترا

مقدمه

نارنج سه‌برگ (*Poncirus trifoliata*) در مقایسه با پایه‌های نارنج (*C. aurantium*) و نارنگی کلتوپاترا (*C. reshni*)، باعث کاهش بیشتری در رشد می‌شود؛ در این گیاهان رشد تاج درخت بیشتر از سیستم ریشه تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد (10 و 14). شوری سبب تجمع و ذخیره سطوح سمی عناصر سدیم و کلر در سلول‌های برگ و سوختگی و ریزش برگ‌ها می‌شود (7). بر اساس گزارش رومرو-آراندو و همکاران (22) اختلال در رشد و فتوسنتز تا حد زیادی به تجمع کلر در برگ‌ها مربوط است. توانایی مرکبات برای رشد در خاک‌های شور، بیشتر به دفع یون‌ها مربوط است؛ اگر چه واکنش مرکبات به شوری با توجه به سن آنها متفاوت است (24). پایه‌های مرکبات اثر زیادی روی مقدار تجمع کلر و سدیم در شاخ و برگ درختان پیوند شده دارند (8). تحت تنش شوری، افزایش غلظت نمک درون سلول سبب تخریب ساختمان کلروپلاست و صدمه به سیستم فتوسنتزی می‌شود (15). رومرو-آراندو و همکاران (22) دریافتند که تنش شوری در شرایط مزرعه و گلخانه و شدت نور بالا، سبب کاهش غلظت کلروفیل برگ می‌شود. تجمع اسید آمینه پرولین طی تنش‌های شوری، خشکی،

مرکبات از محصولات مهم باغبانی به‌شمار می‌روند که از دیر باز به عنوان بخشی از رژیم غذایی، دارای ارزش فراوانی بوده است (9). شوری یکی از تنش‌های غیرزیستی مهم است که بر تولید و کیفیت محصولات کشاورزی و باغبانی اثرات زیانباری دارد. محدودیت بارندگی، کاهش شستشوی خاک، آب حاوی املاح زیاد، زهکشی نامناسب خاک، هوازدگی سنگ‌ها، بالا آمدن سفره‌های آب زیرزمینی و استفاده بیش از حد کودها، همگی سبب شوری خاک می‌شوند (21). مرکبات جزء گیاهان حساس به شوری هستند اما میزان تحمل پایه‌های مختلف مرکبات به شوری، تفاوت‌های واضحی با یکدیگر نشان می‌دهند. به عنوان مثال شوری در رافالمون (*C. jambhiri*) و

1 و 4 - به ترتیب دانشیار و مربیان پژوهش‌کننده مرکبات و میوه‌های

نیمه‌گرمسیری، رامسر
(*) - نویسنده مسئول: (Email: bgoleincitrus@yahoo.com)

2 و 3 - دانشیار و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشگاه زنجان

وجین و سمپاشی به طور یکسان برای همه گیاهان انجام شد. برای اندازه‌گیری کلروفیل کل، پس از تهیه عصاره از برگ سالم گیاهان با استفاده از استن 80 درصد و قرائت میزان جذب در طول موج 663 و 645 نانومتر، غلظت کلروفیل کل محاسبه شد (4). مقدار رطوبت نسبی آب برگ با استفاده از یکی از برگ‌های بالایی گیاه با روش بار و وترلی (6) انجام گرفت. تعداد روزنه برگ نیز با افزودن یک لایه نازک از برق ناخن روی سطح پشتی برگ و پس از خشک شدن آن، نوار چسب شیشه‌ای روی آن چسبانیده شد که پس از جدا کردن چسب از برگ، به روی لام منتقل و تعداد روزنه‌ها شمارش شد. همچنین وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه پس از پایان دوره تنش شوری مشخص شد. در پایان آزمایش، نهال‌ها از گلدان خارج و برگ، ریشه و ساقه آنها پس از شستشو با آب مقطر، تعدادی درون فریزر 80- درجه سلسیوس نگهداری شدند و تعدادی در آن با دمای 80 درجه سلسیوس خشک شدند. اندازه‌گیری میزان عنصر سدیم به روش شعله‌سنجی و غلظت یون کلر به روش تیتراسیون و با استفاده از نیترات نقره انجام شد (12). همچنین میزان پرولین برگ بر اساس روش بیتز و همکاران (7) در طول موج 520 نانومتر، میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء با روش هیت و پکر (11) و تعیین غلظت مالون‌دالدهید در طول موج 532 نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر (NanoDrop ND-1000) انجام شد. برای سنجش فعالیت POD از طول موج 470 نانومتر طبق روش کالیر و همکاران (13) استفاده شد. بافر استخراج برای این آنزیم در چهار درجه سلسیوس، بافر پتاسیم فسفات 50 میلی‌مولار با pH=7 شامل 0/5 EDTA میلی‌مولار بود. تجزیه آماری داده‌ها توسط نرم افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن، با سطح احتمال 1 درصد انجام شد.

نتایج و بحث

اثر شوری بر وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه

جدول تجزیه واریانس (جدول 2) اختلاف معنی‌داری را بین ژنوتیپ‌ها، سطوح تیمار شوری و اثر متقابل آنها بر صفات وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه و نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه در سطح 1 درصد نشان داد. نتایج حاکی از آن است که میان ژنوتیپ‌ها درجات متفاوتی از حساسیت (و یا تحمل) وجود دارد. افزایش سطح شوری در تمام گیاهان سبب کاهش وزن تر و خشک شد (جدول 4) که با نتیجه پژوهش‌های انجم (2) و ملگار و همکاران (16) که در گونه‌های مختلف مرکبات انجام شده است، مطابقت دارد. نمک کلرید سدیم با اثر بر فعالیت‌های متابولیکی، سبب کاهش تقسیم سلول‌های جدید و در نتیجه کاهش وزن در مقایسه با شرایط طبیعی می‌شود. نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه هم متفاوت بود

تنش آب، عناصر سنگین، سرما، اشعه فرابنفش و آلودگی به پاتوژن‌ها گزارش شده است (25). از طرفی تنش شوری همچون سایر تنش‌های زیستی و غیرزیستی می‌تواند منجر به تنش اکسیداتیو شود که با تخریب پروتئین‌ها، لیپیدها و اسیدهای نوکلئیک همراه است. اسیدهای چرب غیراشباع حساس‌ترین بخش غشاء به اکسید شدن و تخریب توسط تنش اکسیداتیو هستند. تجزیه این اسیدها توسط اکسیژن‌های فعال، تولید ترکیباتی مثل مالون‌دالدهید می‌کند که برای سلول ایجاد مسمومیت می‌کند (20). گیاهان با استفاده از سیستم‌های آنزیمی و غیرآنزیمی در برابر انواع اکسیژن‌های فعال از خود محافظت می‌کنند. از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی متداول سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز و گلوتاتیون پراکسیداز را می‌توان نام برد (15).

تعیین اختلاف میان تحمل به شوری در گیاهان کار دشواری است چرا که با توجه به بسیاری از عوامل محیطی مثل حاصل‌خیزی خاک و شرایط فیزیولوژی آن، پراکندگی نمک در پروفیل خاک، روش‌های آبیاری و شرایط آب و هوایی و همچنین عوامل گیاهی مثل مرحله رشد، واریته و پایه، میزان تحمل تغییر می‌کند (14). یکی از مهم‌ترین روش‌های کاهش صدمات شوری، استفاده از پایه‌های متحمل است. اگرچه پایه‌هایی مثل کلئوپاترا و رانگپورلایم (C. limonia) به عنوان متحمل شناخته شده‌اند (9)، شاید در میان ژنوتیپ‌های طبیعی مرکبات، گیاهانی متحمل‌تر وجود داشته باشند که بتوان پس از شناسایی و ارزیابی، آن‌ها را مورد استفاده قرار داد. هدف از این پژوهش، تعیین آستانه تحمل ژنوتیپ‌های مرکبات نسبت به شوری و شناسایی منابع تحمل در برابر شوری از میان ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده در موسسه تحقیقات مرکبات کشور است تا بتوان در برنامه‌های به‌نژادی این محصولات بهره جست.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و دو نهال در هر تکرار در موسسه تحقیقات مرکبات کشور (رامسر) به اجرا در آمد. تیمارها با دو عامل متغیر شامل چهار سطح کلرید سدیم (صفر، 2، 4 و 6 دسی‌زیمنس بر متر) و 10 ژنوتیپ طبیعی ناشناخته مرکبات شش ماهه همراه با نارنگی کلئوپاترا و سیتروملو، به ترتیب به عنوان شاهد متحمل و حساس به شوری (جدول 1) بوده است.

پس از رشد گیاهچه‌ها به مدت شش ماه در گلدان‌های با قطر دهانه 12/5 سانتی‌متر، که حاوی ترکیبی با نسبت‌های برابر از پرلیت، ماسه و خاک باغچه بود، آبیاری به حجم 100 میلی‌لیتر با استفاده از آب دارای غلظت‌های مختلف کلرید سدیم هر پنج روز یکبار (با توجه به شرایط جوی و نیاز گیاه پس از رویت خاک و تماس دست با سطح خاک گلدان) و به مدت 16 هفته صورت گرفت. کلیه مراقبت‌ها شامل

(جدول 4): به طوری که در تعدادی از ژنوتیپ‌ها تمایل به افزایش و در تعدادی دیگر رو به کاهش بود. این مساله احتمالاً به دلیل اثر تنش شوری بر رشد ریشه و عکس‌العمل و حساسیت بافت‌های مختلف گیاه به این تنش می‌باشد. رشد ریشه معمولاً کمتر از رشد برگ تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد (14). در پی کاهش رشد قسمت هوایی، که بیشتر و سریع‌تر از رشد ریشه تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد، ریشه‌ها از ترکیبات غذایی موجود استفاده بیشتری کرده و رشد بیشتری داشته‌اند. افزایش این نسبت در برخی ژنوتیپ‌ها می‌تواند ناشی از کاهش رشد ریشه‌ها، همزمان و یا کمی پس از کاهش رشد اندام‌های هوایی باشد.

اثر شوری بر مقدار نسبی آب برگ

نتایج تجزیه واریانس مقدار نسبی آب برگ در جدول 2 نشان داده شده است. ژنوتیپ و سطوح مختلف شوری به ترتیب در سطح احتمال 5 درصد و 1 درصد برای این صفت اثر معنی‌داری نشان دادند، به طوری که با افزایش سطح شوری در تمامی ژنوتیپ‌ها از میزان نسبی آب برگ کاسته شده است. این کاهش می‌تواند به علت کاهش پتانسیل آب در محلول خاک در اثر افزایش نمک‌ها به‌ویژه کلرید سدیم باشد. همچنین شوری با اثر بر نفوذپذیری غشاء سبب افزایش نشت یونی می‌شود که بر پتانسیل آب و فشار تورژسانس اثرگذار است (20). با توجه به نتایج، بین میزان نسبی آب برگ و افزایش غلظت یون‌های سدیم و کلر همبستگی منفی وجود دارد (شکل 1) و یکی از دلایل کاهش میزان نسبی آب سلول‌های برگ می‌تواند اثر یون‌ها بر ساختار سلول و غشای سلولی باشد.

اثر شوری بر تعداد روزنه برگ

تجزیه واریانس اطلاعات (جدول 2) بیانگر این است که ژنوتیپ و سطوح مختلف شوری بر تعداد روزنه برگ در سطح احتمال 1 درصد اثر معنی‌داری داشته ولی اثر متقابل شوری در رقم معنی‌دار نشده است. با افزایش شوری از تعداد روزنه در واحد سطح برگ کاسته می‌شود. گزارش شده است که تنش شوری علاوه بر اینکه بر ضخامت برگ‌ها و اندازه سلول‌های برگ اثر می‌گذارد، احتمال اثر (مستقیم یا غیر مستقیم) بر تعداد روزنه‌ها نیز وجود دارد؛ چرا که گیاهان سطح برگ، تعداد ساقه، تعداد ریشه، تعداد روزنه و ... را برای سازگاری با شرایط مختلف تغییر می‌دهند (20). تراکم روزنه‌ها و نحوه قرارگیری آنها همانند توسعه برگ تحت تأثیر شرایطی همچون مقدار آب قابل دسترس، شدت نور، دما و غلظت دی‌اکسید کربن قرار می‌گیرند (14).

اثر شوری بر عناصر برگ و ریشه

جدول تجزیه واریانس 3، اثر معنی‌دار ژنوتیپ، سطوح شوری و اثر متقابل آن‌ها را بر میزان کلر در برگ و ریشه ژنوتیپ‌ها، در سطح

احتمال 1 درصد نشان می‌دهد. بر اساس این جدول، میزان سدیم برگ و ریشه نیز تحت تأثیر ژنوتیپ و شوری قرار گرفت ($p \leq 0/01$). نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش شوری، عناصر کلر و سدیم در برگ‌ها و ریشه‌ها افزایش می‌یابد. این افزایش در تمامی ژنوتیپ‌ها مشاهده شد، اما مقدار افزایش در میان آن‌ها متفاوت بود (جدول 4). افزایش در میزان سدیم و کلر در برگ مرکبات می‌تواند به این علت باشد که برگ‌ها آخرین مسیر جذب و انتقال هستند (24). افزایش عناصر سدیم و کلر در ریشه و برگ در این آزمایش، با یافته‌های پژوهشگران دیگر (1 و 23) در ارقام مختلف مرکبات مطابقت دارد. تفاوت میان ژنوتیپ‌ها از نظر میزان تجمع یون‌ها شاید به دلیل تفاوت در عادت رشد، سیستم‌های انتقال و آوندها، ویژگی‌های آناتومی ریشه، توانایی محدودیت جذب و انتقال عناصر و میزان مصرف آب و ترقی گیاه باشد (5). در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، تنها کلئوپاترا و سیتروملو از نظر رفتار و واکنش مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، سایر ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مرفولوژی و فیزیولوژی ناشناخته بوده و اطلاعاتی در مورد ویژگی‌های آن‌ها وجود ندارد. سیتروملو در گروه دفع‌کننده‌های سدیم و ذخیره‌کننده‌های کلر قرار دارد، در حالیکه در مورد کلئوپاترا عکس این مطلب صادق است (23). بر اساس پژوهش‌های دیگر، بیشترین صدمه شوری به مرکبات مربوط به یون کلر است (8). تحمل در برابر شوری به توانایی در کنترل جذب و انتقال یون‌های نمک از ریشه به شاخه مربوط است و گیاهانی که دارای قابلیت دفع‌کنندگی سدیم و کلر هستند، مقدار بیشتری از این عناصر را در ریشه ذخیره می‌کنند تا بافت‌های برگ و ساقه. در پایه‌هایی مانند کلئوپاترا که تحمل بیشتری نسبت به شوری دارند، مقاومت بیشتر ریشه در جذب کلر مشاهده شده است (16). کلئوپاترا سیستم ریشه‌ای با کارایی پائین‌تر برای جذب آب دارد، نسبت شاخه به ریشه در این رقم بالا است و در مقایسه با پایه‌های حساس مانند سیترنج (*C. sinensis* × *P. trifoliata*) و سیتروملو، دارای تعداد عناصر آوندی کمتری می‌باشد. بنابراین در پایه‌های حساس، علت تجمع غلظت بالای کلر در برگ را می‌توان ناشی از مصرف بیشتر آب، وجود سیستم ریشه کارآمد برای جذب آب و نسبت پایین شاخه به ریشه دانست (16). ژنوتیپ‌های G9، G10 و G11 که میزان کلر کمتری در برگ ذخیره کردند، احتمالاً دارای سیستم‌هایی مشابه کلئوپاترا و یا ویژگی‌هایی که سبب جذب پائین‌تر و یا انتقال کمتر کلر می‌شوند، هستند. بین غلظت یون‌های کلر و سدیم در برگ و وزن تر بخش هوایی (شکل 2) و ریشه (شکل 3) همبستگی منفی وجود دارد.

اثر شوری بر کلروفیل کل

با توجه به جدول تجزیه واریانس 3، مقدار کلروفیل برگ، میان ژنوتیپ‌ها و سطوح شوری در سطح 1 درصد اختلاف معنی‌داری نشان داد. اثر متقابل شوری و ژنوتیپ بر کلروفیل در سطح 5 درصد معنی‌دار

عناصر از اجزای ساختمان کلروفیل ها هستند و بنابراین کمبود آنها می تواند بر مقدار کلروفیل اثرگذار باشد. پیامد کاهش مقدار کلروفیل، کاهش مقدار فتوسنتز خواهد بود. اثری که شوری بر پتانسیل آبی گیاه و تقسیم و رشد سلول ها دارد باعث کوچک شدن برگ ها و کاهش سطح برگ شده که خود سبب کاهش سطح فتوسنتز کننده و در نتیجه کاهش مقدار فتوسنتز می گردد (25).

شد. در این پژوهش، افزایش شوری باعث کاهش کلروفیل در تمام ژنوتیپ ها شد (جدول 4)، که با گزارش ابوطالبی و همکاران (1) مطابقت دارد. نتایج بیانگر همبستگی منفی بین سدیم و کلر برگ و کلروفیل کل است (شکل 4). شوری و به ویژه تجمع یون کلر در کلروپلاست با اثرگذاری بر ساختار این اندامک و تیلاکوئیدها و انتقال الکترون فتوسنتزی، فعالیت فتوسیستم II جلوگیری می کند. کلرید سدیم باعث کاهش عناصر منیزیم (Mg) و نیتروژن (N) می شود. این

جدول 1- ژنوتیپ های مرکبات استفاده شده در آزمایش و برخی صفات مورفولوژی آنها

Table 1- List of the citrus genotypes with their morphological traits

شکل درخت Tree shape	رنگ نوک شاخه Shoot tip color	شکل پهنک برگ Leaf lamina shape	رنگ گل Flower color	تعداد جنین در بذر Seed embryony	تعداد بذر Seed number	شکل میوه Fruit shape	رنگ میوه Fruit skin color	زمان رسیدن میوه Fruiting season	نام عمومی Common name	نام علمی گیاه Scientific name	کد گیاه Plant code
پهن Obloid	سبز Green	تخم مرغی Ovate	سفید White	چندجنین Polyembryonic	20-50	پخت Obloid	سبز-زرد Green-yellow	میان رس Midseason	نامشخص Unknown	<i>Citrus</i> sp	G1
کروی Spheroid	سبز Green	بیضی و کشیده Elliptic	سفید White	چندجنین Polyembryonic	20-50	گلایه شکل Pyriform	زرد Yellow	میان رس Midseason	سیتروملو Citrumelo	<i>C. paradisi</i> × <i>P. trifoliata</i>	Citromelo
کروی Spheroid	سبز Green	نیزه ای Lanceolate	سفید White	چندجنین Polyembryonic	20-50	پخت Obloid	نارنجی روشن Light orange	میان رس Midseason	نامشخص Unknown	<i>C. sp</i>	G3
پهن Obloid	ارغوانی Purple	بیضی و کشیده Elliptic	سفید White	چندجنین Polyembryonic	20-50	کروی Spheroid	سبز-زرد Green-yellow	دیر رس Late	نامشخص Unknown	<i>C. sp</i>	G4
بیضی Ellipsoid	سبز Green	نیزه ای Lanceolate	سفید White	چندجنین Polyembryonic	10-19	کروی Spheroid	زرد Yellow	دیر رس Late	نامشخص Unknown	<i>C. sp</i>	G5
کروی Spheroid	سبز Green	نیزه ای Lanceolate	سفید White	چندجنین Polyembryonic	20-50	کروی Spheroid	نارنجی Orange	دیر رس Late	نامشخص Unknown	<i>C. sp</i>	G6
بیضی Ellipsoid	سبز Green	بیضی و کشیده Elliptic	سفید White	چندجنین Polyembryonic	10-19	بیضی Ellipsoid	زرد Yellow	دیر رس Late	نامشخص Unknown	<i>C. sp</i>	G7
کروی Spheroid	سبز Green	بیضی و کشیده Elliptic	سفید White	چندجنین Polyembryonic	20-50	پخت Obloid	نارنجی Orange	میان رس Midseason	نارنجی Cleopatra	<i>C. reshni</i>	Cleopatra
بیضی Ellipsoid	سبز Green	بیضی و کشیده Elliptic	سفید White	چندجنین Polyembryonic	10-19	پخت Obloid	نارنجی روشن Light orange	میان رس Midseason	نامشخص Unknown	<i>C. sp</i>	G9
پهن Obloid	سبز Green	بیضی و کشیده Elliptic	سفید White	چندجنین Polyembryonic	20-50	بیضی Ellipsoid	زرد Yellow	دیر رس Late	نامشخص Unknown	<i>C. sp</i>	G10
پهن Obloid	سبز Green	بیضی و کشیده Elliptic	سفید White	چندجنین Polyembryonic	10-19	پخت Obloid	زرد Yellow	دیر رس Late	نامشخص Unknown	<i>C. sp</i>	G11
بیضی Ellipsoid	سبز Green	بیضی و کشیده Elliptic	سفید White	چندجنین Polyembryonic	10-19	گلایه شکل Pyriform	زرد Yellow	میان رس Midseason	نامشخص Unknown	<i>C. sp</i>	G12

منبع: گلین و عدولی، 1390

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار شوری بر صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مرکبات
Table 2- Variance analysis of salinity treatment on studied traits in citrus genotypes

میانگین مربعات Mean of square								
منبع تغییر Source of variation	درجه آزادی Degree of freedom	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن تر بخش هوایی Shoot fresh weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن خشک بخش هوایی Shoot dry weight	نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه Shoot/Root dry weight	مقدار نسبی آب برگ Relative water content	تعداد روزنه Stomatal density
ژنوتیپ (Genotype)	11	21.51**	83.01**	7.32**	13.46**	1.63**	155.25*	4874.30**
شوری (Salinity)	3	73.95**	166.30**	25.88**	46.98**	1.68**	4922.23**	71862.60**
ژنوتیپ × شوری (Salinity × Genotype)	33	1.62**	5.95**	0.49**	0.52**	0.68**	24.23 ^{ns}	621.03 ^{ns}
خطا (Error)	96	0.22	0.50	0.13	0.09	0.25	68.22	785.65
ضریب تغییرات (%) CV		9.83	6.75	15.10	8.33	29.44	10.37	11.76

Significant at the 1% level

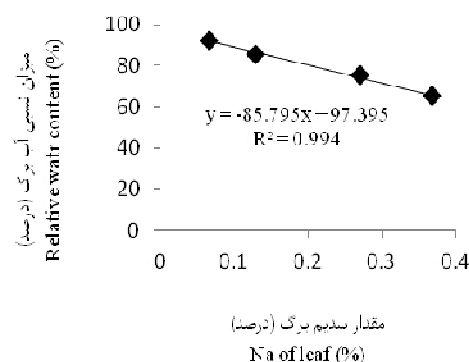
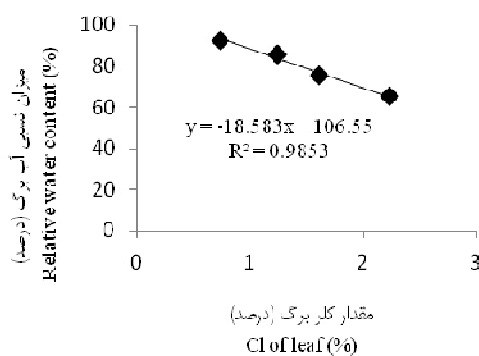
Significant at the 5% level

Non significant

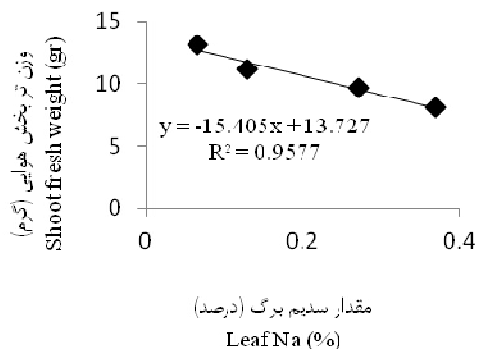
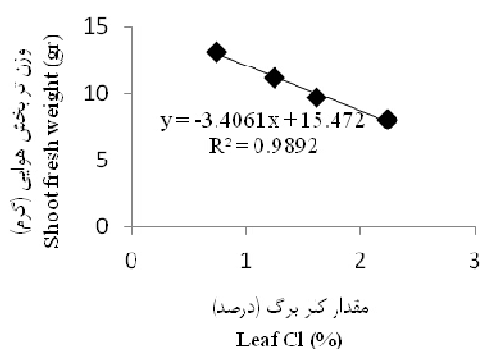
** معنی دار در سطح احتمال 1%

* معنی دار در سطح احتمال 5%

NS: غیر معنی دار



شکل 1- همبستگی منفی بین: مقدار سدیم برگ (راست) و کلر برگ (چپ) با میزان نسبی آب برگ
Figure 1- Negative correlation between: Leaf Na (right) and Leaf Cl (left) with relative water content



شکل 2- همبستگی منفی بین: مقدار سدیم برگ (راست) و کلر برگ (چپ) و وزن تر بخش هوایی
Figure 2- Negative correlation between: Leaf Na (right) and Leaf Cl (left) with shoot fresh weight

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار شوری بر صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مرکبات
Table 3- Variance analysis of salinity treatment on studied traits in citrus genotypes

میانگین مربعات (Mean of square)									
منبع تغییر (Source of variation)	درجه آزادی (Degree of freedom)	سدیم ریشه (Root Na)	سدیم برگ (Leaf Na)	کلر ریشه (Root Cl)	کلر برگ (Leaf Cl)	کلروفیل کل (Total chlorophyll)	پرولین (Proline)	پراکسیداسیون لیپیدها (Lipid peroxidation)	فعالیت آنزیمی (Enzyme activity)
ژنوتیپ (Genotype)	11	0.11**	0.02**	1.13**	0.54**	0.13**	1519.58**	618.26**	2.24**
شوری (Salinity)	3	0.02**	0.67**	15.23**	14.25**	2.72**	9386.25**	2932.98**	13.33**
ژنوتیپ × شوری (Salinity × Genotype)	33	0.001 ^{ns}	0.01**	0.20**	0.18**	0.02*	210.71**	122.02**	0.27**
خطا (Error)	96	0.002	0.001	0.03	0.01	0.01	37.11	6.36	0.03
ضریب تغییرات (CV)		22.6	13.12	9.14	7.92	12.42	13.80	10.56	15.20
Significant at the 1% level								*: معنی‌دار در سطح احتمال 1%	
Significant at the 5% level								*: معنی‌دار در سطح احتمال 5%	
Non significant								NS: غیرمعنی‌دار	

اکسیداتیو به‌شمار می‌رود. با افزایش غلظت شوری، غلظت مالون‌دالدهید در برگ همه ژنوتیپ‌ها، افزایش یافت (جدول 4). این اطلاعات با نتیجه پژوهش آربونا و همکاران (3) که در پایه کاریزو سیترنج انجام شده، همخوانی دارد، اما با یافته موتولیو و همکاران (17) در کشت بافت مرکبات که افزایشی در غلظت مالون‌دالدهید در ژنوتیپ‌های مورد آزمایش مشاهده نکردند، تناقض دارد. شاید، نوع ژنوتیپ، تفاوت در شرایط آزمایش و تیمارهای به‌کار رفته، علت این نتیجه متفاوت باشد. از طرفی میان عناصر سدیم و کلر برگ و غلظت مالون‌دالدهید همبستگی مثبت وجود دارد (شکل 5).

اثر شوری بر فعالیت آنزیم پراکسیداز

میان ژنوتیپ‌ها و سطوح شوری و اثر متقابل آن‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح 1 درصد در میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز وجود دارد (جدول 3). فعالیت آنزیم پراکسیداز با افزایش شوری در ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، افزایش پیدا کرد (جدول 4). افزایش در فعالیت آنزیم پراکسیداز در اثر تنش شوری در گیاهان مختلف مشاهده شده است و طبق نتایج تعدادی از این پژوهش‌ها، در رقم‌های متحمل‌تر و در سطوح بالای شوری، فعالیت آنزیم مذکور بیشتر بود (15 و 20). در تیمار شاهد، بیشترین فعالیت آنزیمی به ژنوتیپ‌های نسبتاً متحملی چون G10 و G11 تعلق داشت. شاید این فعالیت اولیه در ادامه روند فعالیت آنتی‌اکسیدانی و عملکرد آنزیم‌ها در شرایط شدیدتر تنش، مؤثر بوده و واکنشی از نظر تحمل و سازگاری به شوری تلقی شود. اگرچه در ژنوتیپ‌های ظاهراً حساس با افزایش شوری، فعالیت آنزیمی افزایش یافت، این پدیده می‌تواند واکنشی در

اثر شوری بر میزان پرولین

میان ژنوتیپ‌ها، سطوح شوری و اثر متقابل آن‌ها در مقدار پرولین برگ، در سطح 1 درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول 3). با افزایش سطح شوری در تمامی ژنوتیپ‌ها، افزایش پرولین مشاهده شد (جدول 4) که با نتایج مورکوت و همکاران (18) در کشت بافت مرکبات مطابقت دارد. افزایش پرولین در شرایط تنش، می‌تواند ناشی از سنتز پرولین، کاهش اکسید شدن پرولین به گلوتامات و یا کاهش مصرف آن در سنتز پروتئین و یا افزایش تجزیه پروتئین‌ها باشد (20). تجمع پرولین در ژنوتیپ‌هایی که حساسیت به شوری نشان دادند، می‌تواند به دلیل اثرات زیانبار شوری بر فعالیت‌های متابولیکی و در نتیجه تخریب پروتئین‌ها باشد و نه یک مکانیسم دفاعی برای مقابله و تحمل تنش.

در کلثوپاترا و ژنوتیپ‌های G3، G9، G10 و G11 که تحمل بیشتری در تنش شوری از خود نشان دادند، غلظت بالای تنش شوری سبب افزایش معنی‌دار در مقدار پرولین آن‌ها شد. شاید این تجمع بیشتر با اثر بر پتانسیل اسمزی و جذب بیشتر آب سبب تداوم فرایندهای درون سلولی شده و همچنین با حفظ آب سلول‌ها و رقیق‌سازی نمک‌ها، از شدت صدمات شوری کاسته باشد.

اثر شوری بر پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء

تجزیه واریانس داده‌ها مؤید آن است که سطوح مختلف شوری، ژنوتیپ‌ها و اثر متقابل آن‌ها بر این صفت در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود (جدول 3). اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع، ترکیباتی مثل مالون‌دالدهید تولید می‌کند که شاخصی از میزان صدمه

مقابل تنش بوده و یک رفتار سازگارانه نباشد. در چنین ژنوتیپ‌هایی علاوه بر افزایش فعالیت آنزیمی و بعضاً افزایش پرولین، باز هم سطح تحمل بسیار پائین بود و این مسأله می‌تواند ناشی از صدمات عناصر به اجزای سلولی، اندامک‌ها و غشاء مربوط شود که اثر فعالیت‌های دفاعی را کاهش داده و یا خنثی می‌کند.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع، این مطالعه نشان داد که ژنوتیپ‌های G4، G6 و G7 حساسیت بیشتری به تنش شوری دارند. در ژنوتیپ‌های مذکور، مقدار کلر برگ با افزایش شوری، بیش از سایر ژنوتیپ‌ها افزایش یافت و از آنجا که بیشترین صدمه در مرکبات به افزایش غلظت کلر در قسمت‌های هوایی گیاه نسبت داده می‌شود، یکی از دلایل کاهش رشد و صدمات شدیدتر می‌تواند همین مسأله باشد.

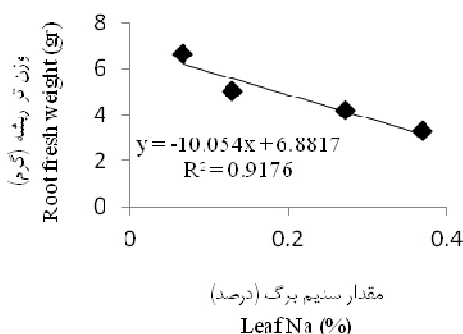
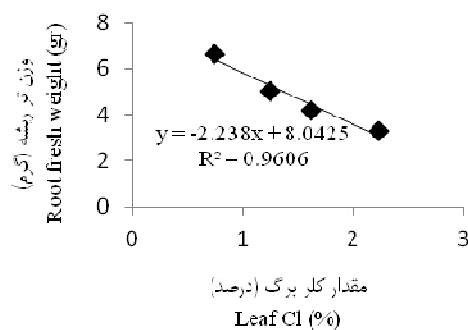
ژنوتیپ‌های G9، G10، G11 و G12 خسارت کمتری در تنش شوری داشتند. در این ژنوتیپ‌ها، مقدار پراکسیداسیون لیپیدها (که نشانه‌ای از صدمه اکسیداتیو به غشای سلولی است) افزایش کمتری داشت و تجمع یون کلر در برگ آن‌ها نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها در

سطح پائین‌تری بود.

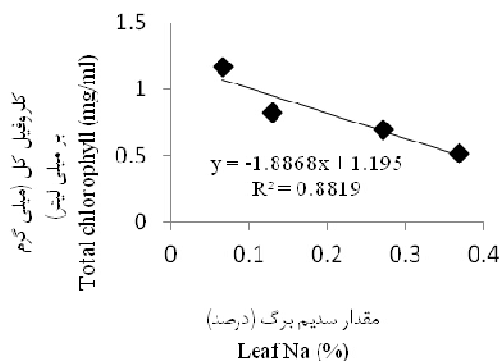
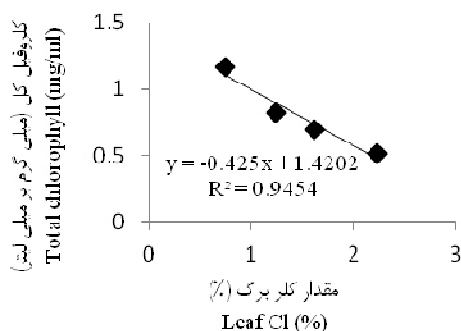
با توجه به نتایج، از نظر میزان خسارت اکسیداتیو و صدمه به غشاء، ژنوتیپ G9 نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها، آسیب کمتری دیده است. همین ژنوتیپ پس از کلثوپاترا، کمترین افزایش را در مقدار کلر برگ داشت و مقدار تجمع یون سدیم در برگ‌های این گیاه پس از ژنوتیپ G3 و کمتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود. بنابراین ژنوتیپ G9 قابلیت بالایی در دفع یون کلر، که یکی از عوامل اصلی صدمه ناشی از کلرید سدیم به شمار می‌رود، دارد و این ویژگی در میزان تحمل گیاه در مقابل شوری دارای اهمیت بسیاری است. با توجه به داده‌های بدست آمده، ژنوتیپ G9 در مقایسه با ژنوتیپ‌های دیگر، در موقعیت بهتری قرار دارد و آسیب کمتری دیده است که از آن می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی بهره جست.

سپاسگزاری

از پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری به خاطر در اختیار قرار دادن مواد گیاهی و مواد آزمایشگاهی تشکر می‌شود.



شکل 3- همبستگی منفی بین: مقدار سدیم برگ (راست) و کلر برگ (چپ) و وزن تر ریشه
Figure 3- Negative correlation between: Leaf Na (right) and Leaf Cl (left) with root fresh weight

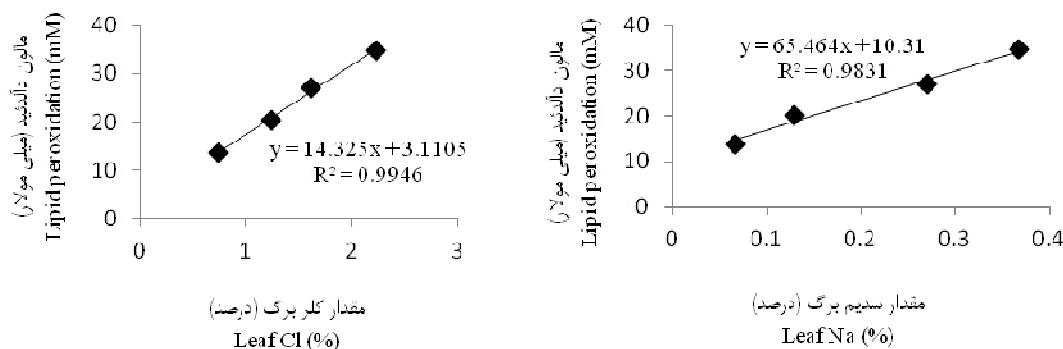


شکل 4- همبستگی منفی بین: مقدار سدیم برگ (راست) و کلر برگ (چپ) و کلروفیل کل
Figure 4- Negative correlation between: Leaf Na (right) and Leaf Cl (left) with total chlorophyll

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مرکبات

Table 4- Comparison mean of the studied traits in citrus genotypes

سلح شوری (Salinity level)	G1	سیترملو (Citremelo)	G3	G4	G5	G6	G7	کلپاترا (Cleopatra)	G9	G10	G11	G12
وزن تر ریشه (Root fresh weight) (gr)	0	8.8±0.46 a	5.7±0.25 bc	8.5±0.34 a	5.1±0.32 c	5.9±0.15 bc	4.9±0.12 c	4.3±0.12 cd	6.6±0.10 b	5.5±0.15 bc	7.8±0.77 ab	10.5±0.24 a
4	5.7±0.07 bc	5.7±0.50 bc	4±0.12 bc	6.4±0.21 b	3.9±0.07 e	4.6±0.18 e	3.1±0.03 cd	3.1±0.06 ef	5.6±0.11 b	5.2±0.20 c	6.1±0.70 c	7.4±0.24 b
2	5.4±0.44 cd	5.5±0.10 cd	2.7±0.32 ef	5.3±0.14 g	2.9±0.60 f	3.2±0.15 f	2.5±0.22 g	2.5±0.06 g	4.5±0.80 c	4.3±0.15 d	5.5±0.12 de	6.0±0.30 c
6	5.1±0.25 d	3.9±0.49 e	2.3±0.12 g	1.6±0.17 g	2.3±0.60 g	2.7±0.35 g	1.8±0.90 g	2.6±0.21 g	4.0±0.07 cd	3.9±0.14 e	4.6±0.27 e	5.6±0.26 cd
وزن تر پختی (Shoot fresh weight) (gr)	0	17.3±0.31 a	9.7±0.37 c	14.5±0.55 ab	9.9±0.78 c	10.8±0.38 bc	9.3±0.17 c	9.9±0.06 c	16.6±0.29 a	14.1±0.12 ab	13.9±0.96 ab	17.4±0.29 a
2	13.6±0.23 bc	11.9±0.53 bc	7.6±0.21 d	12.5±0.39 bc	9.4±0.39 d	9.4±0.38 d	7.0±0.17 d	9.6±0.09 cd	12.8±0.29 b	13.5±0.48 bc	12.6±0.34 bc	17.7±0.15 b
4	14.1±0.05 c	10.8±0.39 c	6.1±0.70 e	10.5±0.28 de	8.5±0.28 de	4.3±0.12 ef	6.9±0.24 de	8.9±0.23 de	10.7±0.21 c	12.8±0.43 cd	11.3±0.14 c	13.3±0.14 c
6	13.0±0.57 c	9.3±0.70 cd	5.7±0.33 ef	3.1±0.41 f	7.5±0.32 e	2.9±0.18 g	6.3±0.26 e ²	7.3±0.43 f	10.0±0.18 d	10.8±0.44 e	11.0±0.12 e	10.1±0.15 d
وزن خشک ریشه (Root dry weight) (gr)	0	4.7±0.03 a	3.3±0.11 ab	4.6±0.18 a	2.7±0.16 bc	3.1±0.06 ab	2.6±0.05 bc	2.5±0.10 bc	2.8±0.80 ab	2.6±0.12 bc	4.2±0.23 a	5.6±0.09 a
2	2.8±0.31 bc	2.9±0.25 c	2.0±0.06 c	3.3±0.15 b	2.1±0.12 d	2.4±0.10 c	1.6±0.03 d	1.6±0.03 d	2.5±0.03 bc	2.4±0.69 cd	2.8±0.33 b	4.9±0.12 b
4	2.7±0.04 c	2.5±0.05 c	1.5±0.25 de	2.4±0.12 cd	1.4±0.03 e	1.5±0.08 d	1.2±0.10 e	1.4±0.03 de	2.2±0.29 cd	2.1±0.15 d	2.2±0.07 cd	3.7±0.02 c
6	2.7±0.14 d	1.5±0.27 e	1.0±0.02 f	0.6±0.07 fg	1.0±0.03 f	1.0±0.04 fg	0.6±0.08 fg	1.0±0.04 f	2.0±0.29 de	1.5±0.06 e	2.1±0.21 d	3.0±0.31 d
وزن خشک پختی (Shoot dry weight) (gr)	0	6.8±0.13 a	3.9±0.15 ab	5.8±0.24 a	3.9±0.26 b	4.3±0.15 ab	4.2±0.04 ab	3.9±0.15 ab	6.8±0.12 a	5.7±0.10 a	5.2±0.15 ab	7.2±0.18 a
2	4.9±0.23 b	4.2±0.16 b	2.6±0.06 b	4.2±0.14 b	3.3±0.10 c	2.7±0.33 cd	2.7±0.08 cd	3.3±0.10 c	4.5±0.06 b	4.8±0.20 b	4.0±0.10 cd	6.1±0.16 b
4	4.1±0.17 c	3.5±0.08 c	1.9±0.07 e	3.3±0.23 c	2.6±0.06 d	1.3±0.04 ef	2.0±0.04 e	3.1±0.04 cd	4.1±0.09 c	4.0±0.15 c	4.0±0.12 cd	5.1±0.05 c
6	3.8±0.49 d	2.7±0.22 d	2.1±0.12 ef	1.5±0.27 f	2.2±0.12 e	0.9±0.04 g	1.3±0.15 f	2.5±0.33 d	3.8±0.08 cd	3.1±0.14 d	3.2±0.06 e	4.4±0.24 d
نسبت وزن خشک به وزن ریشه (Shoot/Root dry weight) (gr)	0	1.4±0.12 bc	1.4±0.06 d	1.3±0.12 bc	1.4±0.07 bc	1.4±0.04 bc	1.6±0.20 c	1.6±0.03 c	1.2±0.03 f	2.2±0.06 e	1.2±0.04 b	1.4±0.07 bc
2	1.8±0.08 d	1.4±0.32 bc	1.3±0.30 bc	1.3±0.09 bc	1.6±0.27 c	1.1±0.04 ab	1.7±0.27 cd	2.1±0.03 e	1.8±0.18 d	2.0±0.03 de	1.4±0.22 bc	1.3±0.26 bc
4	1.5±0.27 c	1.4±0.30 bc	1.3±0.02 bc	1.4±0.36 bc	1.9±0.11 d	1.7±0.13 d	2.2±0.15 e	2.2±0.03 d	1.9±0.03 d	1.9±0.05 d	1.8±0.05 d	1.4±0.31 bc
6	1.7±0.01 cd	1.8±0.11 d	2.1±0.03 e	2.5±0.03 f	2.1±0.03 e	0.9±0.11 a	2.1±0.33 e	2.5±0.14 f	1.9±0.35 d	2.1±0.23 e	1.5±0.20 c	1.5±0.36 c
سندرم یو کی (Leaf Na) (%)	0	0.06±0.02 a	0.08±0.001 a	0.07±0.01 a	0.05±0.01 a	0.07±0.02 a	0.07±0.02 a	0.05±0.001 a	0.06±0.01 a	0.05±0.01 a	0.07±0.01 a	0.07±0.02 a
2	0.12±0.01 b	0.17±0.01 b	0.13±0.01 b	0.13±0.02 b	0.13±0.01 b	0.13±0.01 b	0.13±0.01 b	0.11±0.01 b	0.12±0.01 b	0.11±0.01 b	0.12±0.01 b	0.12±0.01 b
4	0.26±0.01 c	0.33±0.02 c	0.26±0.01 c	0.28±0.01 c	0.25±0.01 c	0.29±0.02 c	0.31±0.03 c	0.23±0.02 c	0.26±0.01 cd	0.25±0.01 c	0.27±0.01 c	0.25±0.01 c
6	0.34±0.02 d	0.44±0.03 de	0.32±0.02 d	0.33±0.04 de	0.32±0.02 d	0.33±0.01 def	0.46±0.04 de	0.33±0.01 d	0.28±0.01 d	0.31±0.01 d	0.33±0.01 d	0.34±0.03 d
کلر ریشه (Root Cl) (%)	0	0.7±0.06 a	0.8±0.04 a	0.9±0.02 a	1.0±0.11 a	0.7±0.13 a	1.4±0.01 bc	1.8±0.01 c	1.1±0.01 ab	1.2±0.09 ab	1.1±0.04 ab	1.1±0.09 ab
2	1.3±0.31 b	1.3±0.02 b	1.4±0.11 bc	1.4±0.12 bc	1.1±0.02 bc	2.2±0.09 de	2.0±0.01 d	1.5±0.01 c	1.6±0.03 c	2.0±0.04 d	2.6±0.03 d	1.8±0.01 cd
4	1.3±0.06 b	1.7±0.06 cd	1.7±0.21 cd	2.1±0.12 d	2.3±0.01 de	2.4±0.01 de	2.0±0.01 d	2.0±0.01 d	2.2±0.01 de	2.4±0.05 e	2.4±0.04 d	2.1±0.04 d
6	1.7±0.01 cd	1.9±0.06 cd	2.5±0.09 e	2.5±0.01 e	2.5±0.01 e	2.7±0.26 ef	3.2±0.01 f	3.4±0.24 f	3.2±0.09 f	2.8±0.09 f	2.6±0.01 ef	2.3±0.01 de
کلر برگ (Leaf Cl) (%)	0	0.8±0.01 a	0.8±0.02 a	0.7±0.01 a	0.6±0.02 a	0.9±0.02 ab	0.6±0.01 a	0.9±0.01 ab	0.9±0.02 ab	0.7±0.02 a	0.6±0.02 a	0.7±0.01 a
2	1.2±0.04 ab	1.5±0.01 b	0.8±0.01 a	1.0±0.01 ab	1.1±0.08 ab	1.7±0.05 bc	1.3±0.01 ab	1.6±0.02 bc	1.1±0.03 ab	1.3±0.03 ab	1.1±0.01 ab	1.2±0.03 ab
4	1.5±0.01 c	1.8±0.02 c	1.5±0.12 b	1.5±0.07 b	1.5±0.03 b	2.1±0.01 d	1.7±0.03 bc	1.6±0.02 bc	1.6±0.02 bc	1.5±0.07 b	1.3±0.03 ab	1.8±0.09 c
6	2.3±0.05 d	2.8±0.02 d	2.0±0.03 d	2.6±0.03 d	2.0±0.05 d	3.1±0.01 e	2.8±0.01 de	1.8±0.03 c	1.8±0.33 c	1.8±0.03 c	1.7±0.05 bc	2.0±0.08 d
کلروفیل (کلروفیل) (Chlorophyll) (mg/ml)	0	1.1±0.09 a	1.0±0.15 ab	1.2±0.05 a	1.2±0.03 a	1.2±0.06 a	1.0±0.08 ab	1.1±0.03 a	1.4±0.05 a	1.3±0.08 a	1.4±0.06 a	1.0±0.03 ab
2	0.8±0.06 b	0.8±0.09 b	0.7±0.02 bc	0.8±0.09 b	0.8±0.02 b	0.7±0.05 bc	0.7±0.13 bc	0.9±0.02 bc	1.0±0.01 ab	0.9±0.02 b	1.0±0.05 ab	0.9±0.07 b
4	0.7±0.01 bc	0.6±0.12 c	0.6±0.02 c	0.6±0.04 c	0.7±0.01 d	0.5±0.02 cd	0.7±0.04 bc	0.7±0.04 bc	1.0±0.01 ab	0.8±0.04 b	0.8±0.03 b	0.8±0.04 b
6	0.4±0.06 d	0.4±0.02 d	0.4±0.04 d	0.4±0.04 d	0.6±0.04 c	0.4±0.03 d	0.4±0.01 d	0.5±0.01 cd	0.7±0.07 bc	0.7±0.04 bc	0.7±0.08 bc	0.6±0.06 c
پروتئین (Protein) (mg/gr)	0	28.5±3.70 b	14.8±0.72 a	22.0±1.68 a	24.8±0.87 a	22.6±2.65 a	32.2±3.39 ab	13.0±0.03 a	39.2±4.66 ab	11.4±0.25 a	54.6±2.56 bc	35.2±0.14 bc
2	15.1±1.23 a	28.7±0.93 b	36.0±3.2 bc	37.3±2.63 bc	44.0±0.5 bc	32.9±2.60 b	48.0±0.66 c	23.0±1.80 bc	49.3±5.04 bc	30.1±3.87 bc	40.1±0.46 a	53.7±2.99 c
4	44.6±1.61 c	23.8±1.76 ab	51.7±2.11 d	64.1±1.18 e	64.0±1.71 bc	41.2±3.62 b	39.4±3.79 d	26.3±1.73 c	57.0±2.15 cd	39.3±6.36 cd	60.9±5.57 cd	69.5±2.01 d
6	55.3±5.45 d	39.3±1.01 c	75.3±0.61 e	59.7±5.68 d	74.9±2.56 e	45.6±8.40 de	80.3±5.21 e	55.8±3.19 d	73.2±1.28 e	56.3±7.88 e	33.6±0.14 e	75.5±3.66 e
مالون دیالدهید (Lipid peroxidation) (mM)	0	16.0±1.15 a	15.0±0.58 a	15.3±0.55 ab	18.0±1.0 ab	13.5±0.50 a	16.3±2.4 ab	11.0±0.58 ab	11.0±0.58 ab	13.2±0.55 a	11.0±1.0 a	11.8±0.29 a
2	25.7±2.4 b	17.0±2.10 b	17.0±2.10 b	33.0±1.33 c	15.3±0.51 b	18.3±0.37 b	24.8±0.92 b	11.7±1.20 b	20.0±0.58 bc	18.7±0.47 b	19.0±0.47 b	20.0±0.58 bc
4	29.4±3.29 bc	31.0±1.0 bc	22.6±1.48 c	41.5±0.69 d	28.0±2.4 d	31.7±1.20 cd	40.0±0.12 cd	13.0±0.33 bc	13.7±0.44 bc	25.1±0.49 cd	28.9±1.51 cd	20.2±0.44 c
6	33.9±1.76 cd	39.3±2.03 d	49.0±0.5 de	54.3±2.73 e	33.0±0.8 de	52.3±2.03 e	49.6±1.21 e	16.3±2.71 e	14.0±0.30 c	24.4±0.42 cd	30.4±0.40 cd	20.7±0.88 c
فعالیت آنزیم (Enzyme activity) (IU/g FW)	0	0.3±0.53 ab	0.6±0.14 ab	0.4±0.36 ab	0.3±0.12 ab	0.8±0.34 ab	0.5±0.23 ab	0.5±0.68 ab	0.4±0.12 ab	0.6±0.06 ab	0.8±0.62 ab	0.3±0.25 ab
2	0.3±0.73 b	0.9±0.33 cd	0.6±0.25 ab	1.1±0.08 c	0.5±0.49 c	0.2±0.51 ab	1.2±0.25 cd	0.5±0.21 ab	1.0±0.27 cd	1.2±0.36 cd	1.5±0.36 cd	0.4±0.18 bc
4	0.7±0.20 cd	1.4±0.28 de	0.7±0.06 bc	1.4±0.07 c	1.4±0.44 de	0.7±0.02 c	1.8±0.16 e	0.8±0.77 cd	1.2±0.38 d	2.3±0.24 ef	2.6±0.31 efg	1.0±0.43 d
6	0.7±0.19 cd	2.0±0.11 f	1.3±0.4 d	2.0±0.75 f	1.9±0.28 f	1.0±0.26 d	2.0±0.09 f	1.9±0.10 f	1.5±0.21 e	3.0±0.02 g	2.7±0.13 efg	1.5±0.16 e



شکل 5- همبستگی مثبت بین: مقدار سدیم برگ (راست) و کلر برگ (چپ) و غلظت مالون دالدهید
Figure 5- Positive correlation between: Leaf Na (right) and Leaf Cl (left) with lipid peroxidation

منابع

- 1- Abutalebi A.H., Tafazoli E., Kholdebarin B., Karimian N.A., and Emam Y. 2007. Effect of salinity on chlorophyll, solute leakage and relative water content in five citrus rootstocks. Journal of Science and Agricultural Process, 21(10):3-11. (in Persian with English abstract)
- 2- Anjum M.A. 2008. Effect of NaCl concentrations in irrigation water on growth and polyamine metabolism in two citrus rootstocks with different levels of salinity tolerance. Acta Physiologiae Plantarum, 30:43-52.
- 3- Arbona V., Flors V., Jacas J., Garcia-Agustin P., and Gomez – Cadenas A. 2003. Enzymatic and non - enzymatic antioxidant responses of Carrizo citrange, a salt-sensitive citrus rootstock, to different levels of salinity. Plant Cell Physiology, 44:388-394.
- 4- Arnon D.I. 1949. Copper Enzymes in isolated chloroplast polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24:1-15.
- 5- Ballester F.G., Sanchez G.F., Cerda A., and Martinez V. 2003. Tolerance of citrus rootstock seedling to saline stress based on their ability to regulate ion uptake and transport. Tree Physiology, 23:265-271.
- 6- Barr H.D., and Weatherley P.E. 1962. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. Australian Journal of Biological Sciences, 15:413-428.
- 7- Bates L.S., Waldron R.P., and Teare I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39:205-208.
- 8- Gimno V., Syvertsen J.P., Nieves M., Simo I., Martinez V., and Sanchez F.G. 2009. Additional nitrogen fertilization affects salt tolerance of lemon trees on different rootstocks. Scientia Horticulturae, 3235:10-16.
- 9- Golein B., and Adouli B. 2011. Citrus. Novin Poya Press, Tehran. (in Persian).
- 10- Gomez C.A., Arbona V., Jacas J., Primo-Millo E., and Talon M. 2003. Abscissic acid reduces leaf abscission and increases salt tolerance in citrus plants. Journal of Plant Growth Regulator, 21:234-240.
- 11- Heath R.L., and Packer L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives of Biochemistry and Biophysics, 125:189-198.
- 12- Jones B., and Case V.W. 1990. Sampling, handling and analyzing plant tissue samples. p. 338-420. In R.L. Westerman (ed.) Soil Testing and Plant Analysis. Soli Science Society of America.
- 13- Kalir A., Omri G., and Poljakoff-Mayber A. 1984. Peroxidase and catalase activity in leaves of *Halimione portulacoides* exposed to salinity. Physiologia Plantarum, 62:238-244.
- 14- Kozłowski T.T. 2007. Responses of woody plants to flooding and salinity. Tree Physiology Monograph, 1:1-29.
- 15- Li Y. 2008. Kinetics of the antioxidant response to salinity in the halophyte *Limonium bicolor*. Plant Soil Environment, 54:493-497.
- 16- Melgar J.C., Syvertsen J.P., Martinez V., and Sanchez G.F. 2008. Leaf gas exchange, water relations, nutrient content and growth in citrus and olive seedlings under salinity. Biologia Plantarum, 52:385-390.
- 17- Montoliu A., Lopez- Climent M.F., Arbona V., Perez- Clemente R.M., and Gomez- Cadenas A. 2009. A novel In vitro tissue culture approach to study salt stress responses in citrus. Plant Growth Regulation, 59:179-187.
- 18- Murkute A.A., Satyawati S.H., and Singh S.K. 2010. Biochemical alteration in foliar tissues of citrus genotypes screened in vitro for salinity tolerance. Journal Plant Biochemistry and Biotechnology, 19:19-25.
- 19- Nair V., Oneil C.L., and Wang P.G. 2008. Malondialdehyde Encyclopedia of Reagents for Organic Synthesis. John Wiley & Sons, New York.
- 20- Nasir khan M., Siddiqui M.H., Mohammad F., Masroor M., Khan A., and Naeem M. 2007. Salinity induced changes in growth, enzyme activities, photosynthesis, proline accumulation and yield in Linseed genotypes. World

- Journal of Agricultural Sciences, 35:685-695.
- 21- Neto A.D.A., Prisco J.T., Eneas-Filho J., Abreu C.E.B.A., and Gomes-Filho E. 2005. Effect of salt stress on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in leaves and roots of salt-tolerant and salt-sensitive maize genotypes. *Environmental and Experimental Botany*, 56:87-94.
 - 22- Romero-Arando R., Moya J.L., Tadeo F.R., Legaz F., Primo-Millo E., and Talon M. 1998. Physiological and anatomical disturbances induced by chloride salts in sensitive and tolerant citrus: beneficial and detrimental effects of cations. *Plant Cell Environment*, 21:1243-1253.
 - 23- Sanchez G.F., Peres J.G., Botina P., and Martinez V. 2006. The response of young mandarin trees grown under saline conditions depends on the rootstock. *European Journal of Agronomy*, 24:129-139.
 - 24- Storey R., and Walker R.R. 1999. Citrus and salinity. *Scientia Horticulturae*, 78:39-81.
 - 25- Yokoi S.H., Bressan R.A., and Hasegawa P.M. 2002. Salt stress tolerance of plants. *Jircas Working Report*, 25-33.



مطالعه اثر کودهای زیستی و دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)

مسلم جابری^{*1} - رضا برادران² - سید غلامرضا موسوی³ - مهسا اقحوانی شجری⁴

تاریخ دریافت: 1392/11/28

تاریخ پذیرش: 1394/04/03

چکیده

به منظور بررسی تأثیر دور آبیاری و کودهای زیستی بر خصوصیات کمی و عملکرد گیاه شنبلیله، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آموزشی دانشگاه آزاد بیرجند در بهار سال زراعی 1389-90 صورت گرفت. تیمارهای آزمایش شامل دور آبیاری (با فواصل 6، 9 و 12 روز یک‌بار) و تلقیح با کودهای زیستی (در پنج سطح شامل نیتروکسین، بیوفسفر، قارچ‌های میکوریزای *G.mosseae* و *G.intraradices* و یک سطح شاهد فاقد کود) بودند. صفات مورد مطالعه در این آزمایش شامل ارتفاع، تعداد شاخه جانبی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد برگ و عملکرد دانه بود. نتایج نشان داد که تیمار دور آبیاری و کود زیستی بر اکثر صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. اثر متقابل تیمار آبیاری و کود زیستی در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد دانه و در سطح یک درصد بر عملکرد برگ شنبلیله معنی‌دار بود. بهترین دور آبیاری برای حصول حداکثر عملکرد دانه (48/16 گرم در مترمربع) و عملکرد برگ (159/50 گرم در مترمربع)، دور آبیاری با فواصل 6 روز یک‌بار بود. افزایش دور آبیاری باعث کاهش عملکرد دانه، برگ و سایر صفات مورفولوژیک گیاه دارویی شنبلیله گردید. بیشترین عملکرد دانه در بین کودهای زیستی، به ترتیب مربوط به کودهای بیوفسفر (35/68 گرم در مترمربع) و میکوریزا موسه (34/96 گرم در مترمربع) بوده که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و بیشترین عملکرد برگ نیز در تیمار کود زیستی میکوریزا موسه (128/66 گرم در مترمربع) به دست آمد. به‌طور کلی، نتایج این تحقیق در مورد استفاده از کودهای زیستی حاکی از آن است که کاربرد کودهای بیولوژیک حاوی ریز موجودات باکتریایی و یا قارچی، در بهبود ویژگی‌های رشدی و عملکرد گیاه دارویی شنبلیله، تأثیر مثبتی داشته است.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، بیوفسفر، ریز موجودات، صفات کمی، گیاه دارویی

مقدمه

به‌صورت دائم یا دوره‌ای در معرض آن قرار می‌گیرند (12). در این میان تغذیه خوب گیاهان در مقاومت آن‌ها به انواع تنش‌های زنده و غیرزنده نقش بسیار مؤثری دارد و در این راستا کمیت و کیفیت محصول نیز تحت تأثیر قرار خواهد گرفت (7).

از طرفی دیگر، تلاش جهت افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح و مصرف زیاد و نامتعادل کودهای شیمیایی، علاوه بر افزایش هزینه‌های تولید و بازدهی کم، پیامدهای منفی زیست‌محیطی را به همراه داشته است (2). از این رو، جهت کاهش این مخاطرات باید از منابع و نهادهایی استفاده کرد که علاوه بر تأمین نیازهای فعلی گیاه، پایداری سیستم‌های کشاورزی در درازمدت را نیز به دنبال داشته باشد (29). نظام‌های کشاورزی اکولوژیک و کم‌نهاده به‌عنوان جایگزینی برای سیستم‌های رایج در نظر گرفته شده و باعث توسعه کشاورزی پایدار و حفظ سلامت محیط‌زیست می‌گردند (6، 33 و 46). از جمله مسائل مؤثر بر پایداری تولید غذا، حفظ حاصلخیزی خاک از طریق کاربرد کودهای آلی و زیستی است. کیفیت خاک نه تنها به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن وابسته است، بلکه ارتباط بسیار

خشکی یکی از عوامل مهم محدودکننده تولیدات زراعی در جهان است و این موضوع در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان از جمله ایران از اهمیت بیشتری برخوردار است (1 و 20). طبیعت غیر متحرک گیاهان سبب شده که آن‌ها به‌طور مداوم در معرض انواعی از شرایط نامساعد محیطی قرار گیرند که گاهی برخی از این شرایط برای گیاهان تنش‌زا و غیر مطلوب می‌باشد و می‌توانند در حالت حاد، حتی بقای یک گیاه را تهدید کنند (11). لذا خشکی مهم‌ترین مشکل زراعی است که باعث کاهش عملکرد در محصولات می‌شود که

1- کارشناس ارشد کشاورزی، دفتر هماهنگی امور اقتصادی و بین الملل استانداری خراسان جنوبی

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

2 و 3 - استادیاران، عضو هیأت علمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند
4- دانشجوی دکتری اکرواکولوژی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تحقیقات مختلف نشان داده است که عواملی نظیر اکسیژن، نور، آبیاری و مواد معدنی و غذایی بر کمیت و کیفیت گیاهان دارویی مؤثرند. با توجه به اینکه بخش عمده‌ای از کشور ما را مناطق با محدودیت آبی تشکیل می‌دهد، اهمیت تحقیق در این زمینه بیشتر احساس می‌شود. لذا مطالعه تولید گیاهان دارویی با تکیه بر مدیریت آبیاری و روش‌های تغذیه‌ای ارگانیک بسیار حائز اهمیت می‌باشد. بنابراین، هدف از اجرای این آزمایش بررسی اثر کودهای زیستی و دور آبیاری بر تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی شنبلیله در شرایط آب و هوایی بیرجند بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر کودهای زیستی و دور آبیاری بر خصوصیات کمی و عملکرد گیاه شنبلیله، آزمایشی در بهار سال 1389 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد بیرجند به صورت آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 15 تیمار و سه تکرار اجرا گردید. کرت‌های اصلی به سطوح دور آبیاری شامل سه سطح (با فواصل 6، 9 و 12 روز یک‌بار) و کرت‌های فرعی به چهار سطح کود زیستی شامل (نیتروکسین، بیوسففر، قارچ‌های میکوریزا *Glomus mosseae* و *Glomus intraradices*) و یک سطح شاهد (فاقد کود) اختصاص یافت.

کاشت در قطعه زمین موردنظر، پس از نمونه‌برداری از عمق 30 سانتی‌متری خاک، انجام آنالیز خاک (جدول 1) و عملیات شخم و دیسک، در نیمه اول فروردین 1389 به روش جوی و پشته در کرت‌های اصلی به ابعاد 5 × 5 متر و کرت‌های فرعی به ابعاد 5 × 1 متر انجام شد. فاصله بین ردیف‌ها از یکدیگر 30 سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف 10 سانتی‌متر بود. در هر کرت میزان 500 گرم بذر در عمق 3 سانتی‌متری کشت گردید. کودهای نیتروکسین (شامل گونه‌های باکتری *Azospirillum*، *Azotobacter chroococcum*، *lipoferum* و *Azospirillum brasilense*) و بیوسففر (شامل گونه باکتری *Pseudomonas fluorescens*) از شرکت مهر آسیا تهیه و برای تلقیح بذر با مایه تلقیح باکتری با تعداد 10^8 سلول زنده در هر گرم، بذر را با این مایه مخلوط نموده به‌طوری که یک پوشش کاملاً یکنواخت از این مایه‌های تلقیحی روی سطح بذر تشکیل گردید و سپس در زیر خاک قرار داده شدند. از قارچ *Glomus intraradice* و *Glomus mosseae* به صورت مخلوطی از اسپور (تعداد اسپور زنده قارچ که در هر گرم خاک حاوی 50 تا 150 اسپور بود)، هیف و قطعات جدا شده ریشه‌های آلوده به عنوان تلقیح کننده (حاوی ریشه‌های گیاهان میکوریزی شده و ریشه‌های قارچ میکوریزا 20 تا 50 متر در هر گرم خاک) در عمق 2 سانتی‌متری زیر هر بذر با در نظر گرفتن تراکم نهایی بوته‌های شنبلیله و به ازای هر بوته 10 گرم استفاده شد. تا

نزدیکی با خصوصیات بیولوژیکی آن نیز دارد (15). چندی است که جنبه‌های بوم‌شناختی بوم‌نظام خاک با هدف بهره‌گیری از قابلیت‌های میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی به منظور تولید پایدار محصول، بهبود کیفیت خاک، رعایت بهداشت و ایمنی محیط زیست و سایر کارکردهای بوم‌نظام، مورد توجه جدی پژوهشگران قرار گرفته است (10). یکی از گزینه‌های موجود جهت افزایش تولید محصولات کشاورزی، استفاده از میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی است که می‌توانند به روش‌های مختلفی باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه شوند، از جمله این موجودات می‌توان به ریزوباکترهای محرک رشد گیاه¹ و قارچ‌ها اشاره کرد (45). این گروه از باکتری‌ها از طریق تثبیت زیستی نیترژن، افزایش حلالیت فسفر و پتاسیم، افزایش فراهمی زیستی عناصر معدنی خاک، مهار عوامل بیماری‌زا و همچنین تولید هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد گیاه، عملکرد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (18 و 47). از طرفی، قارچ‌های میکوریزا نیز که با ریشه اغلب گیاهان زراعی همزیستی دارند، از طریق فراهمی فسفر، نیترژن و سایر عناصر غذایی، افزایش جذب آب، تولید هورمون‌های گیاهی، افزایش مقاومت به عوامل بیماری‌زا و تنش‌های محیطی و نیز تقویت جامعه میکروبی خاک سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان در سیستم‌های کشاورزی می‌شود (5، 32، 37 و 40).

با توجه به اثرات سوء ناشی از مصرف داروهای شیمیایی در سال‌های اخیر توجه زیادی به کشت گیاهان دارویی شده است که با افزایش مصرف آن‌ها نیاز به توسعه کشت، مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح، ضروری می‌باشد (30 و 31). گیاه شنبلیله از جمله گیاهانی است که به واسطه اثرات دارویی متعدد از دیرباز توجه محققان را به خود معطوف داشته است. مصرف این گیاه در اشکال مختلف دارویی، غذایی و بهداشتی باعث توجه بیش از پیش به این گیاه دارویی شده است (48). گیاه دارویی شنبلیله با نام علمی *Trigonella foenum-graecum* L. گیاهی نهان‌دانه، از دولپه‌ای‌های جدا گلبرگ است که جزء راسته گل سرخ و تیره نخود است. شنبلیله گیاهی است علفی و یک‌ساله که ارتفاع آن تا 50 سانتی‌متر می‌رسد (14). منشأ این گیاه نواحی آفریقای شمالی و سواحل شرقی مدیترانه است. بیش از 100 نوع گونه وحشی و زراعی شنبلیله در دنیا شناسایی شده و بر اساس فلور ایرانیکا پراکنش بیش از 32 گونه از این گیاه در بسیاری از نقاط ایران از جمله آذربایجان، اصفهان، فارس، خراسان، سمنان، دامغان و نیز مناطق مرکزی گزارش شده است. برگ گیاه شنبلیله جهت تسکین سرفه‌های سرد، ورم طحال و کبد، درد کمر و برودت مثانه به کار می‌رود؛ همچنین بذر گیاه ملین و نرم‌کننده موضعی، ضدالتهاب و تسکین‌دهنده درد مفاصل بوده و دم‌کرده آن با غسل برای تنگی نفس و ورم‌های داخلی توصیه شده است (14).

80 درصد غلاف‌ها رسیده بودند و البته قبل از باز شدن غلاف‌ها و ریزش بذور با حذف اثر حاشیه صورت گرفت. در این تحقیق خصوصیات کمی از قبیل ارتفاع، تعداد شاخه جانبی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد علوفه و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با کمک نرم‌افزار آماری SAS 9.1 و MSTATC صورت پذیرفت. هم‌چنین میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد مقایسه گردیدند.

زمان جوانه‌زنی بذور، آبیاری به صورت سطحی و هر روز صورت گرفت. بذرها 5 روز پس از کاشت شروع به سبز شدن کردند. دور آبیاری بعد از استقرار گیاهچه‌ها و از مرحله تنک کردن به بعد اعمال شد. در دوره داشت عمل تنک کردن در دو مرحله (دو تا سه برگه و دیگری در مرحله چهار تا شش برگه) انجام شد. وجین علف‌های هرز در سه مرحله (مرحله اول: 4 تا 6 برگه، مرحله دوم: قبل از شروع گلدهی و مرحله سوم: در زمان شروع گلدهی) به صورت دستی صورت پذیرفت و در طول دوره رشد نیز هیچ گونه آفت و بیماری خاصی مشاهده نشد. برداشت در اوایل تیرماه زمانی که بوته‌ها زرد و حداقل

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش
Table 1- Soil physical and chemical characteristics of experimental location

بافت خاک Soil texture	شن Sand	رس Clay	سیلت Silt	منگنز Mn	روی Zn	آهن Fe	پتاسیم K	فسفر p	نیتروژن N	شاخص واکنش pH	هدایت الکتریکی (ds.m ⁻¹)
	(%)			(ppm)							
لومی شنی Sandy loam	41	32	27	3.1	4.8	2.2	185	12	6.3	7.1	1.8

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات دور آبیاری و مصرف کودهای زیستی روی صفات مورفولوژیکی شنبلله
Table 2- Results of analysis variance (mean of squares) of irrigation interval and biofertilizers on morphological indices of Fenugreek

منابع تغییر Source of variance	درجه آزادی df	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد برگ Leaf yield	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	تعداد دانه در غلاف Seed number per pod	تعداد دانه در بوته Seed number per plant	وزن هزار دانه Thousand seed weight	طول غلاف Pod length	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه جانبی Lateral branch
تکرار Replicate	2	40.12	25.49	0.67	0.60	122.47	0.48	0.30	0.98	0.06
دور آبیاری Irrigation interval	2	4171.63**	30949.5**	1.14 ^{ns}	11.64*	735.73**	12.77**	4.13**	32.42*	3.26*
خطای اول First error	4	14.69	281.03	0.40	2.52	56.77	1.06	1.01	11.33	0.51
کود زیستی Biofertilizer	4	307.12**	2546.67**	1.68 ^{ns}	2.11 ^{ns}	244.65**	0.44 ^{ns}	0.23 ^{ns}	6.23 ^{ns}	1.11 ^{ns}
آبیاری × کود زیستی Irrigation*biofertilizer	8	92.62*	1015.32**	1.11 ^{ns}	1.04 ^{ns}	70.51 ^{ns}	0.21 ^{ns}	0.18 ^{ns}	3.32 ^{ns}	0.84 ^{ns}
خطای دوم Second error	24	30.55	274.13	1.28	2.10	51.06	0.64	0.36	3.03	0.58
ضریب تغییرات CV (%)	-	18.58	15.20	27.18	16.26	18.24	10.79	8.43	11.07	38.77

*, **, و ^{ns} به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح 5% و 1% و عدم معنی‌دار بودن می‌باشد.

**, *, and ns significant difference over control at P< 0.01 and P< 0.05 and not significantly, respectively.

جدول 3- نتایج مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی شنبلیله تحت تأثیر دور آبیاری و کودهای زیستی

Table 3- Results of mean comparisons of irrigation interval and biofertilizers on morphological indices of Fenugreek

تیمارهای آزمایش Treatments	عملکرد دانه Seed yield (g.m ²)	عملکرد برگ Leaf yield (g.m ²)	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	تعداد دانه در غلاف Seed number per pod	تعداد دانه در بوته Seed number per plant	وزن هزار دانه Thousand seed weight (g)	طول غلاف Pod length (cm)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد شاخه جانبی Lateral branch
دور آبیاری Irrigation interval									
6 روز 6 days	48.16a	159.50a	4.27a	9.88a	45.82a	8.34a	7.63a	17.30a	2.34a
9 روز 9 days	25.40b	95.84b	4.37a	8.75b	39.84b	7.43b	7.24a	15.54b	2.13a
12 روز 12 days	15.67c	71.66c	3.85a	8.14b	31.86c	6.49c	6.59b	14.38b	1.45b
کود زیستی Biofertilizer									
نیتروکسین Nitroxin	30.13ab	111.23bc	3.73a	9.14a	34.62b	7.57a	7.32a	14.83b	1.55a
بیوفسفر Biophosphorus	35.68a	120.66ab	4.88a	9.54a	47.26a	7.44a	7.26a	16.51ab	2.35a
میکوریزا موسه G. mosseae	34.96a	128.66a	4.14a	8.90a	41.48ab	7.52a	7.14a	16.71a	2.33a
میکوریزا اینترا رادایسز G. intraradices	22.06c	88.67d	4.06a	8.21a	36.51b	7.03a	6.90a	15.14ab	1.80a
شاهد Control	25.89bc	95.17dc	4.00a	8.82a	36.00b	7.54a	7.14a	15.50ab	1.84a

در هر ستون تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Similar letter in each column indicate no significant difference in 5% level.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای دور آبیاری، تلقیح با کود زیستی و همچنین اثر متقابل دور آبیاری در کودهای زیستی بر عملکرد دانه گیاه شنبلیله معنی‌دار بود (جدول 2). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری و کود زیستی نشان داد، بیشترین عملکرد دانه از تیمار مصرف کودهای میکوریزا موسه/ و بیوفسفر در دور آبیاری 6 روز (به ترتیب 60/83 و 58/88 گرم بر مترمربع) حاصل گردید و کمترین عملکرد دانه نیز در تیمار عدم مصرف کود در دور آبیاری 12 روز (9/41 گرم بر مترمربع) به دست آمد. استفاده از کودهای زیستی نیتروکسین، بیوفسفر و یا میکوریزا موسه/ در شرایطی که فواصل دور آبیاری زیاد بود (12 روز) و گیاه دچار تنش خشکی می‌شد، عملکرد دانه شنبلیله را به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد افزایش داد و از اثرات سوء تنش خشکی بر این گیاه کاست (جدول 4).

فسفر از جمله عناصر کلیدی در گیاه به شمار می‌رود که وظایف

مهمی را در گیاه بر عهده دارد؛ این عنصر در نقل و انتقالات انرژی در فرآیندهای متابولیکی گیاه، تقسیم سلولی، ساختمان فسفولیپیدهای دیواره سلولی، توسعه قسمت‌های زایشی گیاه و رشد و تکامل ریشه‌ها نقش دارد (34). افزایش جذب مواد معدنی توسط عوامل بیولوژیکی خاک موجب افزایش در ماده خشک گیاه شده و در نهایت عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد (26 و 34). طبق یافته‌های بلیموف و همکاران (9)، باکتری‌های آزادکننده فسفر باعث افزایش عملکرد جو گردیده و همچنین مطالعه بابانا و آنتون (8) نشان داد که از ترکیب باکتری‌های آزادکننده فسفر و قارچ آسپرژیلوس به همراه فسفات معدنی بیشترین عملکرد دانه گندم به دست آمد. قارچ میکوریزا با برقراری همزیستی با ریشه گیاهان، قادر است فسفر و آب را از بافت خاک جذب نموده و آن را در اختیار گیاه قرار دهد. این امر سبب کاهش مصرف کودهای فسفوره در مزارع شده بدون آنکه عملکرد کمی و کیفی گیاه کاهش پیدا کند (27). نتایج به دست آمده در این تحقیق در رابطه با افزایش عملکرد با مصرف کودهای زیستی با یافته‌های توسانت و همکاران (41) بر گیاه ریحان و گوپتا و همکاران (19) بر گیاه نعنا مطابقت دارد.

جدول 4- نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری و کودهای زیستی بر صفات مورفولوژیکی شنبلیله

Table 4- Results of mean comparisons of interaction effects of irrigation interval and biofertilizers on morphological traits of Fenugreek

تیمارهای آزمایش Treatments	عملکرد دانه Seed yield (g.m ²)	عملکرد برگ Leaf yield (g.m ²)	تعداد گل‌اف در بوته Pod number per plant	تعداد دانه در گل‌اف Seed number per pod	تعداد دانه در بوته Seed number per plant	وزن هزار دانه Thousand seed weight (g)	طول گل‌اف Pod length (cm)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد شاخه جانبی Lateral branch
نیتروکسین Nitroxin	41.55a	137.60b	4.13ab	9.29abc	38.33abcd	8.21ab	7.56a	16.56abc	1.46bc
بیوفسفر Biophosphorus	58.88a	189.96a	4.40ab	10.48a	48.40ab	8.29a	7.59a	16.73abc	2.66ab
میکوریزا موسه‌آ G. mosseae	60.83a	200.60a	3.43ab	9.98abc	48.33ab	8.41a	7.69a	19.10a	2.53abc
میکوریزا اینترا رادایسز G. intraradices	37.51bc	132.36bc	4.73ab	9.61abc	47.73ab	8.32a	8.41a	17.03ab	2.53abc
شاهد Control	42.02b	136.96b	4.66ab	10.04ab	46.33ab	8.46a	8.46a	17.06ab	2.53abc
نیتروکسین Nitroxin	29.34cd	109.46bcd	3.66ab	9.14abc	35.13bcde	7.87abc	7.71a	15.46bcd	1.93abc
بیوفسفر Biophosphorus	27.40de	92.43def	5.60a	9.06abc	51.01a	7.39abcd	7.23ab	17.13ab	3.26a
میکوریزا موسه‌آ G. mosseae	26.31de	105.16cd	4.46ab	8.43abc	37.73abcd	7.37abcd	7.11ab	15.20bcd	2.53abc
میکوریزا اینترا رادایسز G. intraradices	17.69efg	72.23efg	4.01ab	7.92abc	36.80bcd	6.75bcd	6.77ab	14.06bcd	1.40bc
شاهد Control	26.25de	98.13de	4.13ab	9.19abc	38.53abcd	7.75abc	7.36ab	15.83abcd	1.53bc
نیتروکسین Nitroxin	19.50defg	86.63def	3.40ab	9.01abc	30.40cde	6.62cd	6.68ab	12.46d	1.26bc
بیوفسفر Biophosphorus	20.76def	79.60defg	4.66ab	9.07abc	42.40abc	6.65cd	6.97ab	15.66bcd	1.13c
میکوریزا موسه‌آ G. mosseae	17.74efg	80.23defg	4.53ab	8.31abc	38.40abcd	6.67bcd	6.62ab	15.83abcd	1.93abc
میکوریزا اینترا رادایسز G. intraradices	10.94fg	61.43fg	3.46ab	7.11c	25.01de	6.01d	6.37b	14.33bcd	1.46bc
شاهد Control	9.41g	50.43g	3.20b	7.22bc	23.13e	6.40cd	6.30b	13.60cd	1.46bc

در هر ستون تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Similar letter in each column indicate no significant difference in 5% level.

عملکرد برگ

زیستی و اثر متقابل دور آبیاری در کودهای زیستی اثر معنی‌داری در

سطح یک درصد بر عملکرد برگ شنبلیله داشت (جدول 2). در بین

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر دور آبیاری، کودهای

دخیل باشند.

تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف

نتایج نشان داد دور آبیاری تأثیر معنی‌داری روی تعداد غلاف در بوته نداشت اما بر تعداد دانه در غلاف اثر معنی‌داری در سطح پنج درصد داشته است. همچنین اثر کودهای زیستی و اثر متقابل دور آبیاری در کود زیستی روی هیچ‌یک از این دو صفت معنی‌دار نبود (جدول 2). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف با افزایش فواصل دور آبیاری کاهش پیدا کردند که البته این کاهش برای تعداد غلاف در بوته معنی‌دار نبود. بیشترین تعداد دانه در غلاف نیز با میانگین 9/8 مربوط به دور آبیاری 6 روز و کمترین آن با میانگین 8/1 دانه در غلاف مربوط به دور آبیاری 12 روز بود (جدول 3). از آنجاکه در این آزمایش تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر تنش قرار نگرفت، یکی از دلایل کاهش عملکرد، کاهش تعداد دانه در غلاف و در نهایت کاهش وزن هزار دانه می‌باشد؛ بر اساس نظر ریچاردز (36)، از حساس‌ترین مراحل رشد گیاه به تنش آبی مرحله گل‌دهی و اوایل غلاف بندی می‌باشد. بر اساس تحقیقات مایلر و کورنیش (24) و مایلر و رایتن (25) تعداد دانه در غلاف گیاه کانولا بیشتر از سایر اجزای عملکرد، تحت تأثیر آبیاری قرار گرفت. علت کاهش تعداد غلاف در بوته تحت شرایط تنش خشکی را می‌توان به کاهش رشد و ارتفاع ساقه اصلی که در این آزمایش ملاحظه گردید، نسبت داد.

تفاوت بین هیچ‌یک از تیمارهای کودی بر روی تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف معنی‌دار نبود. با این وجود، تعداد دانه در غلاف در کودهای بیوفسفر و نیتروکسین کمی بیشتر بود (جدول 3). نتایج تحقیقات درزی و همکاران (13) روی گیاه دارویی رازیانه نیز نشان داده است که مصرف کود فسفات زیستی تأثیر معنی‌داری بر صفات موردبررسی آن‌ها داشت به‌طوری‌که بیشترین تعداد چتر در بوته با کاربرد 60 کیلوگرم از آن و بیشترین عملکرد بیولوژیک نیز با کاربرد 30 کیلوگرم از آن به دست آمد.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری در کود زیستی نشان می‌دهد بیشترین تعداد غلاف در بوته با میانگین 5/60 غلاف از تیمار کودی بیوفسفر در دور آبیاری 9 روز و کمترین مقدار آن با میانگین 3/20 غلاف در بوته از تیمار کودی شاهد در دور آبیاری 12 روز حاصل شد. در مورد تعداد دانه در غلاف وضعیت متفاوت بوده و بیشترین مقدار آن با میانگین 10/48 دانه در غلاف در تیمار کودی بیوفسفر در دور آبیاری 6 روز و کمترین آن با میانگین 7/11 دانه در غلاف در تیمار کودی میکوریزا / اینترآداپسز در دور آبیاری 12 روز به‌دست آمد (جدول 4).

اثرات متقابل بیشترین عملکرد برگ به ترتیب با میانگین‌های 200/60 و 189/96 گرم در مترمربع از مصرف کودهای میکوریزا / موسه و بیوفسفر در دور آبیاری 6 روز به دست آمده و کمترین عملکرد برگ نیز با میانگین‌های 50/43 و 61/42 گرم در مترمربع به ترتیب مربوط به تیمارهای شاهد و میکوریزا / اینترآداپسز در دور آبیاری 12 روز بود (جدول 4). نتایج نشان می‌دهد در شرایطی که رطوبت کافی در دسترس گیاه وجود داشته باشد (دور آبیاری 6 روز) استفاده از کودهای میکوریزا / موسه و بیوفسفر نسبت به بقیه برتری دارد؛ اما در شرایطی که رطوبت کافی فراهم نباشد استفاده از کود بیوفسفر و نیتروکسین نسبت به سایر تیمارهای کودی برتری نشان داد.

لیاسچی و شریفی عاشورآبادی (22) نیز در تحقیقات خود بر روی پنج گونه گیاه دارویی به این نتیجه دست یافتند که تنش خشکی سبب کاهش ماده خشک و شاخص سطح برگ محصول می‌شود. در شرایط تنش خشکی، به دلیل کاهش مواد فتوسنتزی، وزن خشک بوته کاهش می‌یابد. که این نتیجه با گزارش شریفی عاشورآبادی و همکاران (39) مطابقت دارد. این کاهش همچنین می‌تواند تحت تأثیر تخصیص بیشتر بیوماس تولیدی گیاه به سمت ریشه‌ها (3) و یا در اثر کاهش میزان کلروفیل و یا بازدهی فتوسنتز باشد که توسط ویرا و همکاران (42) نیز گزارش شده است.

تیمارهای کودهای زیستی در مقایسه با تیمار شاهد، به مراتب شرایط مناسب‌تری را برای بهبود فعالیت‌های میکروبی مفید در خاک مهیا کردند و از طریق جذب مطلوب عناصر معدنی پر مصرف و کم مصرف توسط ریشه شنبلیله، موجب افزایش رشد این گیاه شدند؛ به‌طوری‌که بیشترین عملکرد برگ در تیمار کودهای زیستی میکوریزا / موسه با میانگین 128/66 گرم در مترمربع و کمترین عملکرد برگ نیز با میانگین 88/67 گرم در مترمربع از تیمار میکوریزا / اینترآداپسز به‌دست آمد (جدول 3). قارچ‌های میکوریزایی دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی می‌باشند و از طریق افزایش جذب عناصر غذایی مثل فسفر و برخی عناصر کم مصرف، افزایش جذب آب، کاهش اثر منفی تنش‌های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا، سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌شوند (40). گوپتا و همکاران (19) نیز دریافتند که همزیستی قارچ میکوریزا با ریشه گیاه نعنای از طریق افزایش جذب آب و عناصر غذایی، موجب افزایش فتوسنتز شده و این امر موجب تولید فرآورده بیشتر و بهبود عملکرد بیولوژیک محصول می‌گردد. این موضوع با نتایج پژوهش راتی و همکاران (35) بر روی گیاه دارویی علف لیمو مطابقت دارد؛ آن‌ها اظهار داشتند که علاوه بر تأثیر مثبتی که بهبود جذب فسفر می‌تواند بر روی افزایش وزن خشک این گیاه داشته باشد، احتمال آن نیز وجود دارد که باکتری‌های حل‌کننده فسفات از طریق ساخت برخی هورمون‌های رشد گیاهی در این امر

تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که دور آبیاری اثر معنی داری بر تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه داشت. اثر تیمار تغذیه‌ای بر تعداد دانه در بوته در سطح یک درصد معنی دار بود اما بر وزن هزار دانه اثر معنی داری نداشت. اثر متقابل دور آبیاری در تیمار کودی نیز برای تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه معنی دار نبود (جدول 2). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش دور آبیاری از مقدار تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه به‌طور معنی داری کاسته گردید. بیشترین تعداد دانه در بوته با میانگین 45/82 از دور آبیاری 6 روز و کمترین آن با میانگین 31/86 دانه در بوته در دور آبیاری 12 روز به‌دست آمد؛ به عبارتی تعداد دانه در بوته در دور آبیاری 12 روز به میزان 30/46 درصد نسبت به دور آبیاری 6 روز کاهش پیدا کرد. بیشترین وزن هزار دانه شنبلیله نیز با میانگین 8/34 گرم در تیمار آبیاری با فواصل 6 روز حاصل شد و به میزان 22/18 درصد نسبت به دور آبیاری 12 روز برتری نشان داد (جدول 3).

در بین تیمارهای تغذیه‌ای، بیشترین تعداد دانه در بوته با 47/26 دانه مربوط به تیمار کودی بیوفسفر بود اما بین سایر تیمارها تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول 3). کاربرد میکروارگانیزم‌های حل‌کننده فسفر می‌تواند مسیر انتشار و جذب فسفر را کاهش داده و موجب سهولت دسترسی عنصر فسفر برای گیاه گردد و همچنین از طریق بهبود تغذیه سایر عناصر روی تعداد دانه در گیاه مؤثر باشد (28). وجود ریز موجودات ناشی از کاربرد کودهای بیولوژیکی در محیط ریشه گیاه، تأثیر مثبتی بر رشد گیاه داشته و منجر به افزایش تعداد دانه در گیاه گردید. این امر می‌تواند مربوط به تولید و ترشح ترکیبات تحریک‌کننده رشد گیاه و یا برخی هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد باشد که توسط ریز موجودات در خاک تولید شده و رشد گیاه را تحت تأثیر قرار داده است. در برخی منابع به تأثیر مثبت کودهای بیولوژیکی در رشد گیاه دارویی آویشن باغی (44) و رزماری (23) اشاره شده است. لیسسی و همکاران (23) دریافتند که استفاده از کودهای بیولوژیکی در شرایط تنش رطوبتی، باعث بهبود شاخص‌های رشدی گیاه رزماری گردید.

طول غلاف

نتایج نشان داد دور آبیاری اثر معنی داری در سطح یک درصد روی طول غلاف شنبلیله داشته ولی اثر کودهای زیستی و همچنین اثر متقابل دور آبیاری در کودهای زیستی برای این صفت معنی دار نبوده است (جدول 2). با افزایش دور آبیاری از طول غلاف شنبلیله کاسته شد؛ بیشترین و کمترین طول غلاف با میانگین‌های 7/63 و 6/59 سانتی‌متر به ترتیب از دوره‌های آبیاری 6 و 12 روز به‌دست آمدند (جدول 3). ثقه‌الاسلامی و همکاران (38) نیز با بررسی واکنش‌های مورفولوژیکی گیاه ارزن به کم آبیاری به این نتیجه رسیدند که کم

آبیاری باعث کاهش طول خوشه می‌شود. این کاهش بر اثر کاهش تعداد گلچه‌ها ایجاد شده و به تبع آن تعداد دانه و عملکرد آن نیز کاهش می‌یابد.

ارتفاع بوته و تعداد شاخه جانبی

دور آبیاری تأثیر معنی داری بر ارتفاع بوته (در سطح یک درصد) و تعداد شاخه جانبی در بوته (در سطح پنج درصد) داشت اما تیمار کودی و اثر متقابل دور آبیاری در کود زیستی روی این دو صفت اثر معنی داری نداشت (جدول 2). نتایج نشان داد دور آبیاری 6 روز با میانگین 17/30 سانتیمتر دارای بیشترین ارتفاع بوته بود اما سایر دوره‌های آبیاری تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند. تعداد شاخه جانبی در بوته نیز در دوره‌های آبیاری 6 و 9 روز تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشت و دور آبیاری 12 روز با میانگین 1/45 شاخه در بوته دارای کمترین تعداد شاخه جانبی در بوته بود (جدول 3). کمبود آب موجب کاهش تورژسانس سلولی شده و در نهایت کاهش رشد و توسعه سلول به‌خصوص در ساقه و برگ‌ها را به دنبال خواهد داشت. با کاهش رشد سلول، اندازه اندام‌های گیاهی محدود می‌شود و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم آبی روی گیاه را می‌توان از روی کاهش ارتفاع یا اندازه کوچک‌تر برگ‌ها تشخیص داد. نتایج بابایی و همکاران (7) نیز نشان داد با افزایش تنش خشکی، ارتفاع بوته، تعداد ساقه‌های جانبی، کاهش یافت. کاهش ارتفاع و تعداد ساقه‌های جانبی گیاه تحت شرایط کمبود آب توسط محققانی از قبیل آلکر و همکاران (4) در گیاه نعنا، فاروگی و همکاران (16) در علف به‌لیمو (*Cymbopogon winterianus*) و فاطیما و همکاران (17) در علف به‌لیمو نیز گزارش شده است. کمترین ارتفاع بوته در بین کودهای زیستی مورد استفاده با متوسط میانگین 15 سانتی‌متر از کود نیتروکسین به دست آمده و بین سایر تیمارهای کودی تفاوت معنی داری از لحاظ آماری مشاهده نشد (جدول 3).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج آزمایش می‌توان بیان کرد که تمامی فرایندهای مهم مانند تغذیه، فتوسنتز، باز و بسته شدن روزنه‌ها و رشد و نمو شنبلیله تحت تأثیر فاکتور آبیاری قرار گرفتند و شنبلیله مانند بیشتر گیاهان، عکس‌العمل مورفولوژیک به تنش نشان داد. در این آزمایش بهترین دور آبیاری برای حصول حداکثر عملکرد دانه و بیوماس، دور آبیاری هر 6 روز بود که با افزایش دور آبیاری از بیوماس و عملکرد دانه شنبلیله کاسته شد.

از طرفی کاربرد کودهای بیولوژیک حاوی ریز موجودات باکتریایی و یا قارچی، در بهبود ویژگی‌های رشدی و عملکرد گیاه دارویی شنبلیله، تأثیر مثبتی داشته است. نتایج نشان داد استفاده از کود زیستی

اجزای عملکرد شنبلیله اثر مثبتی داشت؛ به طوری که این تیمارها بدون کوچکترین صدمات و مخاطرات محیطی می تواند نیازهای گیاه را تا حدود زیادی برطرف کند و باعث استقرار بهتر میکروارگانیسم های خاکزی برای تناوب های بعدی شود.

میکوریزا/اینترادایسر موجب کاهش عملکرد دانه و عملکرد علوفه شنبلیله نسبت به تیمار شاهد گردید و بیشترین عملکرد علوفه از کود میکوریزا موسه/ و بیشترین عملکرد دانه از کودهای بیوفسفر و میکوریزا موسه/ به دست آمد. بنابراین می توان نتیجه گرفت کاربرد کودهای زیستی بیوفسفر، مایکوریزا موسه/ و نیتروکسین بر عملکرد و

منابع

- 1- Aboulhasani M., Lakzian A., Haghnia G.H. and Sarcheshmehpoor M. 2006. The study of salinity and drought tolerance of *Sinorhizobium meliloti* isolated from province of Kerman in vivo condition. Iranian Journal of Field Crops Research, 4 (2): 183-195. (in Persian with English abstract)
- 2- Adediran J.A., Taiwo L.B., Akande M.O., Sobulo R.A. and Idowu O.J. 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. Journal of Plant Nutrition, 27: 1163-1181.
- 3- Albouchi A., Bejaoui Z. and El Aouni M.H. 2003. Influence d'un stress hydrique mode' re' ou se've` re sur la croissance de jeunes plants de *Casuarina glauca*. Se' cheresse, 14: 137-142.
- 4- Alkire B.H., Simon J.E., Palevitch D. and Putievsky E., 1993. Water management for Midwestern peppermint (*Mentha piperita* L.) growing in highly organic soil. Indiana, USA. Acta Horticulture, 344: 544-556.
- 5- Arpana J. and Bagyaraj D.J. 2007. Response of kalmegh to an arbuscular mycorrhizal fungus and a plant growth promoting rhizomicroorganism at two levels of phosphorus fertilizer. American Eurasian Journal Agriculture Science, 2(1): 33-38.
- 6- Arun K.S. 2002. A Handbook of Organic Farming Pub. Agrobios, India.
- 7- babaee 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. (in Persian with English abstract)
- 8- Babana A.H. and Antoun H. 2006. Effect of tilemsi phosphate rock solubilizing microorganisms on phosphorus uptake and yield of field grown wheat (*Triticum aestivum* L.) in mail. Plant and soil, 287(1- 2): 51-58.
- 9- Belimov A.A., Kojemiakov A.P. and Chuvarliyeva C.V. 1995. Interaction between barley and mixed cultures of nitrogen-fixing and phosphate-solubilizing bacteria. Plant and soil, 173 (1): 29-37.
- 10- Biari A., Gholami A. and Asadi rahmani H. 2007. Sustainable production and improved nutrient uptake of maize in response to inoculation with PGPR. 2nd National Congress of Ecological Agriculture. 25 to 26 October, 2007. Gorgan.
- 11- Boyer J.S. 1982. Plant productivity and environment Science 218: 443-448.
- 12- Chandra Obul Reddy P., Sairanganayakulu G., Thippeswamy M., Sudhakar Reddy P., Reddy M.K. and Chinta Sudhakar H. 2008. Identification of stress-induced genes from the drought tolerant semi-arid legume crop horsegram (*Macrotyloma uniflorum* (Lam.) Verdc.) through analysis of subtracted expressed sequence tags. Plant Science, 175: 372-384
- 13- Darzi M.T., Galavand A., Rejali F. and Sefid kon F. 2007. Effect of biofertilizers application on yield and yield components in fennel (*Foeniculum vulgare*). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22 (4): 276-292.
- 14- Dini M. 2006. Scientific name of medicinal plants used in traditional medicine. Forest and Rangeland Research Institute Publication. Iran. pp: 299-300.
- 15- Ebhin Mastro R., Chhonkar P.K., Singh D. and Patra A.K. 2006. Changes in soil biological and Biochemical Characteristics in a long-term field trial on a sub-tropical inceptisoi. Soil biology and biochemistry, 38: 1577-1582.
- 16- Farooqi A.H.A., Fatima S., Ansari S.R. and Sharma S. 1999. Effect of water stress on growth and essential oil metabolism in *Cymbopogon martini* (plamerosa) cultivars. Journal of Essential Oil Research, 11: 491- 496.
- 17- Fatima S., Farooqi A.H.A., Ansari S.R. and Sharma S. 1999. Effect of water stress on growth and essential oil metabolism in *Cymbopogon martini* (plamerosa) cultivars. Journal of Essential Oil Research, 11: 491- 496.
- 18- Fatma A.G., Lobna A.M. and Osman N.M. 2008. Effect of compost and biofertilizers on growth, yield and essential Oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) Plant. International Journal of Agriculture and Biology, 10(4): 381- 387.
- 19- Gupta M.L., Prasad A., Ram M. and kumar S. 2002. Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. Bioresource Technology, 81: 77-79.
- 20- Kirigwi F.M., Van Ginkel M., Trethowan R.G., Sears R.G., Rajaram S., Paulsen G.M. 2004. Evaluation of selection strategies for wheat adaptation across water regimes. Euphytica, 135: 361-371.
- 21- Koocheki A., Tabrizi L. and Ghorbani R. 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis*). Iranian Journal of Field Crops Research, 6(1): 127-137. (in Persian with English abstract)

- 22- Lebaschy M.H. and Sharifi Ashoorabadi, E. 2004. Growth indices of some medicinal plants under different water stresses. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 20(3): 249-261. (in Persian with English abstract)
- 23- Leithy S., El-Meseiry T.A. and Abdallah E.F. 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on rosemary herbage oil yield and quality. Journal of Applied Sciences Research, 2(10): 773-779.
- 24- Mailer R.J. and Cornish P.S. 1987. Effects of water stress on glucosinolate and oil concentration in the seeds of rape (*Brassica napus* L.) and turnip rape (*Brassica rapa* L.). Canadian Journal of Plant Science, 70: 399-407.
- 25- Mailer R.J. and wratten N. 1987. Glucosinolate variability in rapeseed in Austmlia, 7th International Rapeseed Congress, Poznan, 11-14 May Poland. P: 661-675.
- 26- Malboobi M.A. 1998. The molecular biology of plant response to environmental factors. Abstracts of the fifth Iranian Crop Science Congress. p 11.
- 27- Medina O.A., Kretschmer A.E. and Sylvia D.M. 1990. Growth response of field-grown Siratro (*Macropitium atropurpureum* Urb.) and *Aeschynomene americana* L. to inoculation with selected vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Biology and Fertility of Soils, 9(1): 54-60.
- 28- Moradi M., Madani H., Malboobi M.H. and Pilevarkhamami R. 2008. Comparison of chemical and biological phosphorus in cultivation of oil sunflower in Arak. New Findings in Agriculture, 3(2): 168-178.
- 29- Murty M.G. and Ladha J.K. 1988. Influence of Azospirillum inoculation on the mineral uptake and growth of rice under hydroponic conditions. Plant and Soil, 108: 281-285.
- 30- Omidbeigi R. 1995. Approaches Production and Processing of Medicinal Plants. Volume 1. Thinking day publication. 28 pp.
- 31- Omidbeigi R. 1997. Approaches Production and Processing of Medicinal Plants. Volume 2. Publication designers press. 414 pp.
- 32- Paradi I., Bratek Z, and Lang F. 2003. Influence of arbuscular mycorrhiza and phosphorus supply on polyamine content, growth and photosynthesis of *Plantago ancelolata*. Biologia Plantarum, 46: 563-569.
- 33- Poudel D.D., Hoawath W.R., Lanini W.T., Temple S.R. and Van Bruggen A.H.C. 2002. Comparison of soil N availability and conventional farming systems in northern California. Agriculture, Ecosystems and Environment, 90:125-137.
- 34- Rasipour L. and Asgharzadeh N.A. 2007. The interactions between phosphate solubilizing bacteria and *Bradirhizobium japonicum* on growth, tumor formation and absorption of some nutrients in soybeans. Journal of Sience and technology of Agriculture and Natural Resource, 11 (40): 53-63. (in persian)
- 35- Ratti N., Kumar S., Verma H.N. and Gautam S.P. 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martinii* var. motia by Rhizobacteria, AMF and Azospirillum inoculation. Microbiological Research, 156: 145-149.
- 36- Richarrds R.A. 1978. Variation within and between Species of rapeseed (*Brassica Campestris* and *B. napus*) in response to drought stress. III. Physiological and Physicochemical characters. Australian journal of Agricultural Research, 29:491-501.
- 37- Saleh Rastin N. 2001. The role of biological fertilizer to reaching to sustainable agriculture. Journal of Water and Soil, 23: 19-23.
- 38- Seghatoleslami M.J., Kafi M., Majidi E., Darvish F., and Nour Mohammadi G. 2005. Effect of deficit irrigation on yield and water use efficiency of three millets species. Journal of Agricultureal Sciences, 11 (4): 121-131. (in Persian with English abstract)
- 39- Sharifi Ashoorabadi A., Matin A., and Lebaschi M.H. 2003. Evaluation of plant physiological growth of fennel (*Foeniculum vulgare*) under different conditions of soil fertility. Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants, 19 (2): 157-182. (in persian)
- 40- Sharma A. K. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India.
- 41- Toussaint J.P., Smith F.A. and Smith S.E. 2007. Arbuscular mycorrhizal fungi can induce the production of phytochemicals in sweet basil irrespective of phosphorus nutrition. Mycorrhiza, 17(4): 291-297.
- 42- Viera H.J., Bergamaschi H., Angelocci L.R. and Libardi P.L. 1991. Performance of two bean cultivars under two water availability regimes. II. Stomatal resistance to vapour diffusion, transpiration flux density and water potential in the plant (in Portugal). Pesquisa Agropecuária Brasileira, 9: 1035-1040.
- 43- Viets F.G.J.R. 1972. Fertilizers and the efficient use water. Adr. Agronomy 14:233-264.
- 44- Vital W.M., Teixeira N.T., Shigihara R. and Dias A.F.M. 2002. Organic manuring with pig biosolids with applications of foliar biofertilizers in the cultivation of Thyme (*Thymus vulgaris* L.). Ecosystema, 27: 69-70.
- 45- Vessey J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil, 255: 571-586.
- 46- Wallace J. 2001. Organic Field Crop Handbook. Pub. Canadian Organic Growers. Ottana, Ontario.
- 47- Zahir A.Z., Arshad M. and Frankenberger (jr) W.F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: Application and perspective Advances in Agronomy, 81: 97-168.
- 48- Zargari A. 1997. Medicinal Plant. Volume 4. Tehran University Press. Tehran. 923 pp.



ارزیابی عملکرد و برخی صفات مورفولوژیک تره فرنگی (*Allium porrum* L.)

در کشت مخلوط با شبدر سفید (*Trifolium repens* L.)

احسان ابراهیمی¹ - علیرضا باقری^{2*} - فرانک نوربخش³

تاریخ دریافت: 1393/01/18

تاریخ پذیرش: 1394/03/18

چکیده

کشت مخلوط می‌تواند راه‌حلی جایگزین برای تولید محصول در سیستم‌های رایج کشاورزی که در آن‌ها تک‌کشتی رواج دارد، باشد. لذا آزمایشی به منظور ارزیابی اثر مدیریت کشت همزمان گیاه⁴ در سال زراعی 2012 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کاسل آلمان انجام شد. در این آزمایش از طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی استفاده شد و تیمارهای آزمایش (6 تیمار) شامل: 1- کشت همزمان شبدر و تره فرنگی (به دو صورت قطع و عدم قطع شبدر)، 2- کشت شبدر 48 روز پس از انتقال نشاء تره فرنگی (به دو صورت قطع و عدم قطع شبدر)، و 3- تیمار کشت تره فرنگی بدون شبدر (به دو صورت وجین و عدم وجین علف‌های هرز) بودند. کل ماده خشک تولیدی در هکتار در اولین برداشت، در تیمارهایی که در آن‌ها کشت شبدر با تاخیر انجام شده بود و تیمارهای فاقد شبدر که در آن‌ها وجین علف‌هرز به صورت دستی انجام شده بود به ترتیب معادل 1259، 1157 و 1360 کیلوگرم در هکتار بود ولی در دومین برداشت تفاوت بین تیمارها از این لحاظ معنی‌دار نبودند. در ارتباط با درصد ماده خشک نیز در تیمار حاوی قطع شبدر و وجین علف‌های هرز در هر دو زمان برداشت بیشترین مقدار درصد ماده خشک ثبت شد. نتایج حاصل از مقایسات گروهی تیمارها نشان داد که بهترین ترکیب تیماری برای بدست آوردن بیشترین ماده خشک کشت تاخیری شبدر در تره فرنگی به همراه وجین علف‌های هرز بود. نتایج مربوط به قطر و ارتفاع ساقه تره‌فرنگی نیز نشان داد که بیشترین قطر ساقه تره‌فرنگی در کشت خالص همراه با وجین علف هرز حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: سبزیجات، کشت با تاخیر، گیاه پوششی، مدیریت گیاه

مقدمه

محصولات را تحت تاثیر قرار دهد، بنابراین نگرانی در مورد بروز تداخلات منفی بین سبزیجات و سایر گونه‌ها در کشت مخلوط، مانع از توسعه سیستم‌های کشت مخلوط برای تولید سبزیجات شده است (23).

تره فرنگی با نام علمی *Allium porrum* L. یکی از سبزیجات زراعی مهم در اروپا است (23). مزارع تره‌فرنگی به علت باز بودن کانوپی تا زمان برداشت و عدم پوشش مناسب خاک همواره با مشکل مدیریت علف هرز و آبشویی عناصر غذایی مواجه هستند، به همین دلیل استفاده از کشت مخلوط در مزارع تره‌فرنگی استفاده از علف‌کش‌ها را کاهش می‌دهد (23). اجرای کشت مخلوط مخصوصاً برای تره‌فرنگی‌های نشایی اثر معنی‌داری بر مدیریت علف‌های هرز بخصوص در مراحل اولیه رشد دارد (21). در کل، تحقیقات نشان می‌دهند که تره‌فرنگی در سیستم‌های کشت خالص در مقایسه با کشت مخلوط میزبان بهتری برای آفات هستند و شرایط مساعدتری برای طغیان آفت فراهم می‌سازد (9) به عنوان مثال در آزمایش دنبدر و همکاران (9) تعداد تریپس (*Thrips tabaci*) بالغ، به مراتب در

کاهش تنوع زیستی در سیستم‌های تک‌کشتی باعث ایجاد مشکلات عدیده‌ای در سامانه‌های زراعی گردیده است پیش‌بینی می‌شود که در طول 50 سال آینده، توسعه جهانی کشاورزی، تنوع زیستی را در مقیاس جهانی با تهدیدی جدی مواجه سازد (16). کشت مخلوط موجب تنوع بخشیدن به سامانه‌های زراعی در بعد زمان و مکان می‌گردد (7 و 12)، از طرفی رقابت بین گونه‌ای در کشت مخلوط یک از عواملی است که می‌تواند عملکرد و خصوصیات کیفی

- 1- دانشجوی دکتری اگروکولوژی دانشگاه کاسل آلمان
- 2- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی کرمانشاه
- 3- دانشجوی دکتری اگروکولوژی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(Email: a.bagheri@razi.ac.ir)

(*) نویسنده مسئول:

4- Undersow

تیمارهای کشت مخلوط کمتر از تیمارهای تک کشتی گزارش شد. در حالتی که گیاه پوششی شبدر درست قبل از نشاء تره فرنگی قطع شد (به طوری که اثرات ظاهری و فیزیکی آن بر روی زمین باقی ماند)، در این حالت نیز تعداد تریپس بالغ در تره فرنگی یک سوم کشت خالص گزارش شد. نتایج این آزمایش نشان داد روابطی بین کیفیت محیط کشت گیاه اصلی و تعداد تریپس وجود دارد (9).

تولید اکولوژیک و پایدار سبزیجات نیازمند استفاده از یک سیستم کشاورزی کم نهاده است که در آن برنامه مشخصی برای حفظ حاصلخیزی خاک و حفاظت گیاهان وجود داشته باشد. فرانکیس (13) گزارش کرد که گیاه پوششی شبدر در طول چند سال مقدار 125 تا 225 کیلوگرم در هکتار نیتروژن در خاک تثبیت نمود.

باکتری ریزوبیوم که با ریشه گیاهان خانواده بقولات رابطه همزیستی برقرار می کند، از منابع مهم تامین نیتروژن در سیستم های کشاورزی ارگانیک است. شبدر سفید با نام علمی *Trifolium repens* L. دارای توانایی برقراری رابطه همزیستی با باکتری ریزوبیوم و فراهم نمودن نیتروژن تثبیت شده برای خود و سایر محصولات در کشت مخلوط می باشد. ارزش تغذیه ای بالای شبدر، استفاده از آن به عنوان یک علوفه خوش خوراک در چراگاه های مناطق معتدله و مهم تر از آن، نقش شبدر به عنوان یک گیاه پوششی برای فراهم نمودن نیتروژن در خاک و همچنین جذب عناصر محلول و جلوگیری از آبشویی آن ها از دلایل حائز اهمیت بودن این گیاه است. لذا در این مطالعه از کشت مخلوط تره فرنگی (*Allium porrum* L.) و شبدر سفید (*Trifolium repens* L.) با روش کشت گیاه پوششی در کنار گیاه اصلی¹ استفاده شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در جولای سال 2011 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کاسل آلمان در منطقه فرانکن هاوزن در ایالت هسن آلمان (51°27' N, 9° 25' 0" E و 249 متر ارتفاع از سطح دریا) انجام شد. متوسط درجه حرارت روزانه در این منطقه 8/5 درجه سانتی گراد و میانگین بارندگی سالانه 650 میلی متر است (براساس میانگین آمار سی ساله از سال 1961 تا سال 1990) (German Weather Service). نوع خاک مزرعه بر اساس طبقه بندی FAO، Haplic Chernozem بود. تره فرنگی ها در خاکی با بافت متوسط² نشاء شدند و با آب باران آبیاری شدند.

هدف از انجام این آزمایش مقایسه کشت مخلوط تره فرنگی و شبدر (به صورت هم زمان با تره فرنگی و 48 روز پس از انتقال نشاء تره فرنگی) با تک کشتی آن بود. علاوه بر این در کشت مخلوط تره

فرنگی و شبدر، ارزیابی قطع و عدم قطع شبدر روی صفات مورد آزمایش نیز مد نظر بود. در حالت تک کشتی تره فرنگی نیز، ارزیابی اثر وجین دستی و عدم وجین دستی علف های هرز از جمله دیگر اهداف این آزمایش بود. با توجه به توضیحات بالا این آزمایش شامل 6 تیمار (شکل 1) در سه تکرار بود که به صورت بلوک های کامل تصادفی به اجرا در آمد.

عملیات شخم در مارچ 2011 و آماده سازی زمین به وسیله هرس دوار در آپریل همان سال انجام شد. هم چنین به منظور کنترل علف های هرز قبل از کاشت چندین مرتبه از رتیواتور استفاده شد. ابعاد هر کرت 3 × 4 متر و ابعاد کل زمین 21 × 28 متر بود. محصولات قبلی کشت شده در زمین به ترتیب سیب زمینی و شبدر علفی بودند. برای اطمینان از این که شرایط خاک برای جذب آب و عناصر غذایی در طول فصل رشد مناسب خواهد بود، در 10 جولای یعنی دو روز قبل از نشاکاری دو مرتبه رتیواتور استفاده شد. کاشت نشای تره فرنگی ها با فاصله 10 سانتی متر از یکدیگر انجام شد. بذرها را ارگانیک شبدر سفید به میزان 200 کیلوگرم در هکتار به صورت دو خط در دو طرف ردیف کاشت تره فرنگی با دست بر روی خاک پاشیده شدند.

دو مرحله نمونه برداری از خاک انجام شد که مرحله اول قبل از کاشت نشاء های تره فرنگی و نمونه برداری دیگر بعد از آخرین برداشت در تاریخ های 18 اکتبر 2011 و 21 مارچ 2012 صورت گرفت. از هر کرت سه نمونه خاک از عمق 0 تا 60 سانتی متری برداشت و با هم مخلوط شدند. در نهایت نمونه های مربوط به هر تیمار از 3 تکرار با هم مخلوط و به آزمایشگاه دانشگاه منتقل و محتوی نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) و میزان نیترات و آمونیوم (میلی گرم) در هر تیمار اندازه گیری شد.

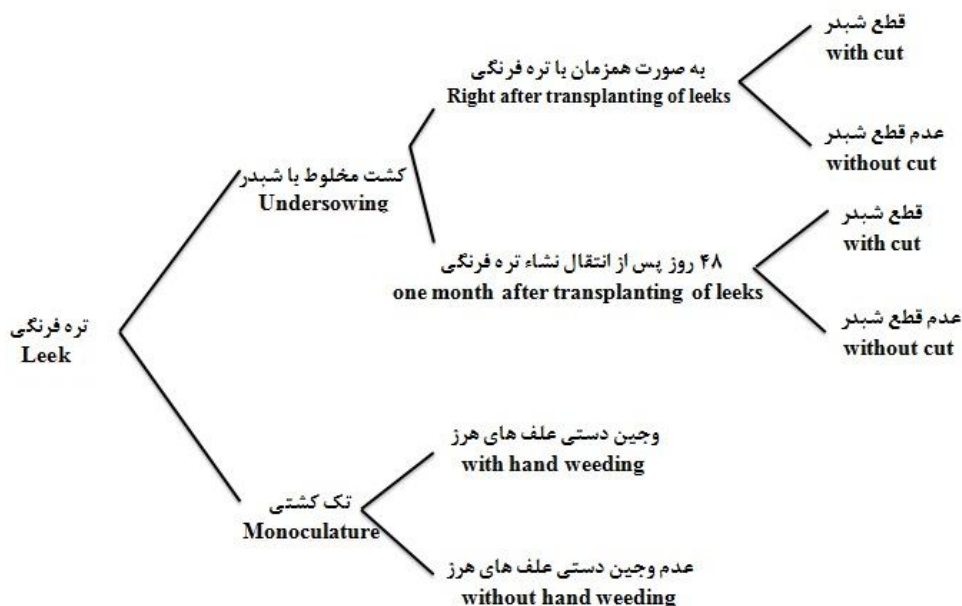
در طول آزمایش، دو مرحله برداشت در تاریخ های 14 اکتبر و 6 دسامبر انجام شد و در هر مرحله صفات رشدی مانند ارتفاع، قطر، وزن تر و خشک و همچنین محتوی نیتروژن، پتاسیم و فسفر اندازه گیری شدند. برای انجام اندازه گیری های مربوط به گیاه بعد از حذف اثرات حاشیه ای مساحتی معادل 50 × 100 سانتی متر که شامل 10 بوته بود، برداشت شد. بوته ها بعد از اندازه گیری قطر، ارتفاع و وزن تر برای محاسبه وزن خشک در دمای 105 درجه سانتی گراد به مدت 36 ساعت خشک شدند. کل محتوی نیتروژن، فسفر و پتاسیم نمونه ها به ترتیب با استفاده از روش کجل دال، اسپکتروفتومتر و فلیم فوتومتر تعیین شد.

آنالیز آماری با استفاده از نرم افزارهای SAS v.9 و MINITAB 16 انجام شد. برای تعیین تفاوت های معنی دار بین تیمارها از تجزیه واریانس و برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن با سطح احتمال 0/05 استفاده شد. علاوه بر این برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد پاسخ تره فرنگی در تیمارهای مختلف و هم چنین

1- Undersow

2- clay loam

ارزیابی علمی و آماری تیمارهای به صورت دسته بندی شده، در این آزمایش از روش مقایسات گروهی استفاده شد.



شکل 1- تیمارهای مورد استفاده در آزمایش
Figure 1- Treatments used in experiment

به این منظور از روش مقایسات گروهی ارتوگونال با بهره گیری از نرم افزار SAS v.9.9 استفاده شد. بر این اساس 1- تیمارهای تک کشتی تره فرنگی با تیمارهای حاوی کشت مخلوط تره فرنگی و شبدر، به 2- تیمارهای حاوی کشت مخلوط کشت همزمان با کشت تاخیری شبدر و 3- تیمارهای کشت مخلوط حاوی قطع و عدم قطع شبدر، به طور کلی مورد مقایسه قرار گرفتند (جدول 1).

جدول 1- مقایسه گروهی بین تیمار ها و ضرایب آن ها در برداشت اول و دوم بر اساس روش مقایسه گروهی ارتوگونال
Table1- Group comparison among treatments and their coefficients at the first and second harvest based on orthogonal analysis method

تیمار Treatment	C1	C2	C3	C4	C5	C6
مقایسات Comparisons						
مقایسه تک کشتی با کشت مخلوط Comparison between monoculture and intercrop	1	1	1	1	-2	-2
مقایسه کاشت همزمان شبدر و تاخیری Comparison between early undersowing and late undersowing of clover	1	1	-1	-1	0	0
مقایسه قطع شبدر و عدم قطع Comparison between cut clover and without cut clover	-1	1	-1	1	0	0

C1: کاشت همزمان شبدر + بدون قطع شبدر + با وجین علف هرز؛ C2: کاشت همزمان شبدر + با قطع شبدر + با وجین علف هرز؛ C3: کاشت تاخیری شبدر + بدون قطع شبدر + با وجین علف هرز؛ C4: کاشت تاخیری شبدر + با قطع شبدر + با وجین علف هرز؛ C5: بدون شبدر + با وجین علف هرز؛ C6: بدون شبدر + بدون وجین علف هرز.
C1: Early undersowing of clover + without cut clover + with weeding; C2: Early undersowing of clover + with cut clover + with weeding; C3: Late undersowing of clover + without cut clover + with weeding; C4: Late undersowing of clover + with cut clover + with weeding; C5: Without clover + with weeding; C6: Without clover + without weeding.

نتایج و بحث

درصد در دومین برداشت) و تیمارهای فاقد شبدر و بدون کنترل علف هرز (15/7 درصد) تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. مقایسه میانگین مقدار ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) در تیمارهای مختلف آزمایشی و در اولین برداشت نشان داد که بیشترین مقدار ماده خشک به ترتیب در تیمارهای تک کشتی تره فرنگی دارای وجین علف‌های هرز و کشت مخلوط تره فرنگی و شبدر دیر کاشت (48 روز پس از نشاء کاری) که در آن شبدرها قطع شده بودند، بدست آمد. این در حالی بود که در تیمار تک کشتی تره فرنگی بدون وجین علف‌های هرز، کمترین مقدار وزن خشک تره فرنگی بدست آمد (جدول 3).

نتایج تجزیه واریانس درصد ماده خشک نشان داد که در هر دو برداشت بین تیمارها تفاوت معنی‌دار ($P \leq 0.05$) وجود داشت (جدول 3). این در حالی بود که اثر تیمارها بر مقدار ماده خشک در هکتار در اولین برداشت معنی‌دار ($P \leq 0.01$) و در دومین برداشت غیر معنی‌دار بودند. طبق جدول 2، بیشترین درصد ماده خشک در اولین و دومین برداشت (به ترتیب 11/7 درصد و 16/5 درصد) از تیمار کشت مخلوط همزمان تره فرنگی با شبدر بدست آمد که بعد از مدتی شبدرها قطع و به صورت مالچ پای گیاه پخش شده بودند. میان تیمارهایی که در آن‌ها قطع شبدر صورت نگرفته (10/9 درصد در اولین برداشت و 16

جدول 2- میانگین مربعات درصد ماده خشک و مقدار ماده خشک در دو مرحله برداشت

Table 2- Mean square for dry matter percentage and total dry matter at both harvesting period

منبع تغییرات Source of changes	درجه آزادی Degree of freedom	درصد ماده خشک Dry matter %		مقدار ماده خشک Total dry matter	
		برداشت اول First harvest	برداشت دوم Second harvest	برداشت اول First harvest	برداشت دوم Second harvest
بلوک Block	2	0.06 ^{ns}	0.54 ^{ns}	328361.6 ^{ns}	4884.51 ^{ns}
تیمار Treatment	5	0.96 [*]	1.39 [*]	680103.24 ^{ns}	173193.95 ^{**}
خطا Error	10	0.26	0.37	361690.51	24750.23

میانگین‌های با علائم ns، * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌دار سطح احتمال $P \leq 0.05$ و $P \leq 0.01$ می‌باشند. Means with *, ** and ns are significant with $P \leq 0.05$, $P \leq 0.01$ and not significant respectively

جدول 3- اثر مدیریت شبدر بر درصد ماده خشک و میزان ماده خشک در برداشت اول و دوم

Table 3-The effect of management of clover on dry matter percentage and total dry matter at the first and second harvest

تیمار Treatment	ماده خشک Dry matter (%)		ماده خشک Total dry matter (kg ha ⁻¹)
	برداشت اول First harvest	برداشت دوم Second harvest	برداشت اول First harvest
C1	10.9 ab	16 ab	844 bc
C2	11.7 a	16.5 a	1078 ab
C3	10.7 b	14.9 b	1157 a
C4	10.5 b	14.8 b	1259 a
C5	10.5 b	14.9 b	1360 aa
C6	10.5 b	15.7 ab	646 c

میانگین‌های با حروف یکسان در سطح $P \leq 0.05$ در آزمون دانکن معنی‌دار نیست. C1: کاشت همزمان شبدر + بدون قطع شبدر C2: کاشت همزمان شبدر + با قطع شبدر C3: کاشت تاخیری شبدر + بدون قطع شبدر C4: کاشت تاخیری شبدر + با قطع شبدر C5: بدون شبدر + با وجین علف هرز؛ C6: بدون شبدر + بدون وجین علف هرز. Means followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$ in Duncan test. C1: Early undersowing of clover + without cut clover + with weeding; C2: Early undersowing of clover + with cut clover + with weeding; C3: Late undersowing of clover + without cut clover + with weeding; C4: Late undersowing of clover + with cut clover + with weeding; C5: Without clover + with weeding; C6: Without clover + without weeding.

برداشت اول، به طور کلی تفاوت معنی‌داری از نظر مقدار ماده خشک بین این دو دسته از تیمارها مشاهده نشد. کمترین و بیشترین مقدار

نتایج حاصل از مقایسه گروهی تیمارهای تک کشتی تره فرنگی با تیمارهای حاوی کشت مخلوط تره فرنگی و شبدر نشان داد که در

مقایسه اثر تیمارهای حاوی کشت مخلوط همراه قطع و بدون قطع شبدر روی وزن ماده خشک تره فرنگی (مقایسه سوم جدول 1) نیز تفاوت معنی داری ($P \leq 0.05$) را بین تیمارهای کشت مخلوط حاوی قطع و عدم قطع شبدر نشان داد. با توجه به هم علامت بودن تیمارهای حاوی عدم قطع شبدر با علامت Q در جدول 4 این گونه می توان نتیجه گیری کرد که مقدار ماده خشک در این تیمارها به طور معنی داری بیشتر از زمانی بود که شبدر قطع شد. تره فرنگی گیاهی است که در مقابل علفهای هرز دارای توان رقابتی بالایی نمی باشد از این رو حضور شبدر به عنوان مالچ در کشت مخلوط با این گیاه می تواند مانعی برای حضور علف های هرز و در نتیجه کاهش وزن خشک حاصل از رقابت علف های هرز با تره فرنگی شود. علاوه بر این شبدر گیاهی از خانواده بقولات بوده که قادر به تثبیت نیتروژن است (15). بنابر مطالب بیان شده می توان این گونه نتیجه گیری کرد که حضور شبدر با کاهش حضور علف های هرز و همچنین تامین مواد غذایی بیشتر برای تره فرنگی همراه است. به این ترتیب به نظر می رسد که مزایای حاصل از حضور شبدر در کنار تره فرنگی منجر به حصول نتایج فوق شده باشد. از مقایسه گروهی اثر تیمارها روی ماده خشک تولیدی تره فرنگی می توان این گونه نتیجه گیری کرد که با توجه به حساسیت تره فرنگی به حضور علف های هرز و یا گیاه رقابت کننده دیگر در مراحل اولیه رشد، وجین علف های هرز در اوایل فصل رشد و کنترل بعدی آن ها به وسیله کشت دیر هنگام شبدر می تواند مجموعه ای از مزایای مختلف کشت مخلوط، با بیشترین کاهش اثرات رقابتی شبدر روی تره فرنگی را به همراه داشته باشد. نتایج به وضوح بیان می کنند که در طول مراحل بحرانی رشد تره فرنگی، رقابت می تواند تاثیر معنی داری بر آن داشته و میزان ماده خشک تولیدی کل را کاهش دهد. این نتایج مشابه یافته های یوکیانو و همکاران (29) درباره اثر تاریخ کاشت بر عملکرد تولیدی در کشت مخلوط ذرت و سویا است که بیشترین عملکرد از تیمارهایی که در آن ها کشت تاخیری چاودار و ماشک (بعد از استقرار گیاه اصلی) صورت گرفت، به دست آمد.

ماده خشک به ترتیب در تیمارهای تک کشتی تره فرنگی بدون وجین علف های هرز و تک کشتی همراه با وجین علف های هرز حاصل شد (جدول 2). نتایج به دست آمده بر این امر تاکید دارد که حضور علف های هرز می تواند منجر به کاهش شدید مقدار ماده خشک تره فرنگی شود. به همین دلیل به نظر می رسد که مقایسه گروهی تیمارهای حاوی تک کشتی (بدون وجین و با وجین علف های هرز) با سایر تیمارها منجر به عدم معنی داری تاثیر آن ها روی وزن خشک تره فرنگی شده باشد. باید این نکته را در نظر داشت که در عمل، امکان وجین علف های هرز در تمام فصل وجود ندارد، بنابراین کشت مخلوط تره فرنگی و شبدر می تواند به عنوان یک راه عملی برای افزایش ماده خشک، مفید باشد. از این رو توجه به مقایسه تیمارهای حاوی کشت مخلوط همزمان و تاخیری تره فرنگی شبدر می تواند اطلاعات خوبی را به همراه داشته باشد (مقایسه 2 در جدول 1). نتایج حاصل از این مقایسه نشان داد که بین دو گروه یاد شده تفاوت معنی داری ($P \leq 0.01$) وجود داشت. بررسی علامت تیمارها در جدول 1 و جدول 4 و هم علامت بودن تیمارهای حاوی کشت مخلوط تاخیری شبدر در تره فرنگی با علامت Q در جدول 4 نشان داد که مقدار ماده خشک در این تیمارها به طور معنی داری بیشتر از تیمارهای حاوی کشت مخلوط همزمان تره فرنگی و شبدر بود. با وجود اثرات مثبت شبدر به عنوان مالچ و همچنین تثبیت کننده ازت در خاک، این گیاه می تواند به عنوان یک گیاه رقابت کننده با تره فرنگی (که از قدرت رقابتی بالایی نیز برخوردار نمی باشد) مطرح باشد. بنابراین حضور شبدر می تواند در کنار اثرات مثبت، منجر به برداشت منابع و رقابت با تره فرنگی شده و در نتیجه اثرات منفی را نیز از این حیث روی تره فرنگی داشته باشد. از سوی دیگر به نظر می رسد در تیمارهای حاوی کشت مخلوط تاخیری شبدر در تره فرنگی عدم حضور شبدر در مراحل اولیه رشد تره فرنگی و همچنین وجین علف های هرز منجر به برداشت بیشتر منابع و در نتیجه تجمع بیشتر ماده خشک در تره فرنگی شده و بدین ترتیب، در مقایسه دوم (مقایسه تیمارهای حاوی کشت مخلوط تره فرنگی با کشت همزمان و تاخیری شبدر) نتایج ذکر شده بدست آمد.

جدول 4- آنالیز مقایسه گروهی برای تاثیر 6 تیمار متفاوت تره فرنگی بر میزان ماده خشک در کرت در برداشت اول
Table 4- Group comparison for effect of 6 treatments of leek on dry matter at the plot at the first harvest

مقایسات Comparisons	درجه آزادی Degree of freedom	SSQ	Q
با شبدر در مقابل بدون شبدر With clover vs. without clover	1	308604.12 ^{ns}	1178.87
کاشت همزمان در مقابل کاشت تاخیری Early undersowing vs. late undersowing	1	264226.5 ^{**}	- 1780.65
قطع کردن شبدر در مقابل عدم قطع Cut clover vs. without cut clover	1	5146767 [*]	- 7858.83

میانگین مربعات با * و ** به ترتیب در سطح 5 و 1 درصد معنی دار هستند و ns معنی دار نیست
Mean squares with *, ** and ns are significant with 5%, 1% and not significant respectively

اهمیت بازار پسندی یکی از بزرگ‌ترین نگرانی‌های تولید کنندگان سبزیجات است. خصوصیات مانند ارتفاع، قطر و سفیدی قسمت طوقه برخی از عوامل مهم بازار پسندی در تولید تره فرنگی می‌باشند. قطر ساقه تره فرنگی در هر دو برداشت به طور معنی‌داری ($p \leq 0.01$) تحت تاثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت (جدول 5). نتایج مربوط به مقایسه میانگین قطر ساقه تره فرنگی در تیمارهای مختلف آزمایشی نشان داد که در تیمارهای بدون وجین علف‌های هرز به طور معنی‌داری قطر ساقه کمتر از دیگر تیمارها، در هر دو زمان برداشت (به ترتیب 13 و 15 میلی‌متر) بود. این در حالی بود که قطر تره فرنگی در تیمارهای تک کشتی که در آن‌ها وجین علف‌های هرز صورت گرفته بود، از جمله بیشترین مقادیر (در برداشت اول و دوم به ترتیب 18 و 20 میلی‌متر) بود. این امر را می‌توان در نتیجه تاثیر منفی ناشی از رقابت علف‌های هرز دانست (جدول 6). علاوه بر این قطر تره فرنگی در تیماری که در آن شبدرها 48 روز پس از کاشت

تره فرنگی کشت شده بودند (چه در حالت قطع شبدر چه در حالت بدون قطع شبدر) نیز از جمله بیشترین مقادیر بودند و در تیمارهایی که در آن‌ها کشت شبدر و تره فرنگی هم‌زمان انجام شده بود، قطری معادل 14 و 16 میلی‌متر در برداشت اول و 16 و 18 میلی‌متر در برداشت دوم به دست آمد که مقادیر بزرگ‌تر در هر برداشت مربوط به تیماری بود که شبدر در آن قطع شده بود (جدول 6).

به نظر می‌رسد با وجود تاثیر مثبت شبدر در تثبیت نیتروژن و رقابت با علف‌های هرز و در نتیجه تاثیر نسبی در کنترل آن‌ها، خود این گیاه به عنوان یک گیاه رقابت کننده در کنار تره فرنگی نیز مطرح است چرا که در تیمارهایی که در آن‌ها وجین علف‌های هرز صورت گرفت و همچنین تره فرنگی به صورت تک کشتی و یا با کشت تاخیر شبدر همراه بود، قطر ساقه از بیشترین مقادیر ثبت شده برخوردار بود. از این رو بیشترین کیفیت ساقه تره فرنگی در این تیمارها بدست آمد.

جدول 5- میانگین مربعات قطر و ارتفاع ساقه تره فرنگی در دو مرحله برداشت
Table 5- Mean squares of diameter and height of leek at both harvesting times

منبع تغییرات Source of changes	درجه آزادی Degree of freedom	قطر ساقه Diameter		ارتفاع ساقه Height	
		برداشت اول First harvest	برداشت دوم Second harvest	برداشت اول First harvest	برداشت دوم Second harvest
بلوک Block	2	0.44 ^{ns}	0.07 ^{ns}	1403.87 ^{ns}	782.24 ^{ns}
تیمار Treatment	5	12.49 ^{**}	16.62 ^{**}	1488.68 ^{ns}	406.38 ^{ns}
خطا Error	10	0.48	1.79	994.3	311.93

میانگین‌های با علائم ns، * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌دار سطح احتمال 5 و 1 درصد.

Mean squares with *, ** and ns are significant with 5%, and not significant respectively

جدول 6- اثر مدیریت شبدر بر قطر ساقه تره فرنگی در برداشت اول و دوم
Table 6- The effect of management of clover on leek diameter at the first and second harvest

تیمار Treatment	قطر ساقه Diameter (mm)	
	برداشت اول First harvest	برداشت دوم Second harvest
	برداشت اول First harvest	برداشت دوم Second harvest
C1	14 c	16 cd
C2	16 b	18 bc
C3	17 a	20 ab
C4	18 a	20 a
C5	18 a	20 a
C6	13 d	15 d

میانگین‌های با حروف یکسان در سطح $P \leq 0.05$ در آزمون دانکن معنی‌دار نیست. C1: کاشت هم‌زمان شبدر + بدون قطع شبدر C2: کاشت هم‌زمان شبدر + با قطع شبدر C3: کاشت تاخیری شبدر + بدون قطع شبدر C4: کاشت تاخیری شبدر + با وجین علف هرز C5: بدون شبدر + بدون وجین علف هرز. Means followed by the same letter are not significantly different at 5% in Duncan test. C1: Early undersowing of clover + without cut clover + with weeding; C2: Early undersowing of clover + with cut clover + with weeding; C3: Late undersowing of clover + without cut clover + with weeding; C4: Late undersowing of clover + with cut clover + with weeding; C5: Without clover + with weeding; C6: Without clover + without weeding.

علاوه بر قطر ساقه، ارتفاع تره فرنگی نیز به عنوان یک ویژگی موثر در بازارپسندی محصول و همچنین به عنوان یک صفت مورفولوژیکی اندازه‌گیری شد. نتایج بدست آمده نشان داد که در هر دو برداشت تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع نداشتند (جدول 5) و تفاوت بین ارتفاع در تیمارهای مختلف غیرمعنی‌دار بود. به طور کلی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که کشت مخلوط شبدر و تره فرنگی با توجه به خصوصیات گیاه تره فرنگی و توان رقابتی اندک آن، در صورتی که در زمان مناسب انجام شود می‌تواند تاثیرات مثبتی را در ماده خشک تولید و کیفیت تره فرنگی داشته باشد. در واقع وجین علف‌های هرز در ابتدای فصل موجب ایجاد شرایط مناسب جذب منابع در دوره بحرانی ابتدائی رشد تره فرنگی می‌شود و کشت تاخیری شبدر نیز منجر به کنترل بعدی علف‌های هرز و ایجاد شرایط مناسب برای رشد تره فرنگی خواهد شد.

نتایج بدست آمده مشابه نتایج حاصل از تحقیقات صورت گرفته توسط بایومان و همکاران (3) و همچنین برشینگر و آندرسون (6) است که گزارش کردند که کشت مخلوط تره فرنگی و کرفس به علت افزایش رقابت موجب کاهش قطر ساقه شد. علاوه بر این در تیمارهای شامل کشت مخلوط تره فرنگی و شبدر (هم‌زمان و تاخیری) بیشترین قطر تره فرنگی در هر دو زمان برداشت در تیمارهایی که در آن‌ها شبدر قطع شده بود بدست آمد. برتری قطر در تیمار همراه با قطع شبدر در مقایسه با تیمارهایی که در آن‌ها علف هرز حضور داشت، نشان داد که رقابت در سیستم کشت مخلوط در مقایسه با دیگر شرایط افزایش پوشش در سطح مزرعه، نقش موثرتری در تولید دارد. به طور مشابه، بایومان و همکاران (4) نشان داد که افزایش تراکم تره فرنگی در کشت مخلوط با کرفس موجب کاهش در وزن و قطر گیاه شد که در مقایسه با افزایش تراکم در تیمارهای تک کشتی معنی‌دار نبودند.

منابع

- 1- Backer E., Aertsens J., Vergucht S., and Steurbaut W. 2009. Assessing the ecological soundness of organic and conventional agriculture by means of life cycle assessment (LCA): A case study of leek production. *British Food Journal*, 111 (10): 1028–1061.
- 2- Baumann D.T., Bastiaans L., and Kropff M.J. 2001. Effects of intercropping on growth and reproductive capacity of late-emerging *Senecio vulgaris* L., with special reference to competition for light. *Annals of Botany*, 87 (2): 209–217.
- 3- Baumann D.T., Bastiaans L., and Kropff M.J. 2001a. Competition and crop performance in a Leek–Celery intercropping system. *Crop Science*, 41 (3): 764–774.
- 4- Baumann D.T., Bastiaans L., and Kropff M.J. 2001b. Competition and crop performance in a Leek–Celery intercropping system. *Crop Science*, 41: 764–774.
- 5- Baumann D.T., Bastiaans L., Goudriaan J., Laar H.H., and Kropff M.J. 2002. Analyzing crop yield and plant quality in an intercropping system using an eco-physiological model for interplant competition. *Agricultural Systems*, 73 (2): 173–203.
- 6- Bertschinger L., and Anderson J.D. 2004. Sustainability of horticultural systems in the 21st century. *International Society for Horticultural Science*, Belgium, ISBN: 978-90-66057-07-4.
- 7- Biabani A., Hashemi M., and Herbert S.J. 2008. Agronomic performance of two intercropped soybean cultivars. *International Journal of Plant Production*, 2: 215–222.
- 8- Booij R., Kreuzer A.D.H., Smit A.L., and von der Werf A. 1996. Effect of nitrogen availability on dry matter production, nitrogen uptake and light interception of Brussels sprouts and leeks. *Nederland Journal of Agricultural sciences*, 44 (1): 3–19.
- 9- Den Belder E., Elderson J., and Vereijken P.F.G. 2000. Effects of undersown clover on host-plant selection by Thrips tabaci adults in leek. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 94 (2): 173–182.
- 10- Den Hollander N.G., Bastiaans L., and Kropff M.J. 2007a. Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design. *European Journal of Agronomy*, 26 (2): 104–112.
- 11- Den Hollander N.G., Bastiaans L., and Kropff M.J. 2007b. Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design. *European Journal of Agronomy*, 26 (2): 92–103.
- 12- Francis C.A. 1986. Multiple cropping systems. *Collier Macmillan*, New York.
- 13- Francis C.A. 2009. Organic farming. The ecological system. WI: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, Madison.
- 14- Gabriel J.L., Muñoz-Carpena R., and Quemada M. 2012. The role of cover crops in irrigated systems: Water balance, nitrate leaching and soil mineral nitrogen accumulation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 155: 50–61.
- 15- Gardner F.P., Pearce R.B., and Mitchell R.L. 1985. Physiology of crop plants. 1st ed. Iowa State University Press, Ames.

- 16- Hole D.G., Perkins A.J., Wilson J.D., Alexander I.H., Grice P.V. and Evans A.D. 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122 (1): 113–130.
- 17- Hopkins A. 2004. Organic farming: science and practice for profitable livestock and cropping. British Grassland Society, England.
- 18- Hoshmand A.R. 2006. Design of experiments for agriculture and the natural sciences. 2nd ed. Chapman & Hall/CRC, London.
- 19- Isik D., Kaya E., Ngouajio M., and Mennan H. 2009. Weed suppression in organic pepper (*Capsicum annuum* L.) with winter cover crops. *Crop Protection*, 28 (4): 356–363.
- 20- Kroeck S., and Langer J. 2011. Crop rotation and cover cropping. Chelsea Green Pub, farm. Rev. White River Junction, VT.
- 21- Melander B., and Rasmussen G. 2001. Effects of cultural methods and physical weed control on intrarow weed numbers, manual weeding and marketable yield in direct-sown leek and bulb onion. *Weed Research*, 41 (6): 491–508.
- 22- Mennan, H., Ngouajio M., Isik D., and Kaya E. 2009. Effects of alternative winter cover cropping systems on weed suppression in organically grown tomato (*Solanum lycopersicum*). *Phytoparasitica*, 37 (4): 385–396.
- 23- Müller-Schärer H. 1996. Interplanting ryegrass in winter leek: effect on weed control, crop yield and allocation of N-fertiliser. *Crop Protection*, 15 (7): 641–648.
- 24- Murray P.J., and Clements R.O. 1998. Transfer of nitrogen between clover and wheat: Effect of root herbivory. *European Journal of Soil Biology*, 34 (1): 25–30.
- 25- Murray P.J., Dawson L.A., and Grayston S.J. 2002. Influence of root herbivory on growth response and carbon assimilation by white clover plants. *Applied Soil Ecology*, 20 (2): 97–105.
- 26- Sadeghi S., Rhnvard A., and Ashrafi Z.Y. 2010. Responds of Leek (*Allium porrum* L.) to various weed management. *Journal of Agricultural Technology*, 6 (3): 607–614.
- 27- Thorsted M.D., Olesen J.E., and Weiner J. 2006. Mechanical control of clover improves nitrogen supply and growth of wheat in winter wheat/white clover intercropping. *European Journal of Agronomy*, 24 (2): 149–155.
- 28- Tursun N., Bukun B., Can Karacan S., Ngouajio M., and Mennan H. 2007. Critical period for weed control in Leek (*Allium porrum* L.). *Hortscience*, 42 (1): 106–109.
- 29- Uchino H., Iwama K., Jitsuyama Y., Yudate T., and Nakamura S. 2009. Yield losses of soybean and maize by competition with interseeded cover crops and weeds in organic-based cropping systems. *Field Crops Research*, 113 (3): 342–351.
- 30- Uchino H., Iwama K., Jitsuyama Y., Ichiyama K., Sugiura E., and Yudate T. 2012. Effect of interseeding cover crops and fertilization on weed suppression under an organic and rotational cropping system. *Field Crops Research*, 127: 9–16.
- 31- Wyland L.J., Jackson L.E., Chaney W.E., Klonsky K., Koike S.T., and Kimple B. 1996. Winter cover crops in a vegetable cropping system: Impacts on nitrate leaching, soil water, crop yield, pests and management costs. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 59 (1-2): 1–17.



بررسی قابلیت آندروژنز و کالوس زایی در چهار رقم گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill) به وسیله کشت بساک

رسول نجیب^{1*} - محمد فارسی² - امین میرشمسی کاخکی³ - سعیدرضا وصال⁴

تاریخ دریافت: 1393/03/25

تاریخ پذیرش: 1394/04/24

چکیده

به منظور بررسی پاسخ به آندروژنز و القاء کالوس از کشت بساک گوجه فرنگی، چهار رقم به نام های موبیل هلند، بیکر، U. S. Agriseed و خرم انتخاب شدند. جهت تعیین مرحله مناسب توسعه میکروسپور برای کشت بساک بررسی های سیتولوژیکی در اندازه های مختلف طولی 2-7/9 میلی متری جوانه های گل انجام شد. بر مبنای مطالعات سیتولوژیکی در هر چهار رقم مورد آزمایش، جوانه های گل با اندازه طولی 4-4/9 میلی متر بدلیل داشتن بالاترین فراوانی میکروسپورهای مرحله میوز تا اواسط مرحله تک هسته ای، جهت کشت انتخاب شدند. جهت پیش تیمار از محلول کلشی سین 0/025 درصد در 4 درجه سانتی گراد به مدت 48 ساعت استفاده شد. سپس بساک ها در محیط کشت MS حاوی 2 میلی گرم بر لیتر IAA و 1 میلی گرم بر لیتر 2ip کشت شدند. روند تغییرات در فراوانی القاء کالوس و ضخامت کالوس ها در طی هشت هفته ثبت شد. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که ژنوتیپ های مورد مطالعه از نظر فراوانی نسبی القاء کالوس با هم اختلاف معنی داری دارند ($P < 0/0001$). دو رقم موبیل هلند و خرم پتانسیل نسبتاً بالایی برای پاسخ به آندروژنز از طریق کشت بساک نشان دادند. به نظر می رسد با بهبود شرایط فیزیولوژیکی جهت رشد گیاه مادری و بهینه سازی ترکیبات محیط کشت در آزمایشات بعدی بتوان در زمینه تولید گیاهان هاپلوئید در این دو رقم گوجه فرنگی به پیشرفت هایی دست پیدا کرد.

واژه های کلیدی: القاء کالوس، ژنوتیپ، هاپلوئید

مقدمه

ایجاد فن آوری های کارآمد جدید نظیر هاپلوئیدهای مضاعف شده⁵ می تواند یک راه حل کارآمد و سریع برای تهیه لاین های خالص در گوجه فرنگی باشد. با این وجود میزان موفقیت در این روش پایین بوده و نیاز به بررسی های آزمایشگاهی وسیعی دارد (5). یکی از روش های تولید گیاهان هاپلوئید آندروژنز⁶ است که به صورت کشت بساک⁷ یا کشت میکروسپور آزاد شده⁸ انجام می گیرد (10). تولید گیاهان هاپلوئید بوسیله آندروژنز در گوجه فرنگی علی رغم تلاش های فراوان به دلیل محدودیت ژنوتیپ های پاسخ دهنده به آندروژنز، پایین بودن سطح القاء کالوس، موفقیت کم در تعداد کالوس هایی که به مرحله باززایی می رسند و بالا بودن فراوانی گیاهچه هایی با سطوح پلوئیدی نامعین، تاکنون پیشرفت زیادی حاصل نشده است. شاید علت این امر سرسخت بودن این گیاه در پاسخ به آندروژنی بین اعضای خانواده سیب زمینی باشد، بطوریکه تاکنون تنها

گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill) یکی از مهمترین سبزیجات است که علاوه بر مصارف خوراکی به عنوان یک گیاه مدل برای مطالعات سیتولوژیکی و سیتوژنتیکی استفاده می شود (5). طبق آمار سازمان خواروبار و کشاورزی (فائو) (3) این محصول در بین سبزیجات از لحاظ میزان تولید و سطح زیرکشت مقام اول را به خود اختصاص داده است که نشان دهنده جایگاه ویژه این محصول در کشاورزی جهانی است (3).

برنامه های اصلاحی گوجه فرنگی اکثراً بر تولید و گزینش گیاهان هیبرید استوار است. برای تولید گیاهان هیبرید و بهره جستن از قدرت آن نیاز به تولید لاین های خالص با قدرت ترکیب پذیری بالا می باشد.

1، 2 و 3- دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، استاد و استادیار گروه

بیوتکنولوژی و به نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(*) - نویسنده مسئول: Email: najib.r.1367@gmail.com

4- گروه پژوهشی بقولات، پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

5- Doubled Haploid

6- Androgenesis

7- Anther culture

8- Microspore isolated culture

دوره رشد، عملیات داشت، مطابق با نیاز گیاه به طور دقیق صورت پذیرفت و گیاهان در شرایط کنترل شده و تحت شرایط دمایی روزانه 25 ± 3 درجه سانتی گراد و شبانه 22 ± 3 درجه سانتی گراد و تحت نور طبیعی رشد کردند. در طی دوره رشد، چندین مرتبه از کودهای N:P:K با نسبت 20:20:20 همراه با آب آبیاری جهت تقویت گیاهان استفاده شد. جهت کنترل آفات و بیماری ها، عملیات پیشگیری لازم صورت پذیرفت. به علاوه جهت داشتن گیاهان جوان، به فاصله هر یک ماه عملیات کاشت تکرار گردید تا همیشه گل های جوان و تازه در دسترس باشند.

انتخاب مناسب ترین جوانه های گل

به منظور تعیین اندازه مناسب گل در ارتباط با مرحله مناسب توسعه میکروسپور، جوانه های گل در ساعات اولیه صبح جمع آوری و در داخل ظروف درب بسته حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل شدند. جوانه های با اندازه 2-7/9 میلی متری به 6 گروه به فاصله هر یک میلی متر تقسیم شده و به مدت 10 دقیقه در دمای 4 درجه سانتی گراد قرار گرفتند. پس از جداسازی بساک ها، جهت رنگ آمیزی به مدت 15 دقیقه در محلول رنگی استوکارمن 4 درصد قرار گرفتند. پس از له کردن بساک ها، بررسی های لازم با میکروسکوپ نوری صورت پذیرفت و مورد مناسب براساس مشاهده میکروسپورهای در حال تقسیم میوز تا اواسط میکروسپورهای تک هسته ای انتخاب شد. در مطالعات سیتولوژیکی به صورت تصادفی حداقل 10-5 جوانه گل و از هر جوانه 3-5 بساک در هر گروه برای هر رقم مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت حداقل 100 میکروسپور به طور تصادفی در نقاط مختلف اسلایدهای تهیه شده شمارش گردید و فراوانی نسبی مراحل مختلف پیش میوزی، میوزی، تتراد، میکروسپورهای نابالغ (اوایل تا اواسط مرحله تک هسته ای) و دانه های گرده (اواخر تک هسته ای و مرحله دوهسته ای، وجود لوب های مشخص و متعدد) ثبت شد.

جداسازی و کشت بساک

براساس نتایج آزمایش اول، جوانه های گل با اندازه 4-4/9 میلی متر (دارای بساک هایی به طول حدود 3-4 میلی متر) در ساعات اولیه صبح جمع آوری و تحت شرایط استریل به آزمایشگاه منتقل شدند. جهت پیش تیمار از تنش دمای پایین 4 درجه سانتی گراد و محلول کلشی سین 0/025 درصد به مدت 48 ساعت استفاده شد. برای ضد عفونی سطحی، ابتدا جوانه های گل با آب مقطر شستشو شدند. سپس جوانه های گل با الکل 70 درصد به مدت پنج دقیقه و در ادامه با محلول هیپوکلریت سدیم 2/5 درصد و چند قطره مایع ظرفشویی به مدت 15 دقیقه ضد عفونی شده و پس از اعمال تیمارهای فوق جوانه های گل حداقل سه بار با آب مقطر استریل شستشو داده شدند. بساک ها پس از جداسازی جهت کشت در داخل

دو آزمایشگاه بازرایی کامل را در نتیجه کشت بساک این گیاه گزارش کرده اند (6 و 9). از طرفی علی رغم اهمیت بالای اقتصادی این گیاه، دستورالعمل های واقعی و قابل اطمینان که توسط محققین در این زمینه ارائه شده باشد، بسیار محدود است؛ بطوریکه هنوز دستورالعمل مشخصی که حتی در یک ژنوتیپ قابل تکرار باشد و نتایج مشابهی ارائه نماید، شناسایی و تأیید نشده است (5). نتایج تحقیقات نشان می دهد که در القاء آندروژن پنج عامل ژنوتیپ، مرحله توسعه بساک، شرایط رشدی گیاه مادری، پیش تیمار و ترکیبات محیط کشت تأثیرگذار می باشند (10). در گوجه فرنگی ژنوتیپ و مرحله توسعه بساک نسبت به سایر عوامل دارای اهمیت بیشتری هستند (4). مرحله تکوینی بساک برای بدست آوردن کالوس ها پلوتید گوجه فرنگی، عامل حیاتی است. در کشت بساک گوجه فرنگی دو مرحله مختلف به عنوان مراحل مطلوب گزارش شده اند. طبق گزارش دوی و گرشوف (2)، بیشتر محققانی که شاخه تولید کردند، در مرحله میوز میکروسپورها، بهترین نتیجه را بدست آوردند. گائو و همکاران (4) اواخر مرحله میکروسپورهای تک هسته ای تا ابتدای دوهسته ای را مرحله مطلوب برای القاء کالوس و شاخه زایی معرفی نمودند (2 و 4).

ژنوتیپ یکی دیگر از مهم ترین عوامل تأثیرگذار در پاسخ به آندروژن در گوجه فرنگی است، بطوریکه دوی و همکاران (2) فقط در 3 رقم از 43 رقم مورد آزمایش موفق به تولید کالوس شدند و فقط در یک رقم از آنها اندام زایی مشاهده شد. زاگورسکا و همکاران (11) در بررسی 80 رقم، موفق به تولید کالوس در 53 رقم شدند. زاگورسکا و همکاران (12) در مطالعه ای دیگر از بین 100 واریته مورد آزمایش، در 22 واریته کالوس تولید کردند که اکثر کالوس ها میکس پلوتید بودند. بنابراین تولید هاپلوتید برای اهداف اصلاحی، نیاز به ژنوتیپ هایی دارد که پاسخ خوبی به کشت بساک می دهند. تاکنون القاء کالوس در بیش از 200 رقم گوجه فرنگی مورد مطالعه قرار گرفته است که در حدود 20 درصد از آنها کالوس ایجاد کرده و فقط تعداد معدودی قادر به اندام زایی بودند (13). به جز برای لاین های جهش یافته حامل ژن $ms10^{35}$ ، در حال حاضر هیچ نوع اطلاعاتی در مورد چگونگی اثرات ژنوتیپ در تشکیل کالوس در این رقم های خاص وجود ندارد (1، 10 و 13). هدف از این تحقیق بررسی امکان القاء کالوس از بساک در چند ژنوتیپ گوجه فرنگی می باشد.

مواد و روش ها

کاشت و داشت گیاه مادری

بذور چهار رقم گوجه فرنگی با نام های موبیل هلند، بیکر، U. S. Agriseed و خرم جهت بررسی پاسخ به آندروژن انتخاب شدند. کشت بذرها در فاصله سال های 1391-1392 در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد صورت پذیرفت. در طی

نتایج و بحث

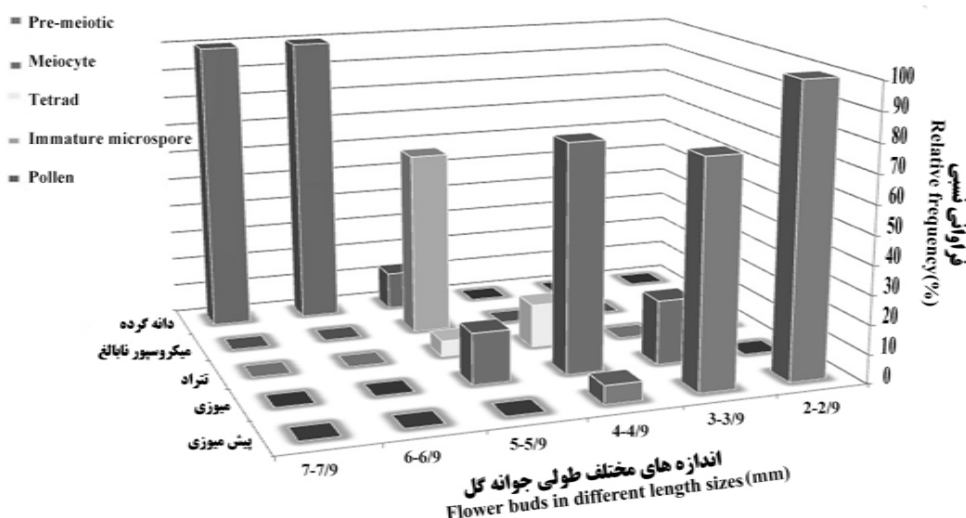
بررسی‌های سیتولوژیکی در جوانه‌های گل 2-3/9 میلی‌متری در ارقام موبیل هلند، بیکر و خرم نشان داد که درصد زیادی از سلول‌های مادر میکروسپور هنوز مرحله تقسیم میوزی خود را آغاز نکرده بودند. بیشترین فراوانی میکروسپورهای میوزی و مرحله انتهایی میوز (تتراد) در این ارقام در جوانه‌های گل 4-4/9 میلی‌متری مشاهده شد. این در حالی است که در رقم U. S. Agriseed جوانه‌های گل 3-4/9 میلی‌متری حاوی درصد زیادی از میکروسپورها بودند که در مرحله میوزی قرار داشتند. با افزایش طول جوانه گل از 5 میلی‌متر در هر چهار رقم مورد مطالعه در این آزمایش، فراوانی میکروسپورهای میوزی و اواسط مرحله تک‌هسته‌ای به شدت کاهش و از سوی دیگر، فراوانی میکروسپورهای اواخر تک‌هسته‌ای و دانه‌های گرده به شدت افزایش یافت. نمودارهای توزیع فراوانی نسبی میکروسپورها و دانه‌های گرده در اندازه‌های مختلف طولی جوانه گل، برای هر یک از چهار رقم مورد مطالعه در این تحقیق در شکل‌های 1 تا 4 آورده شده است.

مرحله زمانی برداشت بساک‌ها یکی از عوامل تعیین کننده میزان موفقیت در تولید جنین از کشت بساک می‌باشد. نتایج در بیشتر تحقیقات نشان می‌دهد که فاصله زمانی بین تقسیم میوز تا اواسط مرحله میکروسپورهای تک‌هسته‌ای برای پاسخ به آندروژنز در کشت بساک و میکروسپور گوجه‌فرنگی مناسب است (10 و 11). از آنجا که میکروسپورهای درون یک بساک در مراحل مختلفی از توسعه قرار دارند، لذا برای تعیین اندازه مناسب جوانه‌های گل، مشاهده مراحل ذکر شده و فراوانی نسبی این مراحل مورد توجه قرار می‌گیرد.

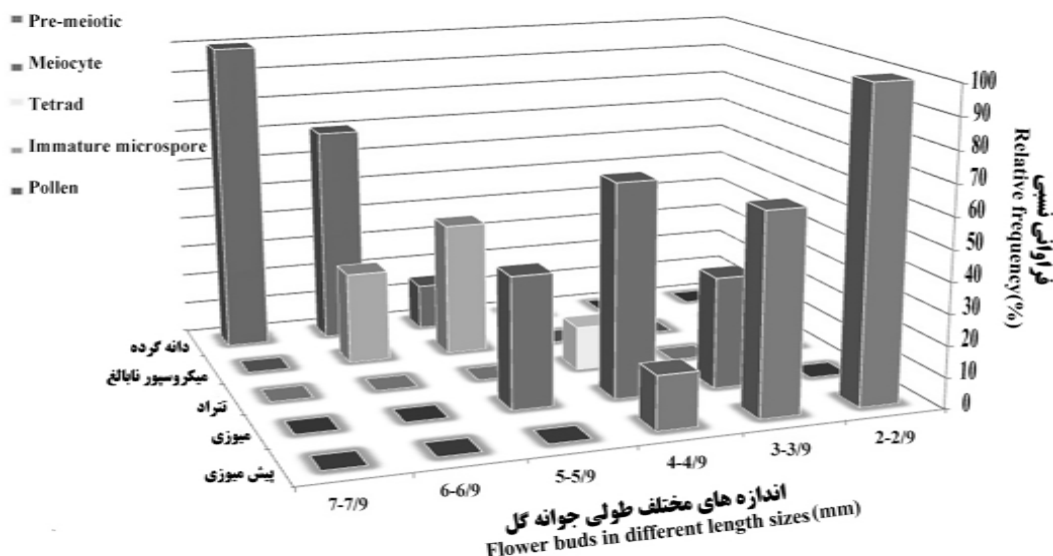
پتری‌دیش‌های 15×60 میلی‌متری دارای 10 میلی‌لیتر محیط کشت MS حاوی 2 میلی‌گرم بر لیتر IAA، 1 میلی‌گرم بر لیتر 2ip، 30 گرم بر لیتر ساکارز و 8 گرم بر لیتر آگار با pH برابر با 5/7 قرار گرفتند. حداقل 50 بساک برای هر رقم کشت شد. پتری‌دیش‌ها پس از کشت به اتاقک رشد انتقال یافته و چهار هفته در شرایط دمایی 25 درجه سانتی‌گراد و تاریکی قرار داده شدند. پس از چهار هفته پتری‌دیش‌ها به شرایط نوری 16 ساعت روشنایی و 8 ساعت تاریکی با شدت نور 10000 لوکس انتقال یافتند.

بررسی روند القاء کالوس در بساک‌های کشت شده

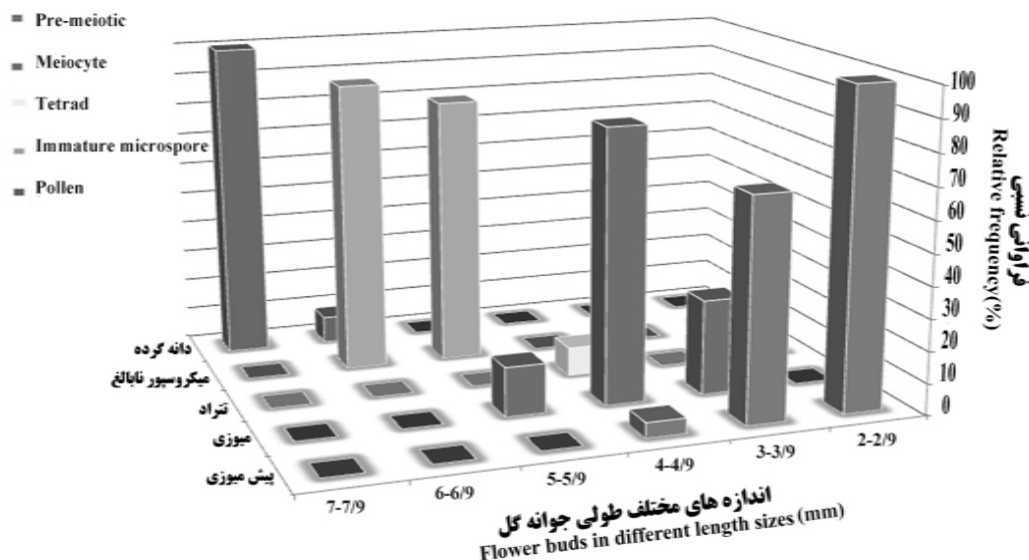
چند روز پس از کشت به فاصله هر یک هفته نمونه‌ها بطور مرتب در زیر لوپ جهت دنبال نمودن تغییرات و القاء کالوس مورد بررسی قرار گرفتند و فراوانی کالوس‌های القاء شده شمارش شد. تغییرات به‌طور منظم عکس‌برداری گردید. حدود هشت هفته پس از کشت به دلیل توقف رشد، ضخامت کالوس‌ها با استفاده از میکروسکوپ دوربین‌دار و نرم‌افزار Dino Capture 2.0 نسخه 1/4 اندازه‌گیری شد. مطالعات سیتولوژیکی در تمام موارد فوق با میکروسکوپ‌های تحقیقاتی المپیوس BX51 و عکسبرداری توسط دوربین‌های دیجیتال DP70 انجام گرفت. جهت بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین نسبت‌های مشاهده شده، از آزمون کای مربع استفاده شد. کلیه آنالیزها با استفاده از نرم‌افزار آماری JMP 8 صورت گرفت. رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.



شکل 1- نمودار توزیع فراوانی مراحل توسعه میکروسپور و دانه گرده در اندازه‌های مختلف طولی جوانه گل در رقم موبیل هلند گوجه فرنگی
Figure 1- Frequency of microspore and pollen development of flower buds in different length sizes in the cultivars Mobil-Netherlands of tomato



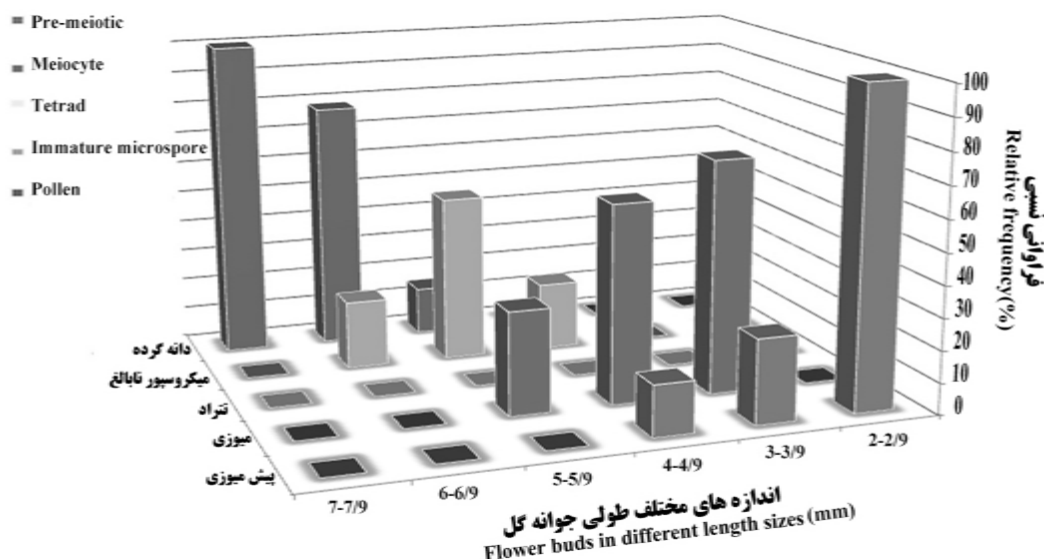
شکل 2- نمودار توزیع فراوانی مراحل توسعه میکروสปور و دانه گرده در اندازه‌های مختلف طولی جوانه گل در رقم بیکر گوجه فرنگی
Figure 2- Frequency of microspore and pollen development of flower buds in different length sizes in the cultivars Baker of tomato



شکل 3- نمودار توزیع فراوانی مراحل توسعه میکروสปور و دانه گرده در اندازه‌های مختلف طولی جوانه گل در رقم خرم گوجه فرنگی
Figure 3- Frequency of microspore and pollen development of flower buds in different length sizes in the cultivars Khoram of tomato

کردند که در چهار رقم نربارور گوجه فرنگی مورد بررسی جوانه‌های گل کمتر از 4 میلی‌متر در مرحله پیش‌میوزی قرار دارند. جوانه‌های گل 4-5 میلی‌متر در مرحله میوزی، جوانه‌های گل 5-6 میلی‌متر در مرحله تتراد و اواخر میوز و جوانه‌های گل بیش از 6 میلی‌متر حاوی میکروสปورهای نابالغ و دانه‌های گرده هستند. اما در ارقام دارای ژن نرعیمی، بیشترین فراوانی مرحله میوزی در جوانه‌های 2-3

براساس نتایج حاصل از این آزمایش در هر چهار رقم مورد مطالعه، جوانه‌های گل با اندازه طولی 4-4/9 میلی‌متری که دارای بساک‌هایی با طول تقریبی 3-4 میلی‌متر بودند، به دلیل داشتن بالاترین فراوانی نسبی میکروสปورهای میوزی و میکروสปورهای تک‌هسته‌ای، جهت کشت بساک می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. این نتایج با یافته‌های سیمارو و همکاران (9) مطابقت دارد. آن‌ها بیان



شکل 4- نمودار توزیع فراوانی مراحل توسعه میکروسپور و دانه گرده در اندازه‌های مختلف طولی جوانه گل در رقم U. S. Agriseed گوجه‌فرنگی
Figure 4- Frequency of microspore and pollen development of flower buds in different length sizes in the cultivars U. S. Agriseed of tomato

تغییری در فراوانی القاء کالوس مشاهده نشد. در پایان هفته هشتم پس از کشت به دلیل عدم رشد، ضخامت تمام کالوس‌های القاء شده اندازه‌گیری شد. درصد فراوانی نسبی القاء کالوس و میانگین ضخامت کالوس‌های ایجاد شده پس از هشت هفته در جدول 1 آورده شده است.

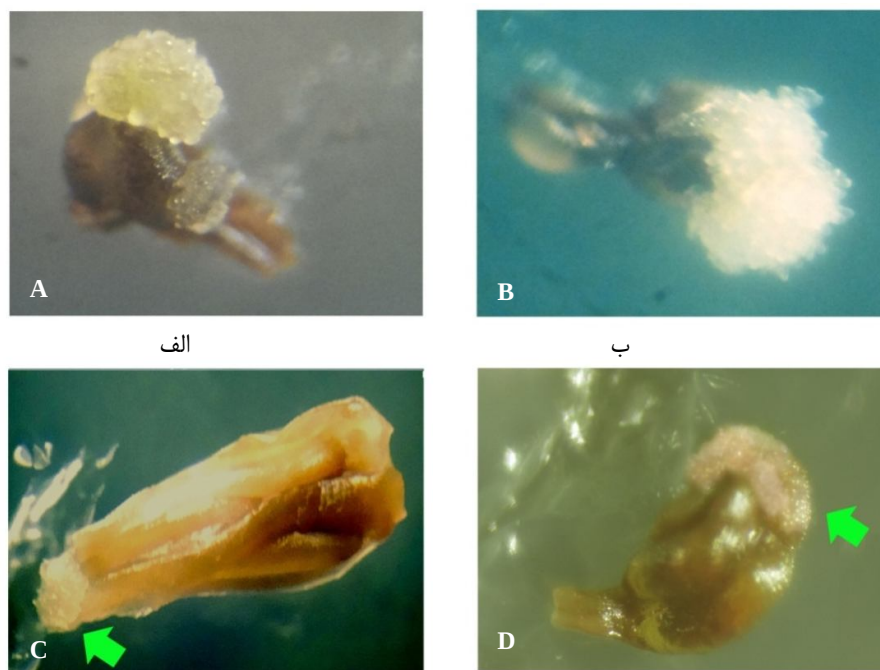
به منظور بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در القاء کالوس بین چهار ژنوتیپ مورد مطالعه آزمون کای مربع صورت پذیرفت. نتایج حاصل از آزمون کای مربع در جدول 2 آمده است. با توجه به سطح معنی‌داری ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر فراوانی نسبی القاء کالوس با هم اختلاف معنی‌داری داشتند ($P < 0/0001$). این نتایج، یافته‌های حاصل از تحقیقات قبلی را نیز تایید می‌کند. سومرز و جارمیلو (7) با بررسی تحقیقات قبلی انجام شده نشان دادند که هرچند کارهای زیادی بر روی کشت بساک گوجه‌فرنگی انجام شده است ولی با این حال تعداد ژنوتیپ‌های بسیار کمی به القاء کالوس پاسخ می‌دهند.

در تحقیق حاضر تنها دو رقم از چهار رقم مورد مطالعه کالوس تولید کردند و هیچ‌گونه اندام‌زایی مشاهده نشد. دوی و همکاران (9) نیز از 43 رقم مورد بررسی فقط در سه رقم موفق به تولید کالوس شدند و فقط یکی از این رقم‌ها اندام‌زایی نمود. چایلوها و تارجی (1)، شارپ و همکاران (6)، شامیان و داتو (8) و دبرگ و نیج (9) نیز فقط توانستند کالوس القاء کنند و هیچ‌گونه اندام‌زایی مشاهده نشد.

دلیل اصلی این مطلب به‌خاطر کوچک‌تر بودن اندازه جوانه گل در ارقام حامل ژن نرعی‌می است. شریعت‌پناهی و همکاران (5) نیز جوانه‌های گل با طول 4-5 میلی‌متر را به دلیل داشتن بالاترین فراوانی میکروسپورهای میوزی مورد استفاده قرار دادند. اما نتایج تحقیقات سومرز و جارمیلو (6) نشان داد که بساک‌های کمتر از 3/5 میلی‌متر در مرحله میوز قرار دارند. این نوع بساک‌ها در برخی ارقام در جوانه‌های گل 3-5 میلی‌متری و در برخی دیگر در جوانه‌های گل 8-3/5 میلی‌متری قرار داشتند، که با نتایج حاصل از این آزمایش اختلاف دارند.

نتایج حاصل از بررسی تغییر شکل و القاء کالوس در این آزمایش نشان داد که در دو رقم بیکر و U. S. Agriseed هیچ‌گونه القاء کالوسی صورت نپذیرفت. در این ارقام با گذشت سه هفته پس از کشت، بساک‌ها به تدریج به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای در آمدند و در هفته چهارم فراوانی بساک‌های قهوه‌ای شده افزایش یافت. پس از شش هفته از زمان کشت، همه بساک‌ها در این دو رقم قهوه‌ای شده و مردند، اما در رقم موبیل هلند و خرم در طی هفته دوم تا چهارم بساک‌ها متورم شده و در نهایت دیواره بساک پاره شد و کالوس‌ها مشاهده شدند (شکل 5).

در هفته سوم به تدریج فراوانی بساک‌های تغییر شکل یافته افزایش یافت. از هفته چهارم پس از کشت، فراوانی القاء کالوس کاهش یافته و در نهایت از هفته پنجم و ششم به بعد هیچ‌گونه



شکل 5- نمونه‌ای از کالوس‌های القاء شده در گوجه‌فرنگی: ژنوتیپ موبیل‌هلند (الف و ب) و ژنوتیپ خرم (پ و ت)
Figure 5- An example of calluses induced in Tomato. A-B). Mobil-Netherlands genotype. C - D). Khoram genotype.

جدول 1- فراوانی نسبی کالوس‌های القاء شده در چهار ژنوتیپ گوجه‌فرنگی

Table 1- Frequency of calluses induced in four genotypes of tomato

ژنوتیپ Genotype	فراوانی نسبی القاء کالوس Frequency of callus induction (%)	میانگین ضخامت کالوس‌ها Mean callus diameter (mm)
Mobil-Netherlands	32	5.67
Baker	0	-
Khoram	18	3.81
U. S. Agriseed	0	-

جدول 2- جدول مقدار کای مربع برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در القاء کالوس بین چهار ژنوتیپ گوجه‌فرنگی

Table 2- Chi-square test for significant difference between four tomato genotypes in callus induction.

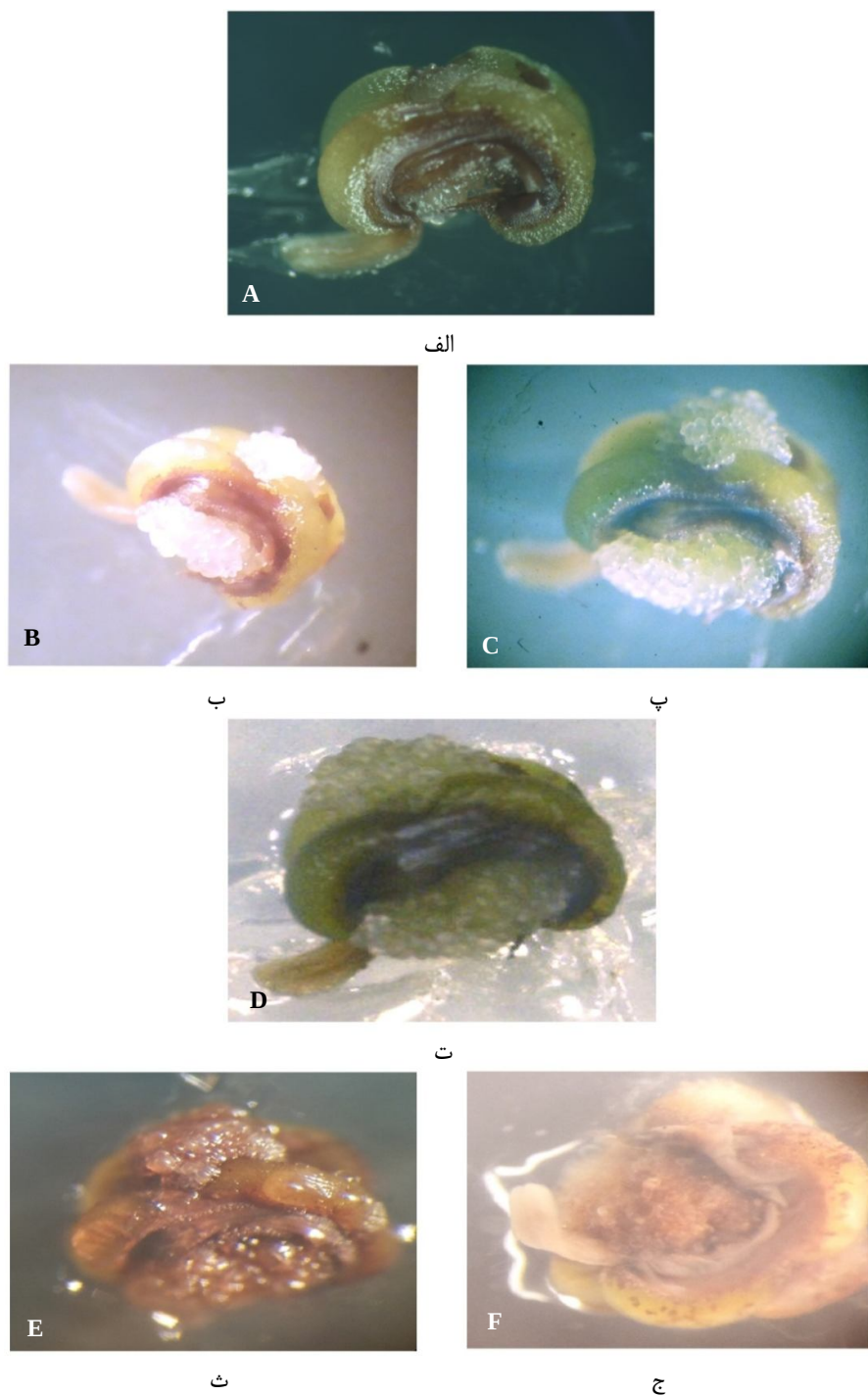
ژنوتیپ Genotype	فراوانی نسبی مشاهده شده* (Observed)	فراوانی نسبی مورد انتظار (Expected)	(O-E) ² /E
Mobil-Netherlands	0.64	0.25	15.21
Baker	0	0.25	6.25
Khoram	0.36	0.25	1.21
U. S. Agriseed	0	0.25	6.25
Sum	1	1	$\chi^2 = 28.92$

* فراوانی نسبی مشاهده شده از مجموع کل کالوس‌های القاء شده

* Observed frequency of the calluses induced

بساک‌هایی که کالوس‌زایی در آن‌ها القاء شده بود به‌صورت مرتب مورد بررسی قرار گرفتند. در تمام کالوس‌های القاء شده، رشد کالوس در طی دو هفته ابتدایی پس از مشاهده اولین تغییرات به‌شدت کند بود (شکل 6، الف).

زاگورسکا و همکاران (11) نیز در بررسی 80 رقم توانستند در 53 رقم کالوس تولید کنند اما میزان رشد بسیار پایین بود. بیشترین نرخ القاء کالوس مربوط به لاین‌های حامل ژن نرعی‌می $ms10^{35}$ بود. بالاترین فراوانی القاء کالوس در این آزمایشات 34/5 درصد و پایین‌ترین میزان 3/1 درصد بود.



شکل 6- تصویر بساک‌ها در زیر لوپ پس از ظهور اولین تغییرات، دو هفته ابتدایی (الف) هفته سوم و چهارم (ب و پ) اواخر هفته چهارم (ت) و اواخر هفته پنجم (ث و ج) در گوجه‌فرنگی

Figure 6- Images of anthers under the loop after the first appearance of changes. A). The first two weeks. B - C). Third and fourth week. D). The end of the fourth week. E - F). The end of the fifth week in tomato.

از کشت، اولین پاسخها به شکل تغییرات ظاهری پدیدار شدند. ده روز بعد نیز توده سفید بزرگی در نواحی مختلف بساکها ظاهر شد و شش هفته بعد از کشت، جوانه‌هایی جهت اندام‌زایی مشاهده شد.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع نتایج نشان داد که آندروژنز در گوجه‌فرنگی تحت تاثیر ژنوتیپ است و ارقام موبیل هلند و خرم پتانسیل نسبتا بالایی جهت القاء و رشد کالوس از خود نشان می‌دهند. بنابراین با بهبود شرایط فیزیولوژیکی رشد گیاه مادری و تغییرات در ترکیبات محیط کشت در آزمایشات بعدی می‌توان فراوانی القاء کالوس و ضخامت کالوس‌های تولیدی در این ارقام را افزایش داد و بدین ترتیب به موفقیت‌هایی در زمینه تولید گیاهان هاپلوئید و هاپلوئید مضاعف در گوجه‌فرنگی دست پیدا کرد.

در هفته سوم پس از مشاهده اولین تغییرات سرعت رشد افزایش یافت و این روند تا اواخر هفته چهارم ادامه داشت (شکل 6، ب - ت). با کند شدن روند سرعت رشد پس از چهار هفته از ظهور اولین تغییرات، کالوس‌های القاء شده به محیطی تازه با همان ترکیبات محیط اولیه واکشت شدند، اما هیچگونه تغییری در اندازه و ضخامت کالوس‌های القاء شده صورت نپذیرفت. از انتهای هفته پنجم پس از ظهور اولین تغییرات به بعد کالوس‌ها قهوه‌ای شده و مردند (شکل 6، ث - ج).

این نتایج تا حدی مشابه یافته‌های زاگورسکا و همکاران (12) است. آنها نیز بیان کردند که دو هفته بعد از کشت بساک‌ها متورم و در نهایت پاره شده و کالوس‌های سبز یا زرد رنگ را تولید نمودند. حدود یک ماه پس از ظهور اولین تغییرات، کالوس‌ها با سرعت زیادی رشد کردند اما ده روز بعد سرعت رشد به شدت کند شد و کالوس‌ها پس از قهوه‌ای شدن مردند. سیمارو (9) نیز بیان کرد که سه روز بعد

منابع

- 1- Chlyah A., Taarji B., and Chlyah H. 2004. Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.): Anther culture and Induction of androgenesis. In: Bajaj Y. (eds), Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol. 12, pp. 442-457.
- 2- Doy C.H., and Gresshoff P.M. 1972. Development and differentiation of haploid tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Planta* 107, pp. 161-170.
- 3- FAO. 2009. FAOSTAT. <http://faostat.fao.org>
- 4- Jain S.M., Sopory S.K., and Villeux R.E. (eds). 1997. *In vitro* haploid production in higher plants. Vol. 5, In: W. L. Summers (ed.) Haploid plantlet production in tomato, pp. 219-231.
- 5- Panahi M.E.S., Touraev A., Herbele-Bros E. 2009. Induction of embryogenesis in microspores of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) cv. Microtom. *Seed and Plant Production Journal*, Vol. 25-2, No. 3, pp 315-328.
- 6- Sharp W.R., Dougall D.K., and Paddock E.F. 1981. Haploid plantlets and callus from immature pollen grains of *Nicotiana* and *Lycopersicon*. *The journal of the Torrey Botanical Society* 98, pp. 219-222.
- 7- Summers W.L., Jaramillo J., and Bailey T. 1992. Microspore developmental stage and anther length influence the induction of tomato anther callus. *Horticultural Science* 27, pp. 838-840.
- 8- Shamina Z.B., and Dao N. 1996. Tomato anther culture. K. A. Timiryazev Institute of plant physiology, Moscow USSR, pp. 355-370.
- 9- Segui-Simarro J.M., and Martinez P. 2011. Androgenesis in recalcitrant solanaceous crops (a Review). *Plant Cell Reports* 30, pp. 765-778.
- 10- Touraev A., Brian P., and Mohan S. (eds). 2009. *Advances in Haploid Production in Higher Plants*. Springer Science, pp. 3-7.
- 11- Zagorska N.A., Shtereva A., and Dimitrov B.D. 1997. Induced androgenesis in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.): I. Influence of genotype on androgenetic ability. *Plant Cell Reports* 17, pp. 968-973.
- 12- Zagorska N.A., Shtereva A., and Dimitrov B.D. 1998. Induced androgenesis in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.): II. Factors affecting induction of androgenesis. *Plant Cell Reports* 18, pp. 312-317.
- 13- Zagorska N.A., Shtereva A., and Dimitrov B.D. 2004. Induced androgenesis in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.): III. Characterization of the regenerants. *Plant Cell Reports* 22, pp. 449-456.



ارزیابی مدل‌های رگرسیون غیر خطی در آنالیز رشد میوه گردو ایرانی

عیسی کرامتلو^{1*} - مهدی شریفانی² - حسین صبوری³

تاریخ دریافت: 1392/05/27

تاریخ پذیرش: 1394/03/24

چکیده

مدل‌های ریاضی رشد و نمو گیاهان از ابزارهای بسیار مهم در مطالعه و بررسی سیستم‌های کشاورزی بوده و از آن‌ها می‌توان در تصمیم‌گیری و یا طراحی روش‌های مدیریتی، استفاده کرد. این مدل‌ها می‌توانند در بررسی تیمارهای مختلف و زمان تأثیر آن‌ها بر روی رشد میوه، پیش‌بینی تاریخ برداشت و روش‌های مدیریتی مرتبط با نمو میوه استفاده شود. مدل‌های رگرسیونی زیادی برای توصیف الگوهای رشد سیگموییدی وجود دارد. هدف از این مطالعه، بررسی مدل‌های رگرسیون غیر خطی رشد میوه بر پایه وزن، طول و عرض میوه و انتخاب بهترین مدل الگوی رشد ذاتی میوه گردو ایرانی بود. از دو مدل دابل سیگمویید و تک مولکولی - لجستیک برای بررسی مدل رشد میوه بر پایه وزن میوه و از چهار مدل ریچارد، گومپرتز، لجستیک و نمایی برای بررسی الگوی رشد بر پایه طول و عرض میوه استفاده شد. برای انتخاب بهترین مدل از چهار معیار کمترین معیار اطلاعات آکائیک، معیار اطلاعات بین شوارتز، جذر میانگین مربعات خطا و بیشترین ضریب تبیین استفاده شد. بر اساس معیارهای انتخاب بهترین مدل، مدل دابل سیگمویید، برای شبیه‌سازی بر اساس وزن میوه و مدل ریچارد، در شبیه‌سازی بر حسب طول و عرض میوه بهترین مدل شناسایی شدند. این مدل‌ها به‌طور موثری می‌توانند در بهبود مدیریت باغ، از جمله آبیاری، کوددهی و عملیات باغداری استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: دابل سیگمویید، رشد سیگموییدی، مدل‌سازی رشد، معیارهای انتخاب مدل، وزن کل میوه

مقدمه

دنیا و ایران بعنوان درخت چند منظوره، کشت شده است. گزارش‌ها نشان می‌دهد پوست سبز میوه و دانه گردو، دارای منحنی رشد سیگمویید ساده می‌باشند (8 و 9 و 12). نتایج مطالعه لی و همکاران (12) فرایندهای نمو میوه گردو را به چهار مرحله تقسیم کرد:

- 1- دوره رشد آهسته (حدود 30 روز بعد از گلدهی): در این دوره نمو کلی میوه پایین اما سرعت رشد نسبی⁴ (RGR) حداکثر می‌باشد. این مرحله با دوره گلدهی همپوشانی و با مراحل خواب جنین تا مرحله رشد کروی را شامل می‌شود.
- 2- رشد سریع (30 تا 60 روز بعد از گلدهی): در این دوره افزایش مطلق وزن و حجم به حداکثر می‌رسد. از این پس حجم میوه افزایش نمی‌یابد. لپه‌ها، ریشه‌چه، جنین و پوسته اندام جنین در این مرحله تشکیل می‌شود.

- 3- تجمع چربی (60 تا 100 روز بعد از گلدهی): در این دوره مقدار قند، پروتئین و بویژه محتوی چربی از 5 درصد در روز 60، به بیش از 50 درصد در 100 روز بعد از گلدهی می‌رسد.
- 4- بلوغ میوه (100 تا 140 روز بعد از گلدهی): در این دوره

توسعه مدل‌های ریاضی برای شبیه‌سازی رشد و پیش‌بینی عملکرد و راه‌های دستیابی به کیفیت مناسب محصول، مزایای زیادی در مدیریت محصولات به ویژه در رشد میوه خواهد داشت، چرا که رشد میوه ارتباط مستقیمی با عملکرد و در نتیجه با بهره‌وری اقتصادی دارد. در نتیجه با آگاهی از روند و الگوی تغییرات فصلی رشد و نمو میوه در جهت بهبود مدیریت باغ، از جمله آبیاری، کوددهی و عملیات باغداری می‌توان برنامه ریزی لازم را انجام داد. در نتیجه مدیریت صحیح باغات؛ از طریق آنالیز و مدل‌سازی رشد میوه، بهبود می‌یابد (1، 4 و 13).

گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.)، از نظر اقتصادی یکی از خشک میوه‌های بسیار مهم است که از گذشته‌های دور در سرتاسر

1 - دانشجوی دکتری کشاورزی هسته‌ای، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

2- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(* - نویسنده مسئول: Email: iskaramatlou@gmail.com)

3- دانشیار گروه زراعت، دانشگاه گنبد

پوست شروع به تغییر رنگ، چروکیدگی و ترک برداشتن می‌کند. وزن میوه، قند و پروتئین میوه کاهش و میزان چربی افزایش می‌یابد. راموس (15) یک دوره رشد کند در رشد کل میوه (8 هفته بعد از گلدهی) را همزمان با توسعه لپه‌ها و سخت شدن پوست سخت، همچنین رشد مغز گردو و وزن خشک آن به مدت 3 تا 4 هفته را گزارش کرده است. معادلات زیادی برای توصیف الگوهای رشد سیگموییدی پیشنهاد شده است. جهت تشخیص تفاوت‌های ژنوتیپی یا تأثیر عوامل محیطی و مدیریتی روی فرایندهای رشد، مدل‌های رگرسیونی که توصیف مناسبی از رشد گیاه ارایه کنند لازم است. از مدل‌های رگرسیونی مختلفی (خطی و غیرخطی) می‌توان برای برآورد تغییرات سطح برگ و رشد میوه نسبت به زمان استفاده کرد. مدل‌های رشد رگرسیون غیرخطی که به طور گسترده استفاده شده‌اند، تابع دابل سیگموئید¹، دو خطی² LinBiExp، تک مولکولی³، لجستیک⁴، گومپرتز⁵، ریچاردز⁶، ویبول⁷، نمایی⁸ و بتا⁹ می‌باشند (2، 6، 7، 10، 11 و 16). این مدل‌ها بر تیمارهای مختلف در آزمایش برآزش می‌شوند، پارامترهای آن‌ها بدست می‌آید و به کمک برآورد پارامترها می‌توان تیمارها را مقایسه کرد. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی مدل‌های رگرسیون غیر خطی رشد میوه گردو و انتخاب بهترین مدل الگوی رشد ذاتی میوه گردو ایرانی انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال 1390 در شهرستان مینودشت (استان گلستان) واقع در 38 کیلومتری جنوب شرقی آن انجام شده است. ارتفاع منطقه 1060 متر از سطح دریا و در عرض جغرافیایی 37 درجه و 4 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 55 درجه و 32 دقیقه شرقی قرار گرفته است. متوسط بارندگی سالیانه در منطقه 690 میلی‌متر می‌باشد. در این پژوهش با توجه به هدف تحقیق برای کاهش اثرات شرایط محیطی بر رشد و نمو گردو، تعداد 14 ژنوتیپ بذری گردو (به ترتیب G₁ تا G₁₄ شماره‌گذاری شدند) در ارتفاع یکسان از سطح دریا و نوع خاک بر اساس سلامت و قدرت رشد درختان بصورت تصادفی جهت مطالعه خصوصیات میوه و بررسی مدل‌های رشد انتخاب گردید. سن ژنوتیپ‌های انتخاب شده 30 تا 50 سال و ارتفاع 10 تا 15 متر و با

قطر تنه حدود 60 سانتی‌متر تا یک متر به صورت تک تنه و انفرادی و در شرایط کشت فاصله دار می‌باشند. نمونه‌برداری با پایان شکفتن گل ماده که کلاله به طور کامل باز، خشک و به رنگ تیره بود (تمام گل) آغاز و نمونه‌ها به صورت تصادفی از چهار طرف درخت در ارتفاع یکسان انتخاب و در پاکت مخصوص به هر گونه با یادداشت تاریخ نمونه‌برداری قرار گرفت. به این ترتیب که از هر ژنوتیپ 20 نمونه در هر مرحله جمع‌آوری و اندازه‌گیری‌ها در هر ژنوتیپ با استفاده از راهنمای اتحادیه بین المللی حفاظت از ارقام جدید گیاهان¹⁰ بر روی نمونه‌ها انجام شد. اندازه‌گیری وزن میوه با ترازوی دیجیتال (گرم)، طول (میلی‌متر) و عرض (میلی‌متر) میوه با کولیس دیجیتال در فواصل زمانی مشخص (14 روز) تا زمان برداشت (10 مرحله) ادامه داشت. برای اندازه‌گیری عرض میوه در مراحل اولیه برای تشخیص جهت شیار میوه¹¹ با پوست سبز، میوه از بخش نزدیک به میانی برش و سپس اندازه‌گیری با کولیس انجام شد، و در نهایت از داده‌های یکسان در هر ژنوتیپ برای ارزیابی پارامترهای مختلف مدل‌ها و نیز برای ارزیابی بهترین مدل استفاده شد.

در این مطالعه به منظور ارزیابی مدل‌های مختلف رگرسیونی غیر خطی از داده‌های 3 ژنوتیپ شامل G₃، G₅ و G₈ استفاده شد. نتایج سایر ژنوتیپ‌ها نیز موجود است که اینجا به دلیل محدودیت حجم مقاله ذکر نمی‌شود. به طور کلی روش رگرسیونی آنالیز رشد شامل مراحل زیر است: 1- بررسی نمودار پراکنش داده‌ها (وزن، طول و عرض میوه نسبت به زمان)، 2- برازش یک یا چند معادله امیدبخش به داده‌ها و ارزیابی آن‌ها و انتخاب معادله برتر و 3- توضیح و تفسیر نتایج حاصله از تجزیه رگرسیون (20).

برای توصیف روند تغییرات رشد میوه بر اساس وزن میوه در طی فصل رشد، از دو مدل زیر استفاده شد:

1- مدل دابل سیگموئید (22):

$$Y = \frac{\beta_0}{1 + \exp[-(\beta_1 + \beta_2 x + \beta_3 x^2 + \beta_4 x^3)]} \quad (1)$$

با علامت اختصاری D-SIG که در آن Y وزن مورد انتظار میوه در زمان X (روز پس از تمام گل)، β_0 حداکثر مقدار وزن میوه، β_1 ، β_2 ، β_3 ، β_4 ثابت تجربی معادله می‌باشند که شکل منحنی را تعیین می‌کنند.

2- مدل تک مولکولی - لجستیک (5):

$$Y = y_1 + y_2 = (\beta_1(1 - \exp(-\beta_2 x))) + \left(\frac{\beta_3}{1 + \exp(-\beta_4(x - \beta_5))} \right) \quad (2)$$

10- UPOV

11- Fruit suture

1 - Double-Sigmoid Function

3- Linearized Biexponential (Linbiexp)

4- Monomolecular

4- Logistic

5- Gompertz

6- Richards

7- Weibull

8- Exponential

9- Beta

2- معیار اطلاعات بین شوارتز (BIC)³: مدلی که کمترین BIC را دارد بهترین مدل است. معیار BIC شاخص سخت‌گیرانه‌تری نسبت به AIC دارد (17).

جدول 1- مدل‌های ریاضی غیر خطی مورد استفاده در ارزیابی الگوی رشد میوه گردو بر اساس طول و عرض میوه.

Table 1- Nonlinear mathematical models considered in this study based on fruit length and width.

نوع مدل Model	علامت اختصاری Symbol	معادله ریاضی Math equation
لجستیک Logistic	LOG	$Y = \frac{\alpha}{1 + \beta \exp(-kx)}$
گومپرتز Gompertz	GMP	$Y = a \exp(-\beta \exp(-kx))$
ریچارد Richard	RCD	$Y = \frac{a}{[1 + \beta \exp(-kx)]^{(1/\sigma)}}$
نمایی Exponential	EXP	$Y = a(1 - \exp(-kx))$

$$BIC = n_{obs} \ln(SSE) + n_{par} \ln(n_{obs}) \quad (6)$$

n_{par} تعداد پارامترهای به کار رفته در هر مدل و n_{obs} تعداد مشاهدات (داده‌ها) است.

3- کمترین جذر میانگین مربعات خطا⁴ (RMSE):

$$RMSE = \left[\frac{\sum (O_i - S_i)^2}{n-1} \right]^{0.5} \quad (7)$$

که در آن O_i مقدار مشاهده یا اندازه‌گیری شده، S_i مقدار شبیه‌سازی شده با مدل و n تعداد جفت مقادیر مورد استفاده در محاسبه RMSE هستند.

4- بیشترین ضریب تبیین (R^2):

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SS_{tot}} \quad (8)$$

که در آن SSE و SS_{tot} به ترتیب مجموع مربعات خطا و مجموع مربعات کل هستند (21).

برای تخمین پارامتر و برازش مدل وزن، طول و عرض میوه از رویه PROC NLIN در نرم‌افزار SAS و دستور Solver در نرم‌افزار Excel استفاده شد (3، 19 و 17).

با علامت اختصاری MON-LOG که در آن Y وزن مورد انتظار میوه در زمان X (روز پس از تمام گل)، y_1 مدل تک مولکولی رشد در مرحله اول رشد و y_2 مدل لجستیک رشد در مرحله دوم رشد میوه، و $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ و β_5 پارامترهای معادله می‌باشند:

β_1 : رشد تجمعی، بویژه در مرحله اول رشد. میوه‌های با β_1 بالا شرایط رشد بهتری در این مرحله دارند. رشد تجمعی مقدار رشد در واحد زمان بعلاوه مقدار رشد در زمان قبل می‌باشد.

β_2 : سرعت رشد نسبی (RGR) در شروع تحقیق. میوه‌های با β_2 بالا سریعتر به حداکثر رشد تجمعی می‌رسند. سرعت رشد نسبی عبارت از سرعت افزایش وزن کل میوه، که با افزایش اندازه میوه، سرعت رشد مطلق آن کاهش پیدا می‌کند و واحد آن گرم بر گرم وزن خشک در روز می‌باشد.

$$RGR = (\ln W_2 - \ln W_1) / (T_2 - T_1) \quad (3)$$

W_1 و W_2 وزن میوه در دو بازه زمانی T_1 و T_2 می‌باشد.

β_3 : مشابه β_1 برای مرحله دوم رشد می‌باشد.

β_4 : سرعت رشد نسبی در مرحله دوم رشد. میوه‌های با β_4 بالا سریعتر به حداکثر سرعت رشد تجمعی (β_3) در مرحله دوم رشد می‌رسند.

β_5 : حداکثر سرعت رشد مطلق¹ (AGR) در مرحله دوم رشد. سرعت رشد مطلق (گرم در روز) افزایش وزن کل میوه در یک بازه زمانی خاص می‌باشد:

$$AGR = (W_2 - W_1) / (T_2 - T_1) \quad (4)$$

W_1 و W_2 وزن میوه در دو بازه زمانی T_1 و T_2 می‌باشد.

معادله ریاضی سایر مدل‌های مورد استفاده برای ارزیابی الگوی رشد میوه بر پایه طول و عرض میوه همراه با علامت اختصاری آن در جدول 1 گنجانده شده است. پارامترهای مدل‌های غیر خطی شامل α حداکثر پتانسیل متغیر وابسته، β ثابت بیولوژیکی، k سرعتی که در آن متغیر وابسته به حداکثر پتانسیل خود نزدیک می‌شود و در نهایت σ ثابت آلومتریک می‌باشد (16). در جدول (1)، X متغیر مستقل و Y متغیر وابسته می‌باشد.

برای انتخاب بهترین مدل از چهار معیار زیر استفاده شد:

1- معیار اطلاعات آکائیک (AIC)²: مدلی که کمترین مقدار

AIC را دارد بهترین مدل است (3).

$$AIC = n_{obs} \ln(SSE) + 2n_{par} \quad (5)$$

n_{par} تعداد پارامترهای به کار رفته در هر مدل و n_{obs} تعداد مشاهدات (داده‌ها) است.

3- Bayesian Information Criterion
4- Root Mean Square of Error

1- Absolute Growth Rate
2- Akaike Information Criterion

نتایج و بحث

مدل رشد بر اساس وزن کل میوه اندازه گیری شده

با توجه به داده‌های واقعی و برآورد شده الگوی رشد بر اساس وزن میوه در ژنوتیپ‌های منتخب و معیارهای انتخاب بهترین مدل تابع دابل سیگموئید و مدل تک مولکولی - لجستیک به خوبی روند تغییرات وزن میوه در برابر زمان (روز پس از تمام گل) را شبیه‌سازی می‌نماید. جدول (2) تخمین پارامترهای معادله‌های برازش شده وزن میوه گردو در 3 ژنوتیپ انتخاب شده را نشان می‌دهد. با این وجود بطور کلی با توجه به معیارهای انتخاب، مدل دابل سیگموئید دارای معیار AIC، BIC و RSME کمتر و R^2 بیشتری نسبت به مدل لجستیک - تک مولکولی در بیشتر ژنوتیپ‌ها بود (جدول 3).

شکل 1 مدل‌های برازش شده روی داده‌های حاصل از وزن میوه در فصل رشد را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، رشد میوه از نظر وزن کل میوه در دو مرحله صورت می‌گیرد. در اوایل مرحله یک، دوره رشد کند 30 روزه وجود دارد و سپس با یک رشد سریع تا 60 روز پس از تمام گل ادامه می‌یابد و در انتهای دوره، رشد مجدداً کم می‌شود و میوه وارد مرحله دوم رشد خود می‌شود. پس از یک دوره کوتاه رشد در اوایل مرحله دوم رشد (روز 70 تا 85 پس از تمام گل)، رشد میوه مجدداً افزایش یافته و سپس در انتهای دوره با رسیدن میوه و شکاف برداشتن پوست سبز دوباره رشد کاهش می‌یابد (130 روز پس از مرحله تمام گل). در طی مرحله اول رشد، در نتیجه تشکیل سلول‌ها و بافت‌های جدید و بزرگ شدن آن‌ها، وزن و اندازه میوه افزایش می‌یابد. طی مرحله دوم، میوه شکل گرفته و از لحاظ ترکیبات شیمیایی غنی می‌شود. این تغییرات شامل لگنی شدن سلول‌های پوست چوبی و تغییرات مهم در ترکیبات مغز گردو می‌باشد (15 و 18).

موافق با نتایج این تحقیق، پنی و پالیتو (14) با بررسی وزن تازه میوه از زمان گلدهی تا برداشت میوه در سه رقم اشلی¹، هارتلی² و فرانکو³ نشان دادند ارقام اشلی و هارتلی دارای الگوی رشد دابل سیگموئید با مشخصه رشد کند 3 هفته‌ای، 7 هفته بعد از گلدهی می‌باشند. میزان رشد کلی طول و عرض میوه در این زمان، از وزن تازه میوه تبعیت می‌کرد. با این وجود رقم فرانکو الگوی رشد سیگموئید نشان داد که مخالف با رقم اشلی و هارتلی و ژنوتیپ‌های بررسی شده در مطالعه حاضر به استثناء ژنوتیپ G10 (منفی شدن پارامتر β_1 بعلا نامحسوس شدن تغییرات وزن میوه پس از مرحله رشد سریع) می‌باشد. آنها هم‌چنین نشان دادند الگوی رشد مغز گردو دابل سیگموئید می‌باشد.

مدل رشد بر اساس طول میوه اندازه گیری شده

مدل‌های استفاده شده توانستند الگوی رشد میوه را به خوبی شبیه‌سازی کنند ولی با توجه به معیارهای انتخاب، مدل ریچارد (RCD) بهترین برازش را داشت. به طوری که این مدل کمترین مقدار AIC، BIC و RSME و بیشترین R^2 را در اکثر ژنوتیپ‌های بررسی شده به خود اختصاص داد (جدول 4). مدل‌های لجستیک (LOG)، گومپرتز (GMP) و نمایی (EXP) به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. در مورد رشد میوه بر اساس طول، اطلاعات زیادی در منابع در دسترس نیست. به دلیل کوتاه بودن طول دوره اول رشد سیگموئیدی و داده‌برداری در فواصل 14 روز، این مرحله از رشد به طور واضح مشخص نیست. مرحله اول رشد سیگموئیدی به مدت 15 روز بطول انجامید و با یک دوره رشد سریع تا حدود روز 55 در اکثر ژنوتیپ‌ها ادامه یافت. پس از این زمان افزایش رشد طولی تا زمان برداشت نامحسوس می‌شود. در مرحله اول رشد، در نتیجه تشکیل سلول‌ها و بافت‌های جدید، طول میوه افزایش می‌یابد و پس از آن میوه شکل گرفته و از لحاظ ترکیبات شیمیایی غنی می‌شود در نتیجه تغییر در طول میوه نامحسوس می‌شود (15 و 18). شکل 2 برازش چهار مدل ذکر شده بر روی داده‌های طول میوه را نشان می‌دهد.

مدل رشد بر اساس عرض میوه اندازه گیری شده

مدل‌های استفاده شده توانستند الگوی رشد میوه را بر اساس عرض میوه همانند طول میوه به خوبی شبیه‌سازی کنند ولی با توجه به معیارهای انتخاب، مدل ریچارد (RCD) بهترین برازش را داشت. به طوری که این مدل کمترین مقدار AIC، BIC و RSME و بیشترین R^2 را در اکثر ژنوتیپ‌های بررسی شده به خود اختصاص داد (جدول 5). مدل‌های لجستیک (LOG)، گومپرتز (GMP) و نمایی (EXP) به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. عرض میوه یکی از مهم‌ترین شاخص‌های رشد و نمو میوه بوده و شدیداً با عملکرد نهایی مرتبط است.

به دلیل کوتاه بودن طول دوره اول رشد سیگموئیدی و داده‌برداری در فواصل 14 روز، این مرحله از رشد به طور واضح مشخص نیست. مرحله اول رشد سیگموئیدی به مدت 15 روز به طول انجامید و با یک دوره رشد سریع تا حدود روز 50-45 در اکثر ژنوتیپ‌ها ادامه یافت. پس از این زمان افزایش رشد عرضی تا زمان برداشت نامحسوس می‌شود. در مرحله اول رشد، در نتیجه تشکیل سلول‌ها و بافت‌های جدید، طول میوه افزایش می‌یابد و پس از آن میوه شکل گرفته و از لحاظ ترکیبات شیمیایی غنی می‌شود در نتیجه تغییرات عرض میوه بسیار کم می‌شود (15 و 18). شکل (3) برازش چهار مدل ذکر شده روی داده‌های عرض میوه را نشان می‌دهد.

1- Ashley
2- Hartley
3- Franquette

جدول 2- تخمین پارامترهای معادله‌های برازش شده وزن میوه گردو در ژنوتیپ‌های منتخب G_3 ، G_5 و G_8

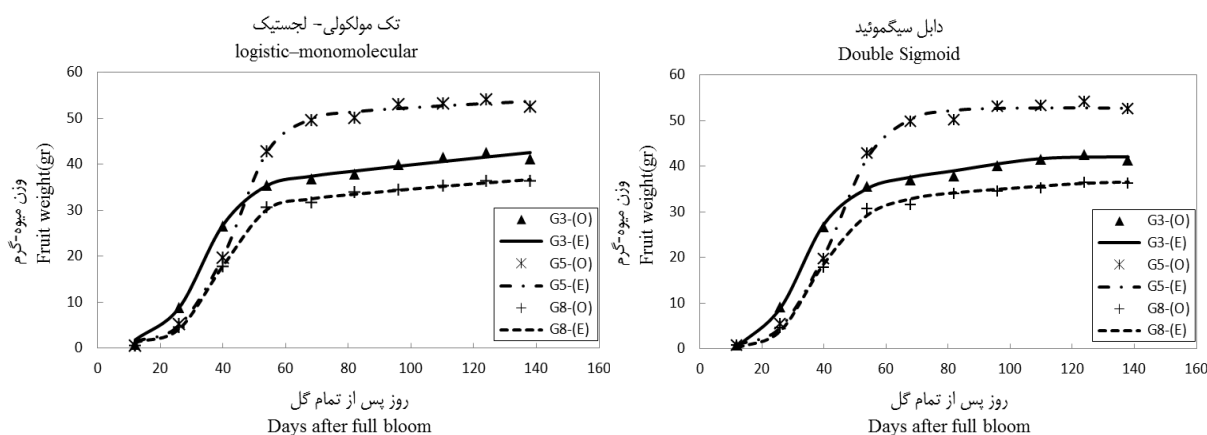
Table 2- Estimated parameters of the fitted model for walnut fruit weight in selected genotypes G_3 , G_5 and G_8								
پارامتر Parameter	واحد Unit	مدل دابل سیگموئید Double-Sigmoid model			واحد Unit	مدل تک مولکولی - لجستیک Monomolecular- logistic model		
		G_3	G_5	G_8		G_3	G_5	G_8
β_0	گرم	42.01	52.89	36.60	-	-	-	-
β_1	-	-8.706	-5.6611	-9.1256	گرم Gram	49.1257	11.6736	20.7449
β_2	-	0.4063	0.1184	0.3599	$روز^{-1}$ Day ⁻¹	0.00177	0.00809	0.0045
β_3	-	-0.00533	-0.000512	-0.00387	گرم Gram	31.8896	45.8331	27.0627
β_4	-	0.000025	-0.00000569	0.00015	$روز^{-1}$ Day ⁻¹	0.1694	0.1579	0.1966
β_5	-	-	-	-	روز Day	34.0021	43.5619	39.3122

جدول 3- معیارهای انتخاب بهترین مدل برازش شده بر حسب وزن میوه گردو در ژنوتیپ‌های منتخب G_3 ، G_5 و G_8

معیار Criterion	G_3		G_5		G_8	
	MON-LOG	D-SIG	MON-LOG	MON-LOG	MON-LOG	D-SIG
AIC	26.86	23.09	17.20	17.20	17.20	26.89
BIC	24.14	20.40	14.50	14.50	14.50	24.19
RSME	0.778	0.573	0.498	0.498	0.498	0.766
R^2	0.997	0.998	0.998	0.998	0.998	0.997

D-SIG: مدل دابل سیگموئید، MON-LOG: مدل تک مولکولی - لجستیک، AIC: معیار اطلاعات آکائیک، BIC: معیار اطلاعات بین شوارتز، RSME: جذر میانگین مربعات خطا، R^2 : ضریب تبیین.

D-SIG: Double-Sigmoid, MON-LOG: Monomolecular- logistic, AIC: Akaike Information Criterion, BIC: Bayesian Information Criterion, RSME: Root Mean Square of Error, R^2 : Coefficient of Determination.



شکل 1- مدل‌های برازش شده الگوی رشد میوه گردو (O: مشاهده شده و E: برآورد شده) ژنوتیپ‌های G_3 ، G_5 و G_8 بر اساس وزن تازه کل میوه در طی فصل رشد (روز پس از تمام گل)

Figure 1- The fitted model of fruit growth pattern (O: observed and E: estimated) in genotypes of G_3 , G_5 and G_8 based on the total weight of fresh fruit during the growing season (Days after full bloom)

جدول 4- معیارهای انتخاب بهترین مدل برازش شده بر حسب طول میوه در ژنوتیپ‌های منتخب G_3 ، G_5 و G_8 .

Table 4- Criteria for selecting the best model by fruit length in selected genotypes G_3 , G_5 and G_8 .

معیار Criterion	G_3				G_5				G_8			
	EXP	GMP	LOG	RCD	EXP	GMP	LOG	RCD	EXP	GMP	LOG	RCD
AIC	-17.51	-21.51	-24.57	-23.34	-9.05	-11.42	-24.47	-24.86	-13.86	-22.00	-30.23	-29.43
BIC	-18.31	-22.32	-24.37	-25.15	-9.85	-12.12	-25.28	-26.56	-14.67	-22.80	-31.03	-31.23
RMSE	0.102	0.081	0.068	0.064	0.162	0.105	0.069	0.064	0.126	0.081	0.050	0.046
R^2	.991	0.994	0.996	0.996	0.983	0.993	0.997	0.997	0.998	0.995	0.998	0.998

RCD: ریچارد، LOG: لجستیک، GMP: گومپرتز، EXP: نمایی، AIC: معیار اطلاعات آکائیک، BIC: معیار اطلاعات بین شوارتز، RSME: جذر میانگین مربعات خطا، R^2 :

ضریب تبیین.

RCD: Richard, LOG: Logistic, GMP: Gompertz, EXP: Exponential, AIC: Akaike Information Criterion, BIC: Bayesian Information Criterion, RSME: Root Mean Square of Error, R^2 : Coefficient of Determination.

جدول 5- معیارهای انتخاب بهترین مدل برازش شده بر حسب عرض میوه در ژنوتیپ‌های منتخب G_3 ، G_5 و G_8 .

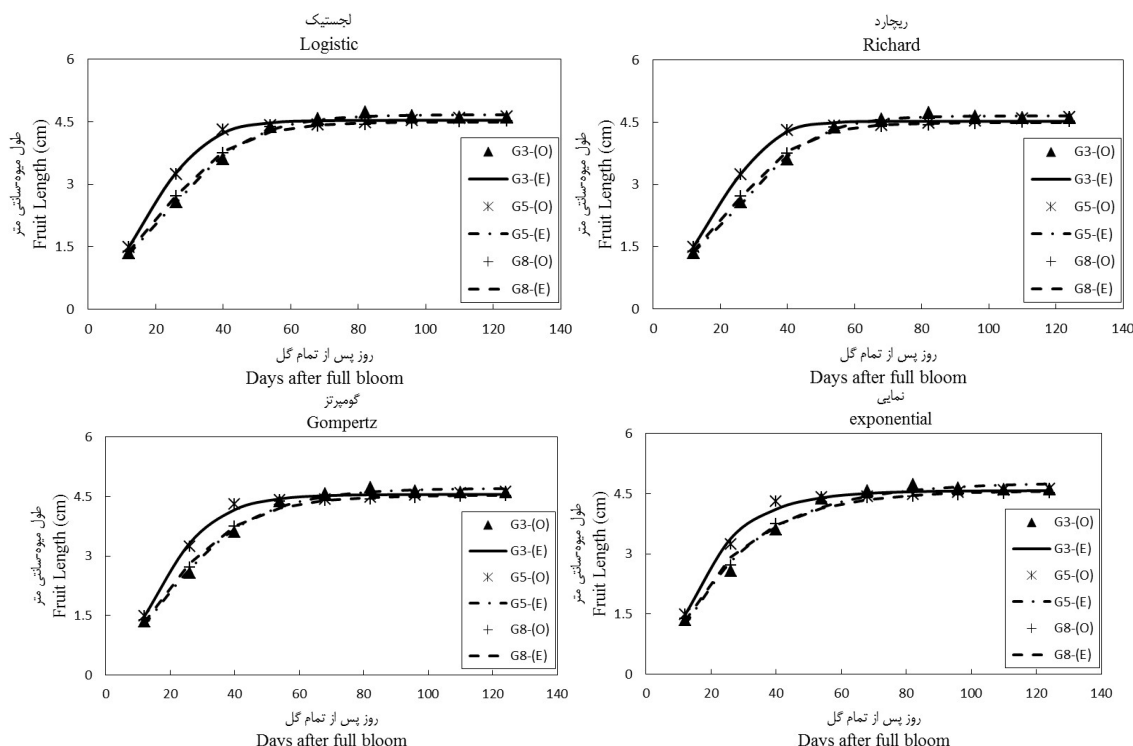
Table 5- Criteria for selecting the best model by fruit width in selected genotypes G_3 , G_5 and G_8 .

معیار Criterion	G_3				G_5				G_8			
	EXP	GMP	LOG	RCD	EXP	GMP	LOG	RCD	EXP	GMP	LOG	RCD
AIC	-17.9	-27.55	-29.4	-28.5	-5.66	-15.25	-23.48	-22.2	2.03	-15.71	-24.69	-27.75
BIC	-18.7	-28.36	-30.2	-30.31	-5.46	-16.05	-24.29	-24.0	1.22	-16.51	-25.49	-29.55
RMSE	0.099	0.058	0.053	0.051	0.195	0.114	0.072	0.069	0.228	0.110	0.066	0.051
R^2	0.992	0.997	0.997	0.997	0.979	0.993	0.997	0.997	0.943	0.990	0.996	0.997

RCD: ریچارد، LOG: لجستیک، GMP: گومپرتز، EXP: نمایی، AIC: معیار اطلاعات آکائیک، BIC: معیار اطلاعات بین شوارتز، RSME: جذر میانگین مربعات خطا، R^2 :

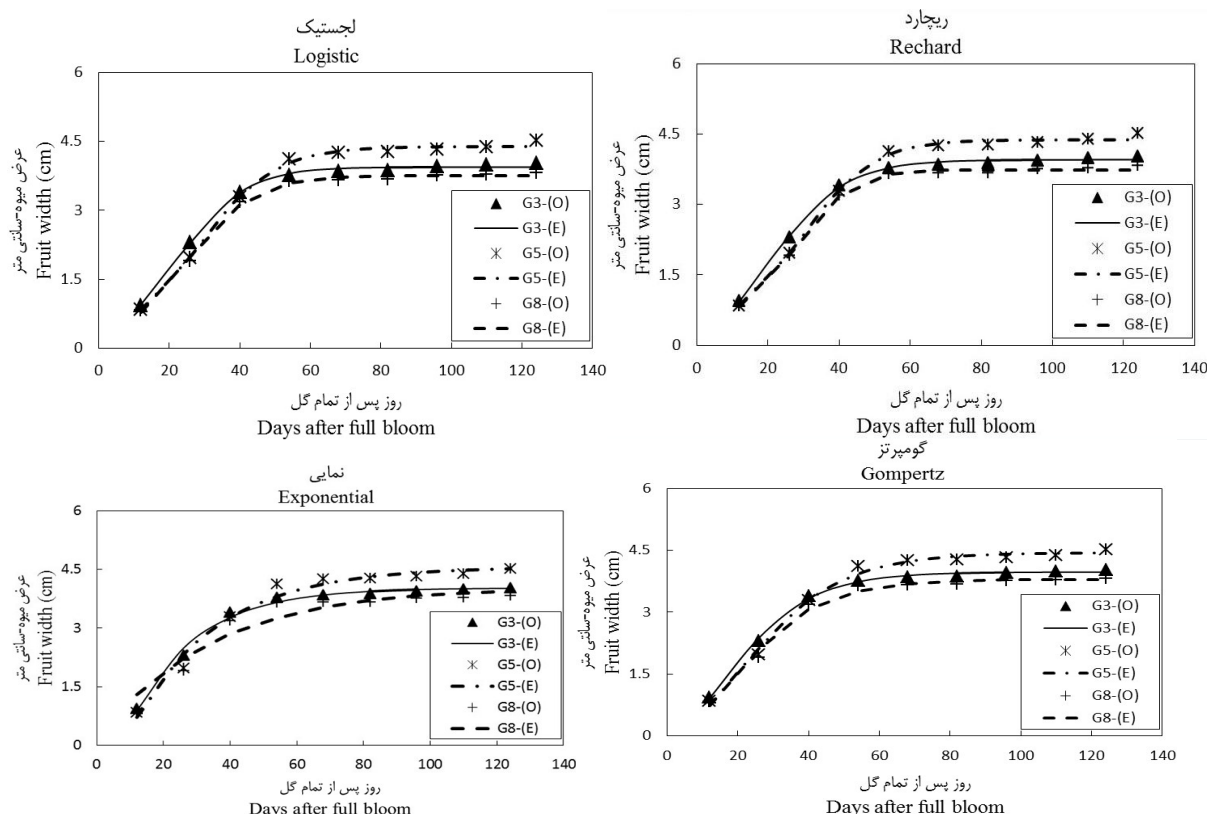
ضریب تبیین.

RCD: Richard, LOG: Logistic, GMP: Gompertz, EXP: Exponential, AIC: Akaike Information Criterion, BIC: Bayesian Information Criterion, RSME: Root Mean Square of Error, R^2 : Coefficient of Determination.



شکل 2- مدل‌های برازش شده الگوی رشد میوه گردو (O: مشاهده شده و E: برآورد شده) ژنوتیپ‌های G_3 ، G_5 و G_8 بر اساس طول میوه (سانتی‌متر) در طی فصل رشد (روز پس از تمام گل)

Figure 2- The fitted model of fruit growth pattern (O: observed and E: estimated) in genotypes of G_3 , G_5 and G_8 based on fruit length (cm) during the growing season (days after full bloom)



شکل 3- مدل‌های برازش شده الگوی رشد میوه گردو (O: مشاهده شده و E: برآورد شده) ژنوتیپ‌های G_3 ، G_5 و G_8 بر اساس عرض میوه (سانتی‌متر) در طی فصل رشد (روز پس از تمام گل)

Figure 3- The fitted model of fruit growth pattern (O: observed and E: estimated) in genotypes of G_3 ، G_5 and G_8 based on fruit width (cm) during the growing season (days after full bloom)

تعیین زمان تاثیر تیمارهای مختلف روی رشد میوه، پیش‌بینی تاریخ برداشت و روش‌های مدیریتی مرتبط با نمو میوه، مانند کاربرد اتفن¹ در مرحله قهوه‌ای شدن تیغه میانی جهت تسریع و تسهیل در برداشت مورد استفاده قرار گیرد. همچنین در صورت تغییر مدل در شرایط رشد واقعی (رشد در شرایط وجود رقابت) با مقایسه این مدل‌ها می‌توان منابع اعمال کننده محدودیت را تعیین کرد.

مدل‌های بررسی شده با دقت بالا الگوی رشد میوه گردو را در طول فصل رشد در شرایط آب و هوایی مینودشت شبیه‌سازی کردند، با این وجود به علت نامحسوس بودن تغییرات طول و عرض میوه پس از مرحله رشد سریع میوه، وزن میوه در تعیین اندازه نهایی میوه ارجحیت دارد. بنابراین این مدل‌ها می‌توانند به عنوان روشی مناسب برای تعیین اندازه میوه در زمان برداشت، بررسی تیمارهای مختلف و

منابع

- 1-Banayan M. 2002. Development and applications of simulation models in agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad.
- 2- Behtari B., Nemati Z., Hassanpour H., and Rezapour Fard J. 2011. Modeling Seedling Emergence and Growth in Green Bean, Sunflower and Maize by Some Nonlinear Models, Jornal of Sustainable Agriculture and Production Science, 20(2):130-140. (in Persian with English abstract)
- 3- Chahuky M.A.Z. 2010. Multivariate Analysis with SPSS. Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.
- 4- Dastmalchi A., Soltani A., Latifi, N. and Zeinali E. 2011. Parameter estimates and evaluation of CropSyst-Wheat for Golestan province cultivars, Electronic Journal of Crop Production, 4 (2): 63-80. (in Persian with English abstract)
- 5- Genard M., and Bruchou C. 1993. A functional and exploratory approach to studying growth: the example of the

- peach fruit, Journal of the American Society for Horticultural Science, 118(2):317-323.
- 6- Ghadirian R., Soltani A., Zeinali E., Kalateh Arabi, M. and Bakhshandeh A. 2012. Evaluating non-linear regression models for use in growth analysis of wheat, Electronic Journal of Crop Production, 4 (3): 55-77. (in Persian with English abstract)
- 7- Heinen M. 1999. Analytical growth equations and their Genstat 5 equivalents, Netherlands Journal of Agricultural Science, 47: 67-89.
- 8- Jackson D., Looney N., Morley-Bunker, M. and Thiele G. 2011. Temperate and Subtropical Fruit Production, CAB international, Oxfordshire, London, UK.
- 9- Jalili Marandi R. 2005. Pomology, Jahad Daneshgahi of West Azerbaijan unit publication, Ormia, Iran.
- 10- Khamis A., Ismail Z., Haron, K. and Mohammed A. T. 2005. Nonlinear growth models for modeling oil palm yield growth, Journal of Mathematics and Statistics, 1(3): 225-233.
- 11- Latifian, M. and Zareh M. 2009. The effects of climatic factors on Date palm scale (*Parlatoria blanchardi* Targ.) (Hem.: Dispididae) in Khuzestan province, Plant Protection Journal, 1(3): 277-287. (in Persian)
- 12- Li Y., Ma S., Wang Y., Xuan X., Hou L., Sun, Q. and Yang K. 2012. The dynamics of fat, protein and sugar metabolism during walnut (*Juglans regia* L.) fruit development, African Journal of Biotechnology, 11(5): 1267-1276.
- 13- Orlandini S., Moriondo M., Cappellini, P. and Ferrari P. 1998. Analysis and modelling of apple fruit growth, 28-31 July 1998, Atti V° Int. Symp. on Computer modelling in fruit research and orchard management, Wageningen, Netherland.
- 14- Pinney, K. and Polito V.S. 1983. English walnut fruit growth and development, Scientia Horticulturae, 21:19-28.
- 15- Ramos D. E. 1997. Walnut Production Manual, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, USA.
- 16- Rawlings J.O., Pantula, S.J. and Dickey D.A. 1998. Applied Regression Analysis: A Research Department of statistics North Carolina State University, 659p, Available at: <http://books.google.com/books?id=PMeJGeXA09EC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false> (visited 24 August 2013).
- 17- Saei A., Talaei A., Zamani, Z. and Tastyn S. 2011. Modeling and assessment of crop load effect on fruit growth pattern of apple cv. red spur in karaj climatic conditions, Iranian Journal of Horticultural Sciences, 42(1):83-94. (in Persian with English abstract)
- 18- Sharma S.D., Monastra, F. and Rator F.D.S. 2001. Breeding hazelnut, almond and walnuts, Translated by Jalili Marandi R, HakimiRezaei J., Urmia University Jahad Publications, Urmia, Iran.
- 19- Soltani A. 2007. Application of SAS in statistical analysis, Jahad Daneshgahi Mashhad Press, Mashhad, Iran.
- 20- Soltani A. 2008. Reconsideration of application of statistical method in agricultural researches, Jahad Daneshgahi Mashhad Press, Mashhad, Iran.
- 21- Soltani A. 2009. Mathematical modeling in crop plants, Jahad Daneshgahi Mashhad Press, Mashhad, Iran.
- 22- Zavalloni C., Andresen J.A. and Flore J.A. 2006. Phenological models of flower bud stages and fruit growth of Montmorency sour cherry based on growing degree-day accumulation, Journal of the American Society for Horticultural Science, 131(5): 601-607.



اثر محلول پاشی کود آمینول فورته بر واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انار رقم نادری در شرایط تنش خشکی

سکینه حسن‌زاده^{1*} - فریرز حبیبی² - محمد اسماعیل امیری³

تاریخ دریافت: 1393/06/05

تاریخ پذیرش: 1394/02/02

چکیده

به منظور بررسی محلول پاشی کود آمینواسیددار آمینول فورته بر واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انار رقم نادری در شرایط تنش خشکی، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه آب شیرین واقع در 40 کیلومتری جاده قدیم قم-کاشان در سال 1390 اجرا شد. تیمار آبیاری در سه سطح (100، 75 و 50 درصد نیازآبی) و تیمار کود آمینواسیددار آمینول فورته در چهار سطح (0، 2، 3 و 4 میلی‌لیتر در لیتر) انجام شد. محلول پاشی در چهار مرحله (قبل از باز شدن گل‌ها، بعد از تشکیل میوه، مرحله رشد سریع و دو هفته قبل از برداشت) انجام شد. در پایان آزمایش شاخص کلروفیل، قندهای محلول، قندهای نامحلول، پرولین، دمای کانوبی و هدایت روزنه‌ای اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد با افزایش سطح کود آمینول فورته از 0 به 4 میلی‌لیتر در لیتر میزان قندهای محلول، پرولین و هدایت روزنه‌ای به طور معنی‌داری افزایش یافتند در حالی که قندهای نامحلول و شاخص کلروفیل کاهش یافت. تنش خشکی میزان قندهای محلول، شاخص کلروفیل، دمای کانوبی و پرولین را افزایش داد ولی قندهای نامحلول، هدایت روزنه‌ای را کاهش داد. بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان بیان کرد محلول پاشی کود آمینواسیددار آمینول فورته توانست به مقدار قابل توجهی آثار مخرب تنش خشکی را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: پرولین، دمای کانوبی، شاخص کلروفیل، قندهای محلول، هدایت روزنه‌ای

مقدمه

پروتئین از قبیل رنگیزه‌ها، ویتامین‌ها، کوآنزیم‌ها، پایه پورینی و پیریمیدینی می‌باشد (9). مطالعات ثابت کرده است که اسیدهای آمینه می‌توانند به طور مستقیم و یا غیر مستقیم در فعالیت‌های فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاه نفوذ کنند. بسیاری از مطالعات گزارش کردند که کاربرد برگی اسیدهای آمینه موجب افزایش رشد گیاه، عملکرد میوه و ترکیبات آن در خیار (9)، سیر (4) و سیب زمینی (1 و 9) می‌شود. در شرایط بروز تنش‌های محیطی مانند سرمازدگی، دمای بالا، شوری، خشکی، مصرف آفت‌کش‌ها و غیره گیاه قابلیت جذب عناصر غذایی را از طریق ریشه از دست می‌دهد و مؤثرترین شیوه تغذیه‌ای برگی می‌باشد. محمدزمانی و همکاران (17) در آزمایشی تأثیر کاربرد اسیدهای آمینه پرولین و گلايسين بتائين را روی انگور تحت شرایط تنش خشکی مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد کاربرد پرولین و گلايسين بتائين موجب افزایش معنی‌دار محتوای نسبی آب برگ، کلروفیل برگ و میزان قندهای محلول و کاهش دمای تاج‌پوشش نسبت به شاهد شد. طی مطالعه‌ای روی درختان انار تأثیر اسیدهای آمینه و اسید هیومیک روی صفات رشد و گلدهی و میوه‌دهی تحت شرایط کم‌آبیاری مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج نشان داد ارتفاع

انار با نام علمی *Punica granatum* L. متعلق به خانواده Punicaceae می‌باشد که در اقلیم‌های خشک و نیمه‌گرمسیری و مدیترانه‌ای دارای رشد و باردهی خوبی می‌باشد (16). امروزه استفاده وسیع از کودهای معدنی سبب افزایش نگرانی در مورد سلامت انسان گردیده است، لذا با جایگزین کردن کمپوست و عوامل تحریک‌کننده رشد می‌توان تا حدودی این نگرانی را کاهش داد (19). مخاطرات زیست محیطی و نگرانی زیاد در خصوص پایداری سیستم‌های موجود کشاورزی موجب افزایش تمایل به استفاده از ترکیبات طبیعی (شامل اسیدهای آمینه) برای تنظیم رشد و بیوسنتز گیاه شده است. اسیدهای آمینه به عنوان ترکیبات نیتروژنی آلی، بلوک‌های ساختمانی سنتز پروتئین هستند (3). اهمیت اسیدهای آمینه به خاطر مصرف گسترده آنها برای بیوسنتز مواد نیتروژنی بدون

1، 2 و 3-به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، کارشناس ارشد و دانشیار علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
(*) - نویسنده مسئول: (Email: s.h_hassanzade@yahoo.com)

شاخه‌ها، تعداد برگ‌های هر شاخه، سطح برگ، تعداد گل‌های هر شاخه، درصد تشکیل میوه، درصد نگهداری میوه، تعداد میوه هر درخت و عملکرد به طور معنی‌داری با افزایش سطوح تنش نسبت به شاهد کاهش یافت و درصد ریزش میوه به طور معنی‌داری افزایش نشان داد ولی کاربرد اسید هیومیک و آمینو اسید تمام ویژگی‌های مورد مطالعه را بهبود بخشید (11).

بر اساس نتایج یافته‌های مطالعاتی و پژوهش‌های کاربردی، نقش فرآورده‌های آلی بیولوژیکی در تنظیم مناسب رشد گیاه (شامل مراحل کاشت بذر، جوانه‌زنی، ریشه‌زایی، دوره بلوغ، پیری، تشکیل و تکامل میوه) غیرقابل اغماض می‌باشد. از سوی دیگر ایجاد مقاومت به تنش‌های محیطی (از جمله سرما، گرما، خشکی و کم‌آبی) نیز از درجه بالای اهمیت کاربرد فرآورده‌های آلی بیولوژیکی و اسیدهای آمینه در گیاهان به حساب می‌آید (22 و 23).

انار یکی از مهم‌ترین محصولات تولیدی کشور می‌باشد، از طرفی مناطقی که به کشت و کار انار اختصاص دارد تقریباً مناطقی نیمه خشک و خشک است و با توجه به طولانی بودن فصل رشد انار، آب یکی از مهم‌ترین فاکتورهای اصلی محدود کننده توسعه باغ‌های انار محسوب می‌گردد. با توجه به شرایط جوی ایران و وقوع تنش‌های محیطی استفاده از اسیدهای آمینه می‌تواند کمک مؤثری جهت افزایش راندمان و بهبود کیفیت میوه انار نماید. با توجه به این که تاکنون گزارشی از کاربرد اسیدهای آمینه روی انار منتشر نشده است، بنابراین این تحقیق می‌تواند کمک شایانی در جهت افزایش تولید و کیفیت میوه انار در فصول تحت تنش خشکی نماید. لذا هدف از انجام این پژوهش مطالعه اثر کود آلی آمینول فورته بر واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انار رقم نادری در شرایط تنش خشکی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مرکز کشت و صنعت آبشیرین که در 40 کیلومتری جاده قدیم قم-کاشان قرار دارد طی سال 1390 انجام شد. به منظور بررسی اثر تیمار کود حاوی اسیدهای آمینه تعداد 180 درخت هم‌سن (چهار ساله) و هم اندازه انار رقم نادری نطنز انتخاب شد که در طول فصل رشد عملیات باغی از جمله هرس و برنامه‌های کوددهی و سایر عوامل قابل کنترل به صورت یکنواخت در مورد آن‌ها

اعمال شده است. این آزمایش در قالب طرح اسپلیت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. سطوح آبیاری شامل آبیاری نرمال با 100 درصد نیاز آبی، تنش آبیاری با 75 درصد نیاز آبی و تنش آبیاری با 50 درصد نیاز آبی و سطوح تیمار مواد آلی شامل محلول-پاشی با کود آمینواسیددار به غلظت‌های صفر (شاهد)، 2 در هزار، 3 در هزار و 4 در هزار بود. محلول‌پاشی در طی دوره آزمایش چهار بار و در زمان‌های قبل از باز شدن گل‌ها، بعد از تشکیل میوه، مرحله رشد سریع و دو هفته قبل از برداشت انجام گردید.

برای اعمال سطوح مختلف آبیاری ابتدا نیاز آبی انار طی ماه‌های مختلف برآورد شد (5). برای این امر نیاز آبی روزانه انار (مجموع نیاز آبی در هر ماه/تعداد روز ماه) طبق جدول استاندارد محاسبه شد و با توجه به سطح سایه انداز و راندمان آبیاری قطره‌ای (85 درصد) توسط روابط زیر اصلاح گردید:

میانگین نیاز آبی در روز $\times$ سطح سایه‌انداز $\times$ دور آبیاری = نیاز خالص آبیاری در هر دوره

راندمنان آبیاری $\times$ فواصل درختان = نیاز ناخالص آبیاری در هر دوره

و بعد از تعیین دبی قطره‌چکان‌ها (4 لیتر در ساعت) و با توجه به فواصل درختان (3x4) و نوع طرح آزمایشی در سطح مزرعه میزان 100 درصد، 75 درصد و 50 درصد آن به درختان داده شد. ترکیبات کود آلی آمینواسیددار آمینول فورته در جدول 1 آورده شده است.

برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ از دستگاه SPAD (مدل Konica-Minolta, Japan) استفاده شد. سنجش پرولین گیاه به کمک روش بیتس و همکاران (2) صورت گرفت. قندهای محلول و قندهای نامحلول طبق روش خوچرت (12) انجام شد. دمای کانوپی در شرایط اتمسفری صاف حوالی ساعت‌های 11 تا 14 با استفاده از دماسنج تفنگی لیزری (مدل Raytek, China) تعیین شد. برای این امر دمای برگ‌ها در سه قسمت مختلف بالا، وسط و پایین کانوپی اندازه‌گیری شد و از میانگین دمای این سه قسمت دمای کانوپی تعیین شد. همچنین با استفاده از دماسنج معمولی دمای محیط اندازه‌گیری شده و با کسر آن از دمای کانوپی میزان ΔT محاسبه شد.

جدول 1- ترکیبات کود آلی آمینواسیددار آمینول فورته

Table 1- Ingredients of organic fertilizer contain of Aminol-Forte

اسید آمینه	مقدار	اسید آمینه	مقدار	اسید آمینه	مقدار	اسید آمینه	مقدار
Amino acid	Value (%)	Amino acid	Value (%)	Amino acid	Value (%)	Amino acid	Value (%)
Glycine	1.8	Phenylalanine	5.1	Arginine	8.4	Tyrosine	1.5
Valine	5.1	Serine	4.2	Glutamic acid	0.9	Glutamine	0.9
Proline	8.4	Therionine	3.9	Lysine	5.1	Cysteine	0.3
Alanine	13.2	Histidine	3	Lucine	16.5	Other	0.3
Aspartic acid	4.5	Glycocol	9.6	Isolucine	4.5	Total N	1.1

نشان داد که برای صفات مورد مطالعه اختلاف بین تیمار آبیاری در سطح احتمال 1 درصد برای شاخص کلروفیل، پرولین و هدایت روزنه‌ای و در سطح احتمال 5 درصد برای میزان قندهای محلول، قندهای نامحلول و دمای کانوپی معنی‌دار بوده است و تیمار کود در سطح احتمال 1 درصد برای پرولین و در سطح احتمال 5 درصد، برای قندهای محلول معنی‌دار بوده و اثر متقابل برای قندهای محلول، پرولین و دمای کانوپی معنی‌دار بوده است (جدول 2).

برای اندازه‌گیری هدایت روزنه‌ای از دستگاه پرومتر استفاده شد. بعد از روشن کردن دستگاه با استفاده از صفحه کالیبراسیون دستگاه را کالیبره کرده، هدایت روزنه‌ای برگ‌ها در قسمت‌های بالا، وسط و پایین کانوپی اندازه‌گیری شد و بر حسب مول بر متر بر ثانیه گزارش شد. داده‌های حاصله با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS17 تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ساده صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انار

جدول 2- تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی کود آمینول فورته بر واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انار رقم نادری تحت شرایط تنش خشکی
Table 2- Analysis of variance the effects of aminol-forte fertilizer spraying on physiological and biochemical responses of pomegranate cv. Naderi under drought stress conditions.

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	قندهای محلول Soluble sugars		پرولین Proline	دمای کانوپی Canopy degree	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance
			محلول	قندهای نامحلول Insoluble sugars			
Block بلوک	2	106.3 ^{ns}	101.36 ^{ns}	20.3 ^{ns}	2.09*	82.26*	0.252 ^{ns}
Irrigation آبیاری	2	155.01*	2.56*	28.72*	2.78**	4.81*	2071.36**
خطای اصلی Error	4	44.43	8.1	41.53	3.3	9.29	41.81
Fertilizer کود	3	18.58 ^{ns}	7.18*	2.7 ^{ns}	1.75**	1.5 ^{ns}	141.79 ^{ns}
کود×آبیاری Irrigation×Fertilizer	6	34.21 ^{ns}	13.93*	4.88 ^{ns}	1.56**	4.18*	105.99 ^{ns}
خطای فرعی Error	90	20.65	11.84	10.21	0.409	1.98	114.05
کل	108	-	-	-	-	-	-
CV	-	8.34	21.92	29.26	34.22	23.34	4.12

** : معنی‌دار در سطح 1 درصد * : معنی‌دار در سطح 5 درصد ns: غیر معنی‌دار
** : significant in 1% of probability level * : significant in 5% of probability level ns: no significant

جدول 3- اثر محلول‌پاشی کود آمینول فورته در شرایط بدون تنش بر واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انار رقم نادری
Table 3- The effect of aminol-forte fertilizer spraying on physiological and biochemical responses of pomegranate cv. Naderi under without stress conditions.

تیمار کود Fertilizer treatment (ml ⁻¹)	شاخص کلروفیل Chlorophyll index (SPAD)	قندهای محلول Soluble sugars (mgg ⁻¹)	قندهای نامحلول Insoluble sugars (mgg ⁻¹)	پرولین Proline (μmol ⁻¹)	دمای کانوپی Canopy degree (°c)	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance (mmolm ⁻² s ⁻¹)
Control	62.03 ^a	13.91 ^a	8.5 ^a	1.31 ^b	-8.46 ^a	22.63 ^a
2	61.59 ^a	12.79 ^b	7.85 ^a	1.67 ^b	-8.41 ^a	23.7 ^a
3	60.23 ^a	13.56 ^a	8.31 ^a	1.82 ^a	-8.25 ^a	28.8 ^a
4	61.91 ^a	12.99 ^b	7.9 ^a	1.87 ^a	-8.81 ^a	26.64 ^a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف‌های مشابه می‌باشند، در سطح احتمال 5% آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.
Means in each column with similar letters are not significantly different at 5% level of probability using Duncan's multiple range test.

جدول 4- اثر محلول پاشی کود آمینول فورته در شرایط تیمار آبیاری بر واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انار رقم نادری

Table 4- The effect of aminol-forte fertilizer spraying on physiological and biochemical responses of pomegranate cv. Naderi under irrigation treatment conditions.

تیمار آبیاری Irrigation treatment Required) (water%	شاخص کلروفیل Chlorophyll index (SPAD)	قندهای محلول Soluble sugars (mgg ⁻¹)	قندهای نامحلول Insoluble sugars (mgg ⁻¹)	پرولین Proline (μmol l ⁻¹)	دمای کانوپی Canopy degree (°c)	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance (mmol m ⁻² s ⁻¹)
100	59.1 ^b	13.01 ^b	9.5 ^a	1.49 ^b	-9.62 ^b	32.76 ^a
75	63.07 ^a	13.5 ^a	8.11 ^{ab}	1.52 ^b	-8.76 ^a	28.57 ^a
50	62.15 ^a	13.42 ^a	7.26 ^b	1.99 ^a	-8.07 ^b	14.99 ^b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف‌های مشابه می‌باشند، در سطح احتمال 5% آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column with similar letters are not significantly different at 5% level of probability using Duncan's multiple range test.

جدول 5- اثرات متقابل سطوح تیمار کود آمینول فورته و سطوح تیمار آبیاری بر صفات فیزیولوژی و بیوشیمیایی انار رقم نادری

Table 5- Interaction of aminol-forte and irrigation treatment on physiological and biochemical traits of pomegranate cv. Naderi.

تیمار آبیاری Required) (water%	تیمار کود Fertilizer treatment (ml l ⁻¹)	شاخص کلروفیل Chlorophyll index (SPAD)	قندهای - محلول Soluble sugars (mgg ⁻¹)	قندهای نامحلول Insoluble sugars (mgg ⁻¹)	پرولین Proline (μmol l ⁻¹)	دمای کانوپی Canopy degree (°c)	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance (mmol m ⁻² s ⁻¹)
100	Control	59.79 ^b	12.84 ^{ab}	8.97 ^{ab}	1.05 ^c	-8.9 ^b	25.8 ^b
	2	58.71 ^b	11.64 ^b	8.04 ^b	1.11 ^c	-8.24 ^b	35.17 ^a
	3	56.48 ^b	12.24 ^b	9.99 ^a	1.39 ^{bc}	-9.11 ^a	38.23 ^a
	4	61.42 ^a	12.3 ^b	9.19 ^{ab}	2.01 ^{ab}	-9.38 ^a	38.87 ^a
75	Control	64.02 ^a	13.95 ^a	8.84 ^{ab}	1.3 ^b	-8.72 ^a	29.18 ^b
	2	65.44 ^a	13.59 ^a	8.69 ^{ab}	1.39 ^{bc}	-8.98 ^a	23.03 ^{bc}
	3	60.94 ^a	12.6 ^b	7.43 ^{bc}	1.78 ^b	-8.33 ^b	32.7 ^{ab}
	4	61.86 ^a	12.87 ^b	7.49 ^{bc}	1.75 ^b	-9.01 ^a	29.38 ^b
50	Control	62.28 ^a	14.94 ^a	7.68 ^b	1.57 ^b	-7.74 ^a	16.13 ^c
	2	60.62 ^a	13.14 ^{ab}	6.82 ^c	1.87 ^b	-8.02 ^b	9.7 ^c
	3	63.25 ^a	12.83 ^{ab}	7.53 ^{bc}	2.28 ^a	-7.31 ^b	15.46 ^c
	4	62.44 ^a	12.79 ^{ab}	7.01 ^c	2.51 ^a	-8.04 ^b	18.68 ^c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف‌های مشابه می‌باشند، در سطح احتمال 5% آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column with similar letters are not significantly different at 5% level of probability using Duncan's multiple range test.

ترتیب در تیمار آبیاری 50 درصد با کود صفر و آبیاری کامل و سطح کود 2 در هزار، بیشترین مقدار قندهای نامحلول (9/99 میلی گرم بر گرم) و کمترین مقدار آن (6/82 میلی گرم بر گرم) به ترتیب در تیمار آبیاری کامل و سطح کود 3 در هزار و آبیاری 50 درصد و کود 2 در هزار، بیشترین مقدار پرولین (2/51 میکرومول بر لیتر) و کمترین آن (1/05 میکرومول بر لیتر) به ترتیب در تیمارهای آبیاری 50 درصد با کود 4 در هزار و آبیاری کامل با سطح کود صفر، بیشترین اختلاف دمای کانوپی (7/31 - درجه سانتی‌گراد) و کمترین مقدار آن (9/38 - درجه سانتی‌گراد) به ترتیب در تیمار آبیاری 50 درصد و کود 3 در هزار و آبیاری کامل و سطح کود 4 در هزار و بیشترین مقدار هدایت روزنه‌ای (38/23 میلی‌مول بر متر مربع بر ثانیه) و کمترین مقدار آن (9/7)

نتایج مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن نشان داد با افزایش سطح کود، میزان قندهای محلول، پرولین و هدایت روزنه‌ای به طور معنی‌داری افزایش یافتند و میزان قندهای نامحلول و کلروفیل کاهش یافت هر چند معنی‌دار نشده‌اند (جدول 3) و با کاهش سطوح آبیاری میزان شاخص کلروفیل، اختلاف دمای کانوپی، قندهای محلول و پرولین به طور معنی‌داری افزایش، قندهای نامحلول و هدایت روزنه‌ای به طور معنی‌داری کاهش یافتند (جدول 4). بیشترین شاخص کلروفیل (65/44 اسپد) و کمترین شاخص آن (56/48 اسپد) به ترتیب در تیمار آبیاری 75 درصد با سطح کود 2 در هزار، آبیاری کامل با سطح کود 3 در هزار، بیشترین مقدار قندهای محلول (14/94 میلی گرم بر گرم) و کمترین مقدار آن (11/64 میلی گرم بر گرم) به

هگزوزها افزایش می یابد به طوریکه کربوهیدرات های ذخیره مصرف می شوند و در نهایت در تنفس و سنتز اسیدهای آمینه استفاده می شوند (13).

محلول پاشی اسیدهای آمینه موجب شد قندهای محلول و نامحلول به طور معنی داری کاهش یابد. محققان نیز به نتایج مشابه دست یافتند و گزارش کردند کاربرد اسیدهای آمینه پرولین و فنیل آلانین محتوای کربوهیدرات های کل و قندهای محلول را کاهش داد (10). اما نتایج آزمایش محققان نشان داد که محتوای قند کل شاخه ها و ریشه ها به تدریج با افزایش غلظت اسیدهای آمینه در گیاهان تیمار شده در مقایسه با شاهد افزایش یافته است (18).

هدایت روزنه ای یکی از عوامل مهم در تعیین میزان فتوسنتز می باشد. نتایج نشان داد میزان هدایت روزنه ای با افزایش تنش خشکی به طور معنی داری کاهش یافت. مطالعات زیادی نشان داده به دنبال کمبود آب تولید آبسازیک اسید در برگ ها افزایش یافته و موجب بسته شدن روزنه ها و در نتیجه کاهش هدایت روزنه ای برگ می شود (25). نتایج تیمار اسیدهای آمینه نشان می دهد هر چند کاربرد مواد آلی باعث افزایش هدایت روزنه ای در شرایط نرمال شده است ولی این تأثیرات در شرایط تنش معنی دار نمی باشد.

افزایش تنش، افزایش میزان پرولین برگ ها را به دنبال داشت که موافق نتایج تحقیقات دیگر محققین می باشد (20 و 24). عملکرد پیشنهادی تجمع پرولین برای تنظیم اسمزی، حفظ غشا، پایداری پروتئین، جوانه زنی دانه و ذخیره کربن، نیتروژن و انرژی می باشد (14). محققین دیگری نیز نشان دادند طی سال های گرم و خشک تر در گیاه انار تجمع پرولین افزایش می یابد (7). کاربرد اسیدهای آمینه به طور معنی داری موجب افزایش میزان پرولین در شرایط تنش و نرمال شد. با توجه به آنکه پرولین موجب استحکام ساختار پروتئین ها شده و تجمع آن راهی برای بافر کردن pH سیتوزولی و تعادل اکسایش کاهش سلول می باشد، کاربرد اسیدهای آمینه با افزایش میزان سطوح پرولین موجب افزایش به مقاومت گیاه در شرایط تنش خشکی شده است.

نتیجه گیری کلی

به طور کلی می توان نتیجه گرفت تنش خشکی اثرات منفی بر درختان میوه دارد ولی می توان با کاربرد کودهای آلی حاوی اسیدهای آمینه که خواص ضد تنشی دارند تا حدود زیادی خسارات ناشی از خشکی را کاهش داد و کیفیت و کمیت محصول را بهبود بخشید. در این پژوهش بهترین نتیجه در شرایط بدون تنش و در شرایط تنش به ترتیب در کود آلی سطح 4 و 3 میلی لیتر در لیتر مشاهده شد.

میلی مول بر متر مربع بر ثانیه) به ترتیب در تیمار آبیاری 50 درصد با کود 2 در هزار و آبیاری کامل و سطح کود 3 در هزار مشاهده شد (جدول 5).

نتایج تحقیق بیان می کند مقدار کلروفیل با افزایش تنش خشکی ابتدا افزایش و سپس کاهش یافته است. تنش ملایم سبب افزایش و تنش شدید باعث کاهش غلظت کلروفیل در واحد سطح برگ می گردد. به نظر می رسد افزایش مقدار کلروفیل در اثر تنش ملایم در اثر افزایش وزن مخصوص برگ می باشد. وقوع تنش میزان سطح برگ را کاهش می دهد که ناشی از کاهش اندازه سلول است. بنابراین در طی بروز تنش ملایم به دلیل وجود سلول های بزرگ تر در واحد وزن برگ، میزان کلروفیل آن نیز افزایش می یابد (15). با کاربرد اسیدهای آمینه تغییر محسوسی در میزان کلروفیل برگ در شرایط نرمال و تنش دیده نشد، در صورتی که مطالعات قبلی ثابت کرده بود که اسیدهای آمینه به طور مستقیم و یا غیرمستقیم در فعالیت های فیزیولوژیکی گیاه اثر گذاشته و به افزایش کلروفیل در گیاه کمک می کند (6).

با افزایش سطح تنش میزان اختلاف دمای کانوپی به طور معنی داری افزایش یافته است این افزایش ناشی از کاهش تعرق به واسطه بسته شدن روزنه ها می باشد. از آن جا که تعرق فرآیندی گرماگیر است پس کاهش تعرق به صورت افزایش اختلاف دمای کانوپی بروز می کند که همراه با تنش حرارتی می باشد (8). دما باعث غیرفعال شدن آنزیم ها شده و فعالیت های گیاه را دچار اختلال می کند در نتیجه تیمار اسید آمینه که با افزایش میزان RWC، باعث کاهش اختلاف دمای کانوپی شده، می تواند از اثرات مضر دمای بالا در گیاه جلوگیری کند. چون میزان باز و بسته شدن روزنه ها تابع وضعیت آبی سلول های محافظ روزنه است می توان انتظار داشت هر تغییری در میزان آب گیاه موجب تأثیر بر باز و بسته شدن روزنه ها گردد (21).

به علت کاهش میزان فتوسنتز در برگ ها در تنش خشکی قندهای محلول شکسته شده و موجب تقویت متابولیسم می شود. گونه هایی که هم دارای مکانیزم اجتناب از خشکی هستند و هم توانایی سازگاری با محیط جدید را با فعال کردن تنظیم اسمزی دارند به دلیل افزایش انعطاف پذیری در پاسخ به تغییرات شرایط محیطی دارای امتیاز می باشند. به علاوه تنظیم اسمزی با ثابت نگه داشتن فعالیت متابولیکی در شرایط زیر نرمال به ویژه زمانی که ریشه ها به آب خاک عمیق دسترسی ندارند موجب افزایش مقاومت گیاه به تنش می شود (26). از داده های آزمایش متوجه می شویم خشکی اثرات زیادی روی غلظت قندهای محلول برگ ها دارد. این نتایج یافته های قبلی را تأیید می کند که تجمع قندها در برگ ها طی تنش خشکی صورت می گیرد و نشاسته در برگ های بسیاری از درختان میوه کاهش می یابد (26). در اثر تنش آبی سنتز نشاسته و ساکاروز تا حد زیادی کاهش می یابد یا متوقف می شود، اما فعالیت اینورتاز و تجمع

منابع

- 1- Awad El-M.M., Abd El-Hameed A.M., and Shall Z.S. 2007. Effect of glycine, lysine and nitrogen fertilizer rates on growth, yield and chemical composition of potato. *Agriculture Science*, 32:8541-8551.
- 2- Bates L.S., Waldren R.P., and Teare, L.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*. 39:205-208.
- 3- Davies D.D. 1982. Physiological aspects of protein turnover. *Encycl. Plant Physiol. New Series*, 14 A (Nucleic acids and proteins: structure, biochemistry and physiology of proteins, Eds., Boulter, D. and B Partier, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg and NewYork, pp:190-228.
- 4- El-Shabasi M.S., Mohamed S.M., and Mahfouz S.A. 2005. Effect of foliar spray with amino acids on growth, yield and chemical composition of garlic plants. The 6th Arabian Conference for Horticulture.
- 5- Farshi A.A. 1998. An estimate of water requirement of main field crops and orchards in Iran. *Agriculture Education Press*, Volume 2. 648 Pp. (in Persian)
- 6- Faten S., Abd El-Aal F.S., Shaheen A.M., Ahmed A.A., and Mahmoud A.R. 2010. Effect of Foliar Application of Urea and Amino Acids Mixtures as Antioxidants on Growth, Yield and Characteristics of Squash. *Agriculture and Biological Sciences*, 6:583-588.
- 7- Halilova H., and Yildiz N. 2009. Does climate change have an effect on proline accumulation in pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits. *Scientific Research and Essays*, 4:1543-1546.
- 8- Kafi M., Borzoei A., Salehi M., Kamandi A., and Masoumi A. 2010. Physiology of environmental stresses in plants. *Jihad Press. Mashhad*, 502 Pp. (in Persian)
- 9- Kamar M.E., and Omar A. 1987. Effect of nitrogen levels and spraying with aminal-forte (amino acids salvation) on yield of cucumber and potatoes. *Journal of Agricultural Science Mansoura University*, 12:900- 907.
- 10- Karima M., Gamal EL-din M., and Abdel -Wahed M.S.A. 2005. Effect of some amino acids on growth and essential oil content of chamomile plant. *International Journal of Agriculture and Biology*, 3:376-380.
- 11- Khattab M.M., Shaban A.E., El-Shrief A.H., and El-Deen Mohamed A.S. 2012. Effect of humic acid and amino acids on pomegranate trees under deficit irrigation. I: Growth, Flowering and Fruiting. *Horticultural Science and Ornamental Plants*, 4:253-259.
- 12- Kochert G. 1978. Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method In: Helebus J.A. & Craig, J.S. (ed.): *Hand book of phycologia method*: 56-97. Cambridge University Press. Cambridge.
- 13- Lawlor D.W., and Cornic G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Journal of Plant Cell and Environment*, 25:275-294.
- 14- Mansour M.M.F. 2000. Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress. *Biologia Plantarum*, 43:491-500.
- 15- Masojidek J., Trivedi S., Haishaw L., Alexiou A., and Hall D.O. 1991. The synergistic effect of drought and light stresses in sorghum and pearl millet. *Plant Physiology*, 96:198-207.
- 16- Mercure E.M. 2007. The pomegranate: A new look at the fruit of paradise. *Horticultural Science*, 42:1088-1092.
- 17- Mohammad Zamani M., Rabiyei V., and Nejatian M.A. 2013. Effect of proline and glycine betaine application on some physiological characteristics in grapevine under drought stress. *Iranian Journal of Horticultural Sciences*, 43:393-401. (in Persian with English abstract)
- 18- Nahed G., Abdel Aziz A., Mazher A.M., and Farahat M.M. 2010. Response of vegetative growth and chemical constituents of *Thuja orientalis* L. plant to foliar application of different amino acids at Nubaria. *Journal of American Science*, 6:295-301.
- 19- Shehata S.A., Gharib A.A., El-Mogy M.M., Abdel Gawad K.F., and Shalaby E.A. 2011. Influence of compost, amino and humic acids on the growth, yield and chemical parameters of strawberries. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5:2304-2308.
- 20- Szabados L., and Savoure A. 2010. Proline: a multifunctional amino acid. *Plant Science*, 15:89-97.
- 21- Taiz L., and Zeiger, E. *Plant physiology*. 2002. 3rd ed. Sinauer, Sunderland.
- 22- Thomas J., Mandal A.K.A., Raj Kumar R., and Chordia A. 2009. Role of biologically active amino acid formulations on quality and crop productivity of tea (*Camellia* sp.). *International Journal of Agricultural Researches*, 4:228-236.
- 23- Velikova V., Yordanov I., and Edreva A. 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines. *Journal of Plant Science*, 151:59-66.
- 24- Yamada M., Morishita H., Urano K., Shiozaki N., Yamaguchi-Shinozaki K., Shinozaki K., and Yoshida Y. 2005. Effects of free proline accumulation in petunias under drought stress. *Journal of Experimental Botany*, 56:1975-1981.

- 25- Zhang J., and Davies W.J. 1989. Absciscic acid produced in dehydrating roots may enable the plant to measure the water status of the soil. *Plant, Cell and Environment*, 12:73-81.
- 26- Zhang J., Yuncong1 Y., John Streeter G., and Ferree D.C. 2010. Influence of soil drought stress on photosynthesis, carbohydrates and the nitrogen and phosphorus absorbing different section of leaves and stem of Fuji/M.9EML, a young apple seedling. *Journal of Biotechnology*, 9:5320-5325.



استخراج و شناسایی ترکیبات فرار دو گونه مریم گلی بومی ایران (*Salvia* و *Salvia limbata*) (*multicaulis*) با استفاده از روش میکرواستخراج با فاز جامد

صدراله رضایی¹ - علیرضا عباسی^{2*} - عبدالعلی شجاعیان³ - نورالله احمدی⁴ - رزایا کوزولینو⁵ - سونیا پیاجننه⁶

تاریخ دریافت: 1393/07/22

تاریخ پذیرش: 1393/10/15

چکیده

تعداد 58 گونه از جنس مریم گلی به صورت گیاه علفی یکساله و چندساله در نقاط مختلف ایران وجود دارد که 17 گونه آن انحصاری ایران و دارای خواص دارویی متعدد مانند آنتی بیوتیک، آرام بخش، ضد نفخ، ضد اسپاسم است و به طور معمول در درمان بیماری های تنفسی مانند عفونت، سرفه، سرماخوردگی و گلو درد و صنایع آرایشی-بهداشتی کاربرد دارد. بخش های هوایی دو گونه مریم گلی لبه دار (*Salvia limbata*) و ارغوانی (*Salvia multicaulis*) کشت شده در مرحله گلدهی در خرداد 1391 برداشت شدند. ترکیبات فرار این گیاهان با روش میکرواستخراج با فاز جامد برای اولین مرتبه در ایران استخراج شد و ترکیبات اسانس های استخراج شده آن توسط دستگاه های کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی تعیین شدند. تعداد 66 ترکیب فرار در گیاه مریم گلی لبه دار شناسایی شد. ساینین (19/16 درصد)، بتا-پینن (19 درصد)، آلفا-پینن (16/30 درصد)، آلفا-ترپینولن (14/41 درصد)، ۱،۸-سینئول (10/86 درصد) و لیمون (3/73 درصد) بالاترین مقدار ترکیبات فرار این گیاه را تشکیل دادند. 58 ترکیب فرار در گیاه مریم گلی ارغوانی شناسایی شد. بیشترین میزان ترکیبات فرار گیاه مریم گلی ارغوانی به ترتیب کامفن (28/85 درصد)، آلفا-پینن (12/33 درصد)، کامفور (10/73 درصد)، لیمون (9/01 درصد)، ۱،۸-سینئول (5/47 درصد)، بتا-پینن (4/58 درصد) و بورنیل استات (3/75 درصد) بود. بخش اصلی ترکیبات فرار گیاهان مریم گلی لبه دار و ارغوانی از نوع مونوترپن ها (به ترتیب 91/57 و 84/28 درصد) و سزکوئی ترپن ها (به ترتیب 5/12 و 7/58 درصد) بودند. با توجه به نتایج بدست آمده در روش میکرواستخراج با فاز جامد که به ترکیبات در گیاه نزدیک تر است، استفاده از این روش توصیه می شود.

واژه های کلیدی: سزکوئی ترپن ها، متابولیت های ثانویه، مریم گلی ارغوانی، مریم گلی لبه دار، مونوترپن ها.

مقدمه

است. در گونه های مختلف جنس مریم گلی، ترکیبات اسانس در کرک های ترشعی متمایز شده مربوط به کرک های سپری، تولید می شوند و سپس از طریق مجراهای ذخیره ای زیرپوستی منتقل و ذخیره می شوند (26). همه بخش های رویشی و زایشی گیاه دارای اسانس است و مقدار اسانس در قسمت های مختلف گیاه متفاوت می باشد (11، 13 و 25).

به طور عمومی، مهم ترین موارد مصرف اسانس مریم گلی در صنایع عطرسازی، دارویی، فرآورده های آرایشی-بهداشتی و غذایی (به عنوان چاشنی، طعم دهنده و دمنوش) می باشد (12 و 21). مهم ترین خاصیت دارویی گیاه مریم گلی شامل اثر ضد عفونی کننده، آنتی بیوتیک، آرام بخش، کرم کشی، ضد اسپاسم، مسهل و بهبود دهنده عمل هضم است (18). ترکیبات فرار در این گونه ها دارای خواص مهم و کاربرد وسیع در صنایع گوناگون هستند که به طور مختصر به برخی از آن ها اشاره خواهد شد. آلفا-پینن یک ترکیب ضد التهاب و

مریم گلی یکی از گیاهان دارویی مهم و از بزرگ ترین جنس های تیره نعنا است که حدود 700 گونه از آن در سراسر جهان پراکنش دارد (17). 58 گونه از این جنس به صورت گیاه علفی یکساله و چندساله در نقاط مختلف ایران شناسایی شده است و 17 گونه آن انحصاری ایران می باشد (17 و 20). ماده مؤثره گیاه مریم گلی از نوع اسانس

- 1 و 3 - به ترتیب دانشجوی سابق دوره دکتری تخصصی علوم باغبانی (فیزیولوژی و اصلاح گیاهان دارویی و معطر) و استادیاران گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
- 2 - دانشیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
- 3 - نویسنده مسئول: (Email: rezabbasi@ut.ac.ir)
- 4 - استاد پژوهش موسسه علوم غذایی، آوولینو، ایتالیا
- 5 - دانشیار گروه داروسازی، دانشگاه سالرنو، فیشانو، ایتالیا

درصد)، 1، 8-سینئول (8/3 درصد) و لیمون (8/3 درصد) را در اساس مریم‌گلی ارغوانی گزارش نمودند. در پژوهش دیگر، آلفا-پین (26 درصد)، 1، 8-سینئول + لیمون (20 درصد) و کامفور (19 درصد) و آلفا-توجن (0/7 درصد) به عنوان ترکیبات مهم اساس آن گزارش شد (22). محمدحسینی (16) در بررسی ترکیبات فرار این گیاه، 1، 8-سینئول (25/3 درصد)، آلفا-تریپن (18/3 درصد)، کامفور (12/4 درصد)، کامفن (8/4 درصد) و بورنیل استات (7/9 درصد) را به عنوان ترکیبات اصلی بیان کرد.

مانچینی و همکاران (15) مهمترین ترکیبات فرار از بین 72 ترکیب شناسایی شده در گیاه مریم‌گلی ارغوانی را آلفا-کوپائن (6/6 درصد)، آلفا-تریپن (5/5 درصد)، میرتنول (4/6 درصد)، سایبیل استات (4/6 درصد) و بتا-کاروفیلن (4/4 درصد) گزارش کردند. همچنین باجی و کوکاک (3)، 1، 8-سینئول (17 درصد)، بتا-پین (13/7 درصد)، کامفور (13/2 درصد)، آلفا-پین (9/3 درصد)، والرانون (8/5 درصد) و آلفا-اودسمول (5/7 درصد) را به عنوان ترکیبات اصلی مریم‌گلی ارغوانی گزارش کردند.

متداولترین روش استخراج اساس گیاهان، تقطیر مستقیم بافت‌های گیاه، با آب یا بخار آب است. با توجه به اینکه در این روش‌ها دمای اعمالی در سیستم بالا است، امکان ایجاد مواد تخریبی و یا تغییر یافته در اساس وجود دارد. بنابراین انتظار تفاوت بین نتایج حاصل از این روش و اساس استنشاق شده در شرایط طبیعی از گیاه وجود دارد. امروزه علاوه بر روش تقطیر، روش‌های دیگری مانند استخراج با حلال، استخراج با دی اکسید کربن فوق بحرانی و روش‌های مختلف جذبی مورد توجه گسترده‌ای قرار گرفته است. در این میان، توجه محققان بیشتر به روش‌های میکرواستخراج فاز جذبی معطوف شده است که به دلیل عدم نیاز به حلال‌های آلی سمی و یا مصرف بسیار ناچیز آنها در زمره‌ی روش‌های دوستدار محیط زیست قرار می‌گیرد. به علاوه عدم استفاده از دماهای بالا برای مدت زمان‌های طولانی در این روش‌ها، امکان به حداقل رساندن تغییر در ماهیت طبیعی اساس استخراج شده را ایجاد می‌سازد (16). تکنیک میکرواستخراج با فاز جامد به طور ویژه برای نمونه‌های دارای مواد فرار و معطر استفاده می‌شود. این نمونه‌ها بطور کلی دارای ترکیباتی هستند که در مقابل گرما و اکسیداسیون و فتولیز ساختارشان تغییر می‌کند. این فرآیندهای نامطلوب طی این تکنیک کاهش می‌یابد که این امر مربوط به سادگی آماده‌سازی نمونه در این روش می‌باشد (8 و 9). در واقع، میکرواستخراج با فاز جامد یک روش با آماده‌سازی ساده است که فیبر پوشش‌دار شده توسط سلیکا به طور مستقیم وارد نمونه یا محفظه فوقانی نمونه شده و ترکیبات فرار توسط فیبر جذب می‌شوند و سپس برای تجزیه، فیبر درون محفظه تزریق دستگاه کروماتوگرافی گازی قرار می‌گیرد (4).

باج و همکاران (4) با مقایسه تجزیه اساس گیاه مریم‌گلی بدست

آنتی‌بیوتیک است و به طور گسترده در صنایع عطرسازی و دارویی و به صورت سنتز شده در تولید اساس‌های مصنوعی کاربرد دارند. 1، 8-سینئول (اکالیپتول) یک ترپن است که بخاطر عطر دلپذیر و مزه آن به عنوان طمعدهنده در صنایع عطرسازی و لوازم آرایشی، مواد غذایی و نوشیدنی‌ها و به عنوان ترکیب اصلی در دهان‌شویه‌ها و ضدسرفه‌ها کاربرد دارد و به عنوان حشره‌کش طبیعی و دورکننده طبیعی حشرات مورد استفاده قرار می‌گیرد. لیمونن تب‌بر است و در درمان بسیاری از سرطان‌ها به ویژه تومور مغزی و همچنین بیماری ریفلاکس معده نقش دارد. کامفور یک ترپن با بوی تند و دارای خاصیت ضد میکروبی است و به عنوان دورکننده حشره بید، طمعدهنده شیرینی‌ها و دسر‌ها استفاده می‌شود. این ترکیب در عطرسازی و خوشبو کردن مواد غذایی کاربرد دارد. کامفن و آلفا-تریپنولن با فرمول $C_{10}H_{16}$ از نوع مونوترپن هستند که به طور گسترده برای معطر کردن مواد آرایشی-بهداشتی و مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مریم‌گلی لبه‌دار¹ گیاهی چندساله، ایستاده، به ارتفاع 30 سانتی‌متر و دارای برگ‌های تخم مرغ و قلبی شکل و بدون بریدگی است و در امتداد رگبرگ‌ها با کرک‌های متعدد مویی و غده‌دار پوشیده شده است. گل‌آذین آن پانیکولی پهن و سفید رنگ با لب پایینی زرد کم‌رنگ است (17). سجادی و شاهپیری (24) با تجزیه بخش‌های هوایی گیاه مریم‌گلی لبه‌دار جمع‌آوری شده از عرصه طبیعی استان چهار محال و بختیاری، ترکیبات اصلی اساس را بی‌سیکلو جرماکرن (21/1 درصد)، آلفا-پین (15/5 درصد)، 1، 8-سینئول (11 درصد)، سایبیل (10/6 درصد)، بتا-پین (9/2 درصد) و اسپاتولنول (8/2 درصد) گزارش کردند. بخشی‌خانیکی و لاری‌یزدی (5) اسپاتولنول، لیمونن، آلفا-پین، بتا-کاروفیلن، میرسن و بتا-پین را به عنوان ترکیبات مهم مریم‌گلی لبه‌دار گزارش نمودند. کورکوگلو و همکاران (10) تعداد 48 و 42 ترکیب را در اساس مریم‌گلی لبه‌دار جمع‌آوری شده از دو منطقه شناسایی کردند و مهم‌ترین آن‌ها، آلفا پین (11/2-24/3 درصد)، بتا-پین (10-20/9 درصد) و سایبیل (14/6-17/4 درصد) بودند.

مریم‌گلی ارغوانی (گل اروانه)² گیاهی خشبی، ایستاده، با ارتفاع 50 سانتی‌متر، دارای ساقه‌های متعدد کرکی بلند تا کرکی غده‌ای، برگ‌های بدون بریدگی و بیضوی تا دایره‌ای شکل و گل‌ها به رنگ بنفش است (17). باجی و کوچاک (3) با بررسی ترکیبات اساس حاصل از قسمت‌های هوایی مریم‌گلی ارغوانی دریافتند که 1، 8-سینئول (17 درصد) و کامفور (13/2 درصد) ترکیبات اصلی اساس آن می‌باشند. همچنین احمدی و میرزا (2) ترکیبات بورنیل استات (18/1 درصد)، بتا-کاروفیلن (16/5)، آلفا-پین (15/6 درصد)، کامفور (10

1- *Salvia limbata* C. A. MEY.

2- *Salvia multicaulis* Vahl.

با فاز جامد از شرکت Supelco و ستون HP-Innowax (30 متر × 0/25 میلی‌متر × 0/5 میکرومتر) در کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی از شرکت آجیلنت خریداری شد. آماده‌سازی فیبرهای SPME طبق دستورالعمل شرکت سازنده و کمتر از حداکثر درجه‌حرارت انجام شد. قبل از اولین مرتبه آنالیز در هر روز، فیبرها به مدت 5 دقیقه در درجه‌حرارت عملیاتی متصل به آنالیزاتور کروماتوگرافی گازی جهت حذف هر گونه ترکیب پوشش داده شده روی فیبر آماده‌سازی شدند و سطح خالی آن بررسی شد. تمام آنالیزها سه مرتبه تکرار شدند.

آماده‌سازی نمونه و روش میکرواستخراج با فاز جامد

بهینه‌سازی شرایط استخراج و واجذب² در روش میکرواستخراج با فاز جامد با استفاده از برگ‌های خشک گیاه مریم‌گلی³ به عنوان ماتریکس انجام شد. میزان 15 میلی‌گرم برگ خشک در ویال 20 میلی‌لیتری دارای درپوش ریخته شد. سپس 0/5 گرم سولفات سدیم و 5 میلی‌لیتر محلول اتانول 5 درصد به آن اضافه و به مدت 1 دقیقه به شدت ورتکس شد. بعد از ورتکس، ویال‌ها با سپتوم از جنس تفلون و یک درب آلومینیومی برای ایجاد شرایط فضای فوقانی و آنالیز متوالی بسته شدند. ویال نمونه در قسمت گرم کننده دستگاه قرار داده شد و به مدت 20 دقیقه در درجه‌حرارت 40 درجه سانتی‌گراد جهت تعادل سیستم قرار گرفت. فرآیند استخراج و تزریق به صورت خودکار با استفاده از اتوسمپلر 2 MPS (آلمان) انجام شد. سپس فیبرها به صورت خودکار به مدت 10 دقیقه درون سپتوم ویال قرار گرفت و اجازه داده شد که ترکیبات فرار جذب سطح فیبر SPME شود.

کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی

به منظور واجذب ترکیبات فرار، فیبر SPME در قسمت ورودی آنالیزاتور دستگاه کروماتوگرافی گازی (آجیلنت مدل 7890A) متصل به طیف‌سنج جرمی (Agilent 5975 C) قرار داده شد. ترکیبات فرار به صورت حرارتی واجذب شدند و بطور مستقیم به ستون HP-Innowax دارای طول 30 متر، قطر 0/25 میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن 0/25 میکرومتر منتقل و تجزیه شدند. در برنامه دمایی، دمای آون ابتدا 40 درجه سانتی‌گراد به مدت 1 دقیقه و در ادامه با شیب 4 درجه سانتی‌گراد بر دقیقه تا 200 درجه سانتی‌گراد افزایش یافت. سپس با سرعت 10 درجه سانتی‌گراد در دقیقه تا 240 درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و به مدت 5 دقیقه در همان دما نگهداری شد. درجه‌حرارت منبع یونیزاسیون و آنالیزر چهار قطبی به ترتیب در 230 و 150 درجه سانتی‌گراد بود.

آمده با روش تقطیر با کلونجر و روش میکرواستخراج با فاز جامد دریافتند ترکیبات اصلی مونوترپنی مانند کامفور و آلفا-توجن در هر دو مشابه بودند و تفاوت‌هایی در سزکوئی‌ترین و دی‌ترپن‌ها مشاهده کردند به طوریکه مقدار این ترکیبات در روش تقطیر بیشتر بودند.

گزارش‌های متعددی در مورد شناسایی ترکیبات اسانس دو گونه حاضر از نقاط مختلف ایران و جهان وجود دارد اما گزارشی در مورد استخراج ترکیبات فرار با روش میکرواستخراج با فاز جامد¹ و همچنین در شرایط کشت شده در مورد این دو گونه گیاه مریم‌گلی وجود ندارد و بررسی ترکیبات فرار این گیاهان در شرایط کشت شده با این روش ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین پژوهش حاضر با هدف استخراج و تجزیه ترکیبات شیمیایی فرار دو گونه مریم‌گلی بومی ایران شامل مریم‌گلی لبه‌دار و مریم‌گلی ارغوانی در شرایط کشت شده بوسیله روش میکرواستخراج با فاز جامد انجام شد.

مواد و روش‌ها

بذر دو گونه مریم‌گلی لبه‌دار و ارغوانی از بانک ژن موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور تهیه شد. جهت تولید نشاء گیاهان مورد نظر، بذر آن‌ها در سینی کاشت حاوی کوکوپیت و پرلیت در گلخانه در بهمن 1390 کشت شد. گیاهان بعد از گذشت 40 روز در مرحله چهار برگ حقیقی به گلدان حاوی کوکوپیت و پرلیت منتقل شدند. بعد از گذشت یک ماه گیاهان به گلدان با قطر 25 و ارتفاع 30 سانتی متر حاوی خاک باغچه، خاکبرگ و ماسه (به نسبت 1:2:1) منتقل شدند و در طول دوره رشد در شرایط کنترل شده و یکسان از نظر نور، درجه‌حرارت و رطوبت نسبی گلخانه قرار گرفتند. از زمان کاشت نشاء تا به گل رفتن، 5 ماه بود. بخش‌های هوایی گیاهان در زمان گلدهی در اواخر خرداد 1391 برداشت شدند و بلافاصله در نیتروژن مایع قرار گرفتند. در ادامه نمونه‌های گیاهی در دمای منفی 80 درجه سانتی‌گراد نگهداری و سپس با دستگاه خشک‌کن انجمادی خشک شدند.

مواد شیمیایی و معرف‌ها

کربوهیدرات‌های استاندارد از قبیل آلکان C8-C20 با غلظت 40 میلی‌گرم بر لیتر در هگزان (Fluka)، سولفات سدیم (سیگما) و اتانول (ROMIL Ltd) تهیه شدند. آماده‌سازی آب فوق خالص (18/2 میلی‌پور) با استفاده از سیستم تصفیه میلی‌پور (Millipore Corp) انجام شد. گاز هلیوم با درجه خلوص بسیار بالا (Rivoira) به عنوان گاز حامل در کروماتوگرافی گازی مورد استفاده قرار گرفت. فیبرهای جاذب و محفظه‌های شیشه‌ای مورد استفاده در روش میکرواستخراج

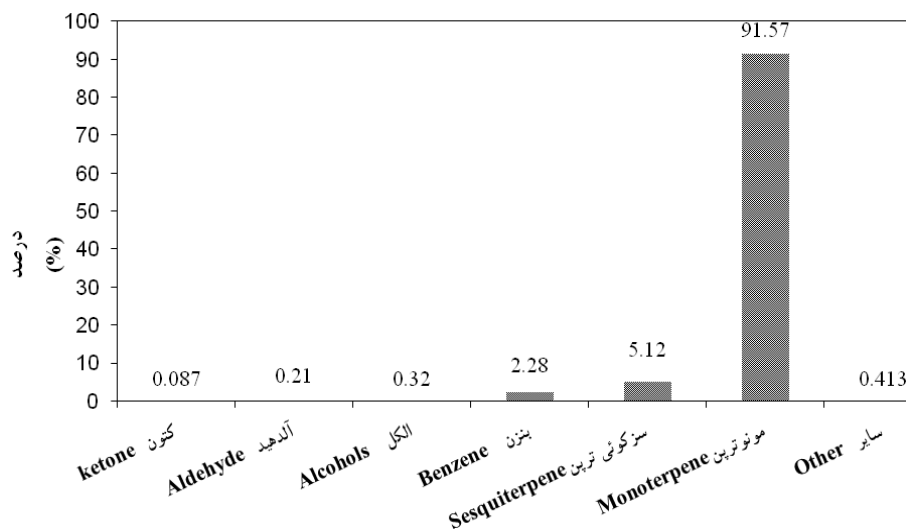
2- Desorption

3- *Salvia officinalis* L.

1- Solid-Phase Microextraction

جدول ۱- ترکیبات فرار شناسایی شده در گیاهان مریم‌گلی ابردار و ارغوانی
Table 1- Identified volatile compounds in *Salvia limbatia* (S. L.) and *Salvia multicaulis* (S. M.) plants

مریم‌گلی ابردار S. L. (%)	مریم‌گلی ارغوانی S. M. (%)	زمان یازداری RT	شاخص یازداری RI	ترکیب Compound	ردیف No.	مریم‌گلی ابردار S. L. (%)	مریم‌گلی ارغوانی S. M. (%)	زمان یازداری RT	شاخص یازداری RI	ترکیب Compound	ردیف No.
0.36	0.21	18.80	1497	α -Copaene	41	0.02	-	4.10	-	2-Pentanone	1
-	0.13	18.90	1497	2-Ethyl-1-Hexanol	42	0.04	-	4.50	-	2-Methyl-3-Pentanone	2
0.02	0.06	19.40	1498	Decanal	43	0.05	-	4.60	1015	Tricyclene	3
0.01	10.73	19.80	1532	Camphor	44	0.003	-	4.70	1018	2-Pentanone-4-Methyl	4
0.14	0.09	20.50	1549	β -Cubebene	45	0.01	-	4.80	1024	Isobutyl Acetate	5
-	0.15	20.60	1551	Delta Selinene	46	16.30	12.33	4.90	1032	α -Pinene	6
0.04	0.12	20.88	1553	Linalool	47	1.14	0.60	5.00	1035	α -Thujene	7
-	1.77	21.10	1556	Linalyl Acetate	48	-	-	5.70	1063	α -Fenchene	8
0.06	0.42	21.40	1580	Pinocarvone	49	1.17	28.85	5.90	1076	Camphene	9
0.17	3.75	21.70	1597	Bornyl Acetate	50	0.01	-	6.30	1093	Hexanal	10
0.20	1.51	22.00	1611	Calarene	51	19.00	4.58	6.80	1118	β -Pinene	11
0.03	1.21	22.20	1612	Caryophyllene	52	19.16	0.06	7.20	1132	Sabinene	12
0.04	0.27	22.40	1613	Terpinene-4-ol	53	0.02	-	7.80	1150	α -Phellandrene	13
0.29	-	22.60	1628	Aromadendrene	54	0.43	-	8.10	1160	Delta 3-Carene	14
0.04	1.10	23.10	1648	Myrtanal	55	0.59	-	8.50	1218	β -Phellandrene	15
0.04	-	23.70	1661	allo-Aromadendrene	56	1.88	0.79	8.70	1174	β -Myrcene	16
0.03	-	23.90	1664	Trans-Pinocarveol	57	1.05	0.08	9.00	1188	α -Terpinene	17
-	0.24	24.30	1689	α -Humulene	58	3.73	9.01	9.60	1203	Limonene	18
0.14	0.03	24.40	1694	(+) Epi-Bicyclo-sesquiphellandrene	59	10.86	5.47	9.90	1213	1,8-Cineole	19
-	1.87	24.90	1698	Myrtenyl Acetate	60	0.18	0.23	10.40	1237	Trans-2-Hexenal	20
0.12	-	25.00	1702	α -Amorphene	61	0.02	0.10	10.90	1246	Cis- β -Ocimene	21
0.17	0.75	25.10	1706	α -Terpineol	62	1.05	0.19	11.20	1256	Gamma Terpinene	22
0.07	1.42	25.20	1719	Borneol	63	0.05	0.11	11.40	1266	Trans- β -Ocimene	23
1.53	0.57	25.50	1721	Germaacrene D	64	1.91	2.69	12.00	1278	P-Cymene	24
-	0.10	25.60	1730	Dodecanal	64	0.14	0.25	12.10	1278	O-Cymene	25
-	0.10	26.00	1740	α -Murolene	66	14.41	0.05	12.30	1286	α -Terpinolene	26
1.97	-	26.20	1755	Bicyclo-Germacrene	67	-	0.09	12.59	1292	2-Octanone	27
0.29	0.54	26.90	1773	Delta Cadinenene	68	0.01	-	14.20	1306	2-Hexen-1-ol Acetate	28
0.02	-	27.00	1776	β -Citronellol	69	0.004	-	14.30	1338	Sulcatone	29
0.02	-	27.50	1779	Cadina-1,4-diene	70	-	0.01	15.40	1375	Alloicimene	30
0.01	1.23	27.70	1784	Myrtenol	71	-	0.09	15.60	1403	1-Octen-3-yl Acetate	31
0.03	-	27.80	1795	α -Cadinenene	72	0.32	0.48	16.00	1417	3-Octanol	32
0.01	-	28.00	1797	Nerol	73	0.01	0.05	16.80	1430	α -Thujone	33
0.03	0.18	28.90	1739	Cis Calamenene	74	0.11	0.92	17.10	1442	1,1-Dimethylethyl	34
0.003	0.03	29.50	1854	Geranyl Acetone	75	0.02	0.02	17.30	1449	Ethyl Octanoate	35
0.03	0.03	31.00	1941	α -Calacorene	76	-	0.14	17.40	1451	β -Thujone	36
-	0.12	32.70	2008	Caryophyllene Oxide	77	0.12	0.10	17.60	1462	Benzene 1-Methoxy-3-Methyl	37
-	2.58	34.10	2050	Nerolidol	78	0.09	0.05	18.00	1466	α -Cubebene	38
0.01	0.08	38.20	2198	Thymol	79	-	0.02	18.20	1573	Trans (Cis) Sabinene Hydrate	39
						0.12	0.02	18.70	1612	Bicycloelemene	40



شکل 1- طبقه‌بندی ترکیبات فرار در گیاه مریم‌گلی لبه‌دار بر اساس گروه‌های شیمیایی
Figure 1- Classification of volatile compounds in *Salvia limbata* based chemical groups

مریم‌گلی لبه‌دار را نشان داد که 100 درصد ترکیبات فرار این گیاه را به خود اختصاص داده است. در میان ترکیبات فرار شناسایی شده به ترتیب، سابینن (19/16 درصد)، بتا-پینن (19 درصد)، آلفا-پینن (10/86 درصد) و لیمونن (3/73 درصد) بالاترین مقدار ترکیبات تشکیل دهنده اسانس این گیاه را تشکیل داده اند که در مجموع حدود 80 درصد ترکیبات فرار این گیاه می‌باشد. بخش اصلی ترکیبات فرار این گیاه از نوع مونوترپن‌ها به میزان 91/57 درصد است و پس از آن سزکوئی‌ترپن‌ها (5/12 درصد) مهمترین ترکیبات فرار را تشکیل داده است. از بین ترکیبات سزکوئی‌ترپن، بی‌سیکلوگرامرن (1/97 درصد)، جرماکرن D (1/53 درصد) و آلفا-کوپائن (0/36 درصد) نیز بیشترین مقدار را دارا هستند (شکل 1). مقدار سایر ترکیبات فرار در جدول 1 آمده است.

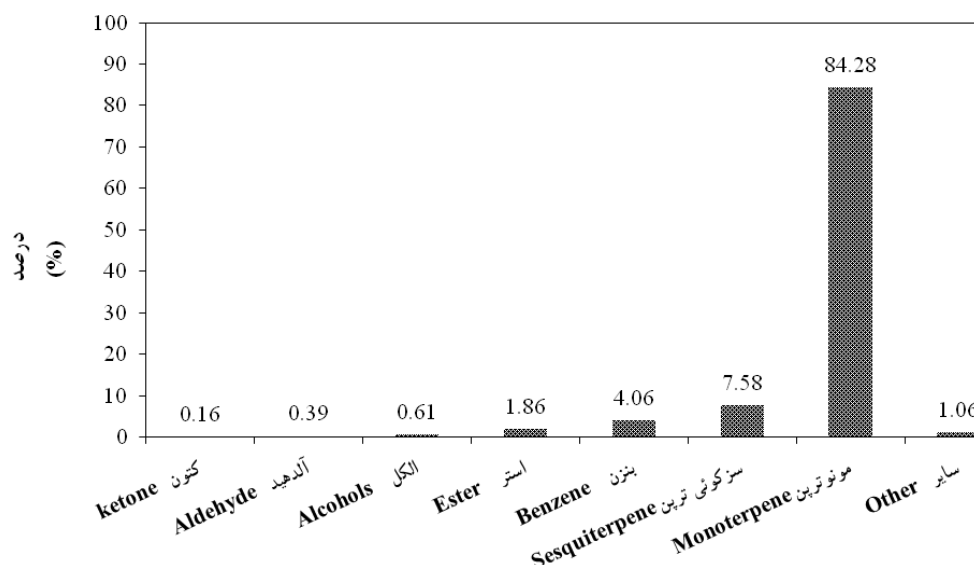
با مقایسه نتایج تجزیه اسانس مریم‌گلی لبه‌دار با پژوهش‌های پیشین مشاهده شد که وجود برخی ترکیبات در این پژوهش مانند آلفا-پینن، بتا-پینن، 1، 8-سینئول و سابینن با پژوهش‌های پیشین به عنوان ترکیبات اصلی مشابه است. از سوی دیگر برخی ترکیبات از جمله آلفا-ترپینولن به عنوان یک ترکیب اصلی جدید در پژوهش حاضر مشاهده شد که در پژوهش‌های پیشین گزارش نشده است. (5 و 24). بخشی‌خانکی و لاری‌یزدی (5) مهم‌ترین ترکیبات اسانس حاصل از برگ مریم‌گلی لبه‌دار شامل میرسن (7/2 درصد)، بتا-پینن (6/5 درصد)، لیمونن (5/2 درصد) و اسپاتولنول (4/3 درصد) گزارش کردند که از نظر بتا-پینن و لیمونن به عنوان ترکیبات اصلی با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

گاز هلیوم با سرعت 1/5 میلی‌لیتر در دقیقه به عنوان گاز حامل استفاده شد. درجه‌حرارت انژکتور 240 درجه سانتی‌گراد بود و از حالت بدون تقسیم پالسی برای تجزیه استفاده شد. فیبر به مدت 10 دقیقه درون انژکتور قرار گرفت. طیف‌های جرمی در یک ولتاژ یونیزاسیون 70 الکترون ولت بدست آمدند و توسط شناساگر طیف‌سنجی شناسایی شدند. فعالیت شناساگر در دامنه بین 30 و 300 جرم به بار¹ با سرعت اسکن 2/7 اسکن در ثانیه بود. تمام آنالیزها سه مرتبه تکرار شدند.

شناسایی ترکیبات فرار با مقایسه زمان بازداری و طیف‌های جرمی با استانداردهای معتبر تزریق شده در شرایط یکسان انجام شد. در مورد برخی ترکیبات فرار که استانداردهای معتبر وجود نداشت، شناسایی آن‌ها از طریق مقایسه شاخص‌های بازداری بدست آمده وابسته به زمان بازداری سری‌های آلکان C8-C20 دارای الحاق خطی با ترکیبات معتبر و منابع انجام شد (1، 27). شناسایی ترکیبات از طریق جستجوی طیف‌های جرمی موجود در پایگاه اطلاعاتی NIST تایید شد. مساحت زیر پیک هر متابولیت خاص نسبت به مساحت کل پیک بیان شد. بر اساس تفکیک‌پذیری پیک، سطوح آن از میزان کل یون محاسبه شد.

نتایج و بحث

مریم‌گلی لبه‌دار: کلیه ترکیبات فرار شناسایی شده همراه با درصد نسبی، زمان و شاخص بازداری گیاه مریم‌گلی لبه‌دار در جدول شماره 1 آمده است. نتایج بدست آمده وجود 66 ترکیب فرار در گیاه



شکل 2- طبقه‌بندی ترکیبات فرار در گیاه مریم‌گلی ارغوانی بر اساس گروه‌های شیمیایی
Figure 2- Classification of volatile compounds in *Salvia multicaulis* based chemical groups

ترکیبات اصلی و اختصاصی در مریم‌گلی ارغوانی وجود داشت در حالیکه ترکیبات مانند ساینین و آلفا-ترپینولن در گیاه مریم‌گلی لبه‌دار شناسایی شدند. با توجه به اینکه این روش بر پایه فاز گازی می‌باشد، بیشترین ترکیبات فرار در هر دو گیاه از نوع ترپنئیدی به ویژه مونوترپن بودند. با مقایسه طبقه‌بندی گروه‌های شیمیایی موجود در دو گیاه مشخص شد که به طور نسبی گروه‌های شیمیایی مشابهی در هر دو گیاه وجود دارد. میزان مونوترپن‌ها در مریم‌گلی لبه‌دار بیشتر از مریم‌گلی ارغوانی بود در حالیکه مقدار سزکوئی‌ترین‌ها در مریم‌گلی ارغوانی بیشتر بود. همچنین در مریم‌گلی ارغوانی برخی ترکیبات متعلق به دسته استرها وجود داشت که در مریم‌گلی لبه‌دار مشاهده نشد.

مقایسه ترکیبات شناسایی شده در این تحقیق با سایر گزارش‌ها، وجود شباهت‌ها و تفاوت‌هایی را از نظر نوع و مقدار ترکیبات شناسایی شده نشان می‌دهند. همچنین برخی ترکیبات مانند آلفا-ترپینولن در مقادیر کم در این پژوهش وجود داشت که در پژوهش‌های پیشین گزارش نشده است و بالعکس. این تفاوت‌ها ممکن است به دلایل گوناگونی به شرح زیر باشد: الف) تفاوت در زمان جمع‌آوری گیاهان و شرایط اکولوژیک منابع بذری اولیه گیاهان می‌تواند بر میزان و نوع ترکیبات تاثیرگذار باشد (19). ب) در پژوهش‌های پیشین، پژوهشگران نمونه‌های گیاهی را از عرصه‌های طبیعی جمع‌آوری نموده و اقدام به اسانس‌گیری نموده‌اند که نتایج بدست آمده ناشی از برهمکنش عامل ژنتیک و محیط می‌باشد، در صورتیکه در پژوهش حاضر از گیاهان کشت شده در شرایط کنترل شده استفاده شده است (19، 7 و 14). ج)

مریم‌گلی ارغوانی: تعداد 58 ترکیب فرار در گیاه مریم‌گلی ارغوانی شناسایی شد (جدول 1). بیشترین میزان ترکیبات فرار گیاه مریم‌گلی ارغوانی به ترتیب کامفن (28/85 درصد)، آلفا-پینن (12/33 درصد)، کامفور (10/73 درصد)، لیمونن (9/01 درصد)، 1، 8-سینئول (5/47 درصد)، بتا-پینن (4/58 درصد) و بورنیل استات (3/75 درصد) بود که در مجموع حدود 75 درصد ترکیبات فرار آن را تشکیل داده‌اند. بیشترین میزان ترکیبات فرار موجود در اسانس متعلق به گروه مونوترپن‌ها به میزان 84/28 درصد می‌باشد و پس از آن سزکوئی‌ترین‌ها (7/58 درصد) بود (شکل 2). مهم‌ترین سزکوئی‌ترین‌های موجود در اسانس مریم‌گلی ارغوانی نرولیدول (2/58 درصد)، کالارن (1/51 درصد)، تری سیکلن (1/25 درصد)، کاربوفیلن (1/21 درصد) و جرماکرن D (0/57 درصد) بود.

نتایج بدست آمده از تجزیه ترکیبات فرار گیاه مریم‌گلی ارغوانی از نقطه نظر نوع ترکیبات اصلی تا حدودی با یافته‌های محمدحسینی (16)، احمدی و میرزا (2) روستائیان و همکاران (22) و باگچی و کوچاک (3) مطابقت داشت اما از نظر مقدار ترکیبات اصلی تفاوت وجود داشت. برخی ترکیبات نظیر بتا-کاربوفیلن که به عنوان یکی از ترکیبات اصلی اسانس مریم‌گلی ارغوانی در تحقیق احمدی و میرزا (2) گزارش شده است در مطالعه حاضر در مقدار پائینی وجود داشت.

با مقایسه ترکیبات فرار اصلی در این دو گیاه، مشاهده شد که بتا-پینن، آلفا-پینن، 1، 8-سینئول و لیمونن در هر دو گیاه مشابه هستند و بخش زیادی از ترکیبات فرار این گیاهان را تشکیل می‌دهند. ترکیباتی مانند کامفن، کامفور و بورنیل استات به عنوان

در استخراج اسانس از گیاه که با روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر که از درجه حرارت بالا به مدت 2 تا 3 ساعت استفاده می شود، بسیاری از ترکیبات فرار با وزن مولکولی و نقطه جوش پایین تحت تاثیر فرآیندهای هیدرولیز، پلیمریزاسیون و رزینی شدن از بین رفته و یا به ترکیبات دیگر تبدیل می شوند (23). بنابراین با توجه به انجام روش میکرواستخراج با فاز جامد در مطالعه حاضر برای استخراج ترکیبات فرار و عدم استفاده از درجه حرارت بالا، ترکیبات شناسایی شده با ترکیبات موجود در گیاه تشابه بیشتری داشته و به واقعیت نزدیک تر می باشد.

نتیجه گیری کلی و پیشنهاد

با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش، از بین ترکیبات اصلی، بتا-پینن، آلفا-پینن، 1، 8-سینئول و لیمونن در هر دو گیاه مشابه بودند. کامفن، کامفور و بورنیل استات به صورت اختصاصی در گیاه مریم گلی ارغوانی و سابینن و آلفا-ترپینولن در گیاه مریم گلی

لبه دار شناسایی شدند. بیشترین ترکیبات فرار هر دو گیاه از نوع ترپنوئیدی به ویژه مونوترپن بودند که میزان مونوترپن ها در مریم گلی لبه دار بیشتر از مریم گلی ارغوانی بود و مقدار سزکوئی ترپن ها در مریم گلی ارغوانی بیشتر بود. در مریم گلی ارغوانی برخی ترکیبات متعلق به گروه استرها مشاهده شد. آلفا-ترپینولن به عنوان یکی از ترکیبات اصلی تنها در مریم گلی لبه دار گزارش شد. با توجه به اینکه نتایج استفاده از روش میکرواستخراج با فاز جامد از نظر استخراج ترکیبات اصلی در گیاهان مریم گلی لبه دار و ارغوانی شباهت زیادی با روش معمول تقطیر برای استخراج اسانس می باشد و همچنین وجود مزایای مختلف این روش مانند نیاز به ماده گیاهی بسیار کم، زمان کوتاه استخراج، عدم استفاده از دماهای بالا برای مدت زمان طولانی، ارزان بودن و کاربرد بسیار ساده، مطالعات بیشتر برای استفاده از این روش در استخراج ترکیبات فرار گیاهان دارویی و معطر توصیه می شود.

منابع

- Adams R.P. 1995. Identification of essential oil components by Gas chromatography/mass spectroscopy. Allured Publishing Crop, Carol Stream. IL, USA.
- Ahmadi L. and Mirza M. 1999. Essential oil of *Salvia multicaulis* Vahl from Iran. Journal of Essential Oil Research, 11(3):289-290.
- Bagci E. and kocak A. 2008. Essential Oil Composition of the aerial parts of two *Salvia* L. (*S. multicaulis* Vahl. Enum and *S. tricochlada* Benthham) species from East Anatolian region (Turkey). International Journal of Science & Technology, 3(1):13-18.
- Baj T., Ludwiczuk A., Sieniawska E., Wozniak K.S., Wideliski J., Zieba K. and Glowinski K. 2013. GC-MS analysis of essential oils from *Salvia officinalis* L.: comparison of extraction methods of the volatile components. Acta Poloniae Pharmaceutica - Drug Research, 70(1):35-40.
- Bakhshi Khaniki Gh., and Lari Yazdi H. 2009. The survey of essential oils composition in *Salvia limbata* & *Salvia macrosiphon*. Biology journal of Islamic Azad University (Garmsar Branch), 4 (1):33-42.
- Chen Y., Guo Z., Wang X. and Qiu C. 2008. Sample preparation, Journal of Chromatography A, 1184:191-219.
- Duarte A.R., Naves R.R., Santos S.C., Seraphin J.C. and Ferri P.H. 2010. Genetic and environmental influence on essential oil composition of *Eugenia dysenterica*. Journal of the Brazilian Chemistry Society, 21(8):1459-1467.
- Ghiasvand A.R., Setkova L. and Pawliszyn J. 2006. Determination of flavor profile in Iranian fragrant rice samples using cold-fiber SPME- GC- TOF- MS. Flavour and Fragrance Journal, 22: 377-391.
- Ghiasvand A.R., Hosseinzadeh S. and Pawliszyn J. 2006. New cold-fiber headspace solid-phase micro extraction (SPME) device for quantitative extraction of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediment. Journal of chromatography, 1124:35-42.
- Kürkçüoğlu M., Demirci B., Baser K.H.C., Dirmenci T., Tümen G. and Özgen U. 2005. The Essential Oil of *Salvia limbata* C.A. Meyer Growing in Turkey. Journal of Essential Oil Research, 17(2): 192-193
- Lakušić B.S., Ristić M.S., Slavkowska V.N., Stojanović D.L. and Lakušić D.V. 2013. Variations in essential oil yields and compositions of *Salvia officinalis* (Lamiaceae) at different developmental stages. Botanica SERBICA, 37(2):127-139.
- Lambert Ortiz E. 1996. Encyclopedia of herbs, spices and flavouring. Dorling Kinderslei, London.
- Lari Yazdi H., Goudarzi M., Yazdani D. and Chehregai A.K. 2005. Essential oils composition of leaves and flowers of *Salvia syriaca* L. and *S. reuterana* Boiss. from Borujerd-Iran. Quarterly Journal of Medicinal Plants, 4(16):15-21.
- Loziene K. and Venskutonis P.R. 2005. Influence of environmental and genetic factors on the stability of essential oil composition of *Thymus pulegioides*. Biochemical Systematics and Ecology, 33(5):517-525.
- Mancini E., Arnold N. A., De Martino L., De Feo V., Formisano C., Senatore F. and Rigano D. 2009. Chemical

- Composition and Phytotoxic Effects of Essential Oils of *Salvia hierosolymitana* Boiss. and *Salvia multicaulis* Vahl. var. *simplicifolia* Boiss. Growing Wild in Lebanon. *Molecules*, 14:4725-4736.
- 16- Mohammadhosseini M. 2012. Hydrodistilled volatile oils of the flowers of *Salvia leriifolia* Bench. and *Salvia multicaulis* Vahl. as two growing wild plants in Iran. *Asian Journal of Chemistry*, 24(4):1432-1434.
- 17- Mozafarian V. 2008. Ilam Flora. Farhang Moaser Publication. Tehran.
- 18- Odyminih P. 1995. Complete medicinal herbal, Dorling Kindersley.
- 19- Omidbaigi R. 2005. Production and processing of medicinal plants. volume 1. Behnashr Publication. Mashhad.
- 20- Rechinger K.H. 1992. Flora Iranica . No: 150, Graz: Akademische Druck-uVerlagsanstalt, Graz, Austria.
- 21- Reineccius G. 1994. Source book of flavors. Chapman and Hall, New York/London.
- 22- Rustaiyan A., Masoudi Sh., Monfared A. and Komeilizadeh H. 1999. Volatile constituents of three *Salvia* species grown wild in Iran. *Flavour and Fragrance Journal*, 14:276-278.
- 23- Sefidkon F. 2007. Chemistry and industrial production of essential oils. Zavash Publication. Tehran.
- 24- Sajjadi S.E. and Shahpiri Z. 2004. Chemical composition of the essential oil of *Salvia limbata* C. A. MEY. DARU, 12(3):94-97.
- 25- Santos-Gomes P.C. and Fernandes-Ferreira M. 2001. Organ- and season-dependent variation in the essential oil composition of *Salvia officinalis* L. cultivated at two different sites. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49:2908-2916.
- 26- Schmidere C., Grassi P., Novak J., Weber M. and Franz C. 2008. Diversity of essential oil glands of clary sage (*Salvia sclarea* L., Lamiaceae). *Plant Biology (Stuttg)*, 10(4):433-440.
- 27- Van den Dool H. and Kratz P.D. 1963. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas liquid partition chromatography. *Journal of Chromatography A*, 11:463-471.



بررسی کود زیستی مایکوگرین بر روابط آبی و راندمان تولید ریز غده سیب زمینی در شرایط تنش خشکی

خسرو پرویزی^{1*} - مارگارت چان²

تاریخ دریافت: 1393/09/24

تاریخ پذیرش: 1394/04/03

چکیده

به منظور بررسی کود زیستی مایکوگرین بر رشد، عملکرد و کیفیت ریزغده سیب زمینی در شرایط تنش خشکی پژوهشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در چهار تکرار در شرایط گلخانه انجام شد. بدین منظور بستر کشت به نسبت 2:3 (پیت: پرلیت) تهیه و با نسبت وزنی 1 درصد با کود زیستی مایکوگرین مخلوط شد. تیمارهای آزمایشی شامل ریزغده‌های دو رقم سیب زمینی (آگریا و مارفونا) و سطوح آبیاری با سه دور 5، 8 و 11 روزه بودند. پس از برداشت، ریزغده‌ها به اندازه‌های مختلف تفکیک شده و درصد ماده خشک آن‌ها نیز اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در تیمار شاهد (دور آبیاری 5 روزه) گیاهان حاصل از ریزغده به طور معنی‌دار از مقدار نسبی آب برگ بیشتری نسبت به گیاهان در دو تیمار دیگر برخوردار بودند. اما گیاهان در دو دور آبیاری 8 و 11 روزه در مقایسه با شاهد پتانسیل اسمزی پایین‌تر و پرولین بیشتری داشتند و توانایی تنظیم اسمزی گیاهان با افزایش دور آبیاری با مصرف کود زیستی افزایش پیدا کرد. تفاوت معنی‌داری در میزان تولید ریزغده با اندازه متوسط و ریز در سه دور آبیاری مشاهده نشد. با این حال در تولید ریز غده درشت تفاوت تیمارهای آبیاری معنی‌دار بود. در دو دور آبیاری 5 و 8 روزه در مقایسه با تیمار 11 روزه به طور متوسط 62 درصد غده درشت‌تری تولید شد. در درصد ماده خشک ریز غده تولیدی سه سطح آبیاری وضعیتی مشابه داشتند. دو رقم سیب زمینی در مجموع واکنشی متفاوت در تولید ماده خشک ریزغده داشتند. در مجموع با نتایج این پژوهش مشخص شد که استفاده از کود زیستی مایکوگرین در کشت ریزغده سیب زمینی در شرایط معمول آبیاری و حتی با اعمال تنش ملایم (افزایش طول دوره آبیاری به 3 روز)، سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی تولید ریزغده در گیاهچه‌ها می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تنظیم اسمزی، عملکرد ریزغده، کم آبی، کود آلی

مقدمه

حاصلخیزی خاک در تولید محصولات در کشاورزی پایدار مطرح شده‌اند. کودهای بیولوژیک حاوی باکتری‌های محرک رشد³ از جنس‌های *Pseudomonas* و هم‌چنین *Bacillus* از طریق ساز و کارهای مختلفی از جمله تولید سیدروفورها، سنتز آنتی بیوتیک‌ها، تولید هورمون‌های گیاهی، افزایش جذب فسفر توسط گیاه، تثبیت نیتروژن و سنتز آنزیم‌هایی که مقدار اتیلن در گیاه را تنظیم می‌کنند، سبب تحریک رشد و افزایش قدرت گیاه می‌شوند (34).

قارچ‌های مایکوریز یکی از انواع کودهای زیستی بوده که از طریق رابطه همزیستی با ریشه گیاهان موجب افزایش کارایی جذب عناصر غذایی پرمصرف و حتی کم مصرف توسط گیاهان می‌شوند. هم‌چنین از طریق افزایش جذب آب، افزایش مقاومت در برابر تنش‌های زنده (عوامل بیماریزا) و غیر زنده (خشکی، شوری و...) سبب بهبود رشد، نمو و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم‌های

کیفیت خاک نه تنها به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن وابسته است بلکه ارتباط بسیار نزدیکی با خصوصیات بیولوژیکی آن نیز دارد (14). یک سیستم ریشه ای فعال، ترکیبات آلی را بطور منظم به محیط ریشه گیاه آزاد می‌کند. این ترکیبات سبب رشد و افزایش جامعه میکروبی خاک شده که بدنبال آن تنوع کارکردی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (21). در حال حاضر کودهای بیولوژیک به عنوان گزینه‌ای جایگزین برای کودهای شیمیایی، به منظور افزایش

1- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

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

2- دانشیار مرکز تحقیقات و توسعه منابع طبیعی، بخش بیوتکنولوژی، دانشگاه ایالتی ساراواک، مالزی.

های تلقیح شده با مخلوط دو ایزوله تجاری عملکرد غده بیشتری نسبت به بکارگیری *G. intraradices* به صورت خالص داشتند (13). همچنین در آزمایشی دیگر نتیجه گرفتند که ایزوله تجاری از قارچ مایکوریز گونه *G. intraradices* به صورتی معنی دار تولید ریزغده را در گیاهچه های حاصل از کشت بافت در رقم آتلانتیک سیب زمینی را افزایش می دهد (23).

تکثیر ریزغده ها معمولاً از نظر رشد و استقرار اولیه بطئی و کند است. کاهش قدرت رشد اولیه به ویژه اگر با تنش همراه باشد علاوه بر ایجاد حساسیت به آلودگی های قارچی و باکتریایی، منجر به کاهش چشمگیری در عملکرد نهایی در گیاهچه های حاصله می گردد. به منظور مطالعه تأثیر کود بیولوژیکی (زادامیه میکوریز و باکتری های محرک رشد) بر میزان قدرت رشد گیاهان حاصل از ریزغده، روابط آبی سیب زمینی و نیز عملکرد نهایی تولید ریزغده در شرایط تنش در سه دور آبیاری این آزمایش به اجرا درآمد.

مواد و روش ها

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر کاربرد کود زیستی مایکروگرین² (جدول 1) بر مقدار آب نسبی، پتانسل اسمزی، میزان پرولین برگ و همچنین عملکرد کمی و کیفی گیاهچه های حاصل از کشت ریزغده سیب زمینی در شرایط تنش خشکی انجام شد. کود زیستی مایکروگرین توسط شرکت پیت گرو در مالزی تولید شده و به عنوان کود بیولوژیک استفاده گسترده ای در گلکاری ها، نهالستان های تولید نخل روغنی، گیاهان خزانه ای و نشابی دارد. تولید این کود دارای مجوز رسمی از وزارت کشاورزی مالزی می باشد و به عنوان یک کود بیولوژیک که با قارچ میکوریز و باکتری های محرک رشد همراه می باشد، در مالزی مورد توجه فراوان می باشد. محل اجرای پژوهش گلخانه تحقیقاتی دانشگاه ایالتی ساراواک³ در کشور مالزی بود. ابتدا بستر کشت از پیت و پرلیت با نسبت 1:3 (پیت: پرلیت) تهیه و با کود زیستی مایکروگرین به نسبت 1 درصد وزنی کاملاً مخلوط گردید. مخلوط خاکی و کود به جعبه های کشت (با ابعاد 60×40 سانتی متر) منتقل گردیده و به مقدار 10 کیلوگرم در هر جعبه کشت توزیع گردید. کاشت ریزغده ها از دو رقم آگریا و مارفونا با فاصله 6×8 سانتی متر در هر جعبه کشت انجام شد. تعداد 16 عدد ریزغده جوانه دار در هر جعبه کاشت 80 گیاهچه در متر مربع و در عمق 7 سانتی متری صورت گرفت. طرح آزمایشی مورد استفاده آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح پایه کاملاً تصادفی بود. فاکتورهای آزمایش سه دور آبیاری 5 روزه (دور معمول در گلخانه)، 9 و 11 روزه (به عنوان تنش) و دو نوع رقم (سانته و آگریا)

کشاورزی پایدار می شوند (15، 29 و 32). گزارش های مختلف حکایت از این می نماید، که چنانچه باکتری های حل کننده فسفر در کودهای بیولوژیک و در تلقیح با قارچ میکوریز مورد استفاده قرار گیرند، به دلیل حلالیت فسفر از منابع آلی و معدنی غیر قابل دسترس و انتقال آن به ریزوسفر ریشه سبب تحریک رشد و نمو گیاهی می شوند. این امر به نوبه خود سبب استقرار بهتر میکوریز در محیط ریشه می شود (36). از گروه دیگر باکتری ها در محیط ریشه می توان به باکتری های تحریک کننده رشد که به نام باکتری های کمک کننده به استقرار میکوریز¹ نیز نامیده می شوند و نژادهای مختلف پنی باسیلوس را شامل می شود، اشاره کرد. این باکتری ها با سنتز آنزیم های فسفاتاز، استراز، تری هالاز و نیز تولید هورمون های محرک رشد با مکانسیم های مختلف اثر تحریکی بر توسعه و استقرار میکوریز دارند (25، 31، 37 و 39). به موازات نقش میکوریز در جذب عناصر غذایی، ریشه های میکوریز امکان دسترسی بهتر گیاه به آب را با واکنش هایی از قبیل تنظیم حرکت روزنه ای، افزایش هدایت هیدرولیکی آب، تنظیم اسمزی و کمک به پایداری پتانسیل آب سلولی میسر می سازند (5 و 12). در مطالعات دیگر اثرات قابل توجه میکوریز در تحمل به خشکی به نقش آن در افزایش جذب فسفر، تحریک سنتز سیتوکینین و افزایش راندمان فتوسنتز نسبت داده شده است (16). گیاهان میکوریزی قادرند با پتانسیل آب کمتر در خاک جذب بیشتری نسبت به گیاهان غیرمیکوریزی داشته باشند (32). همچنین سرعت تعرق در واحد سطح برگ در آنها نسبت به گیاهان غیر میکوریزی پایین تر است (4). توپار و همکاران (35) و سانچز بلانکو و همکاران (30) نشان دادند که گیاهان میکوریزی، سطح بالایی از هدایت روزنه ای نسبت به گیاهان غیر میکوریزی داشتند. سابرامانیان و همکاران (33) نشان دادند که گوجه فرنگی میکوریزی شده با گونه *Rosmarinus officinalis* تحت تنش خشکی در مقایسه با شاهد از مقدار نسبی آب برگ بالاتری هم در شرایط تنش خشکی و هم در شرایط آبیاری کامل برخوردار بود.

استفاده از غده چه ها و ریزغده های بذری سالم و عاری از بیماری در سیب زمینی از طریق کشت بافت با هدف کاهش انتقال عوامل بیماریزا به نسل بعد و تهیه بذور سالم، سرعت و قدرت رشد بیشتر، یکنواختی رشد در گیاهان حاصله و نهایتاً دستیابی به عملکرد بالا انجام می گیرد (9). ریز ازدیادی در سیب زمینی با هدف بالا بردن ضریب تکثیر و بر مبنای تولید ریزغده، علاوه بر تولید هسته اولیه بذور سالم، امکان ذخیره ژرم پلاسما جدید و انتقال آسان مواد گیاهی را میسر می سازد. در بررسی تأثیر دو ایزوله تجاری مخلوط از قارچ مایکوریز با نام های Vaminoc و Endorize و نیز جدایه خالص شده از قارچ آربوسکولار مایکوریز گونه *Glomus intraradices* بر میزان تولید غده و توزیع آن در اندازه های مختلف مشخص شد که گیاهچه

2 -Mycro-green

3 -University of International Technology Mara Sarawak (UITM)

1 - Mycorrhizal helper bacteria

مد نظر قرار گرفتند. هر تیمار آزمایشی در چهار تکرار اجرا شد. شروع تیمارهای آبیاری (5، 8 و 11 روزه) همزمان با خروج جوانه‌ها و تکمیل جوانه‌زنی صورت گرفت. درست قبل از هر آبیاری مقدار کاهش وزن جعبه‌های کشت اندازه‌گیری و به همان میزان آب تا رسیدن به ظرفیت مزرعه‌ای به هر جعبه کشت اضافه شد. جهت تأمین عناصر غذایی ریزمغذی که کود مایکوگترین فاقد آنها بود، کود میکرو کامل با نام تجاری فرتایل گرو¹ با نسبت وزنی 0/1 درصد وزنی به مخلوط خاکی اضافه و به صورت کامل با محیط کشت مخلوط گردید. در دو ماه اول کاشت و قبل از غده زایی طول روز با 16 ساعت تنظیم شد و دوره نوری بیشتر با روشن نمودن لامپ‌های سدیمی فشار بالا به صورت خودکار با زمان سنج مرکزی تأمین شد. در دو ماه آخر دوره رشد، طول روز معمولی 12 ساعته و کمتر برقرار شد. در روزهای ابری و بارانی با روشن کردن لامپ‌های سدیمی فشار بالا (با توزیع 2 عدد لامپ 250 وات) در هر 10 متر مربع از سطح گلخانه) و تأمین شدت نوری معادل 5000 لوکس به ازاء هر لامپ، کمبود نور در گلخانه جبران شد. پتانسیل اسمزی برگ در سه نوبت با شروع غده‌زایی، و دو نوبت پس از آن با فواصل دو هفته‌ای اندازه‌گیری شد. بدین منظور قسمتی از برگ همنس در تمام واحدهای آزمایشی، قبل از آبیاری جدا شده و به سرعت در میکروتیوب 1 میلی لیتری قرار داده و فوراً در نیتروژن مایع منجمد گردید. در زمان اندازه‌گیری، بعد از ذوب نمونه‌ها و تخریب یاخته‌ها در مدت کوتاه در دمای اتاق، عصاره یاخته‌ای با سانتریفوژ در دمای 4 درجه سانتی‌گراد با دور 4200 دور در دقیقه و به مدت 10 دقیقه استخراج گردید. بی‌درنگ پتانسیل اسمزی عصاره به وسیله دستگاه اسمومتر² اندازه‌گیری شد (11). برای تعیین مقدار نسبی آب برگ (RWC)³ همانند پتانسیل اسمزی در سه نوبت در زمان‌های یاد شده، سه دیسک برگ به قطر 7 میلی‌متر توزین (وزن تر) و سپس به مدت 4 ساعت در آب مقطر با دمای حدود 5 درجه سانتی‌گراد غوطه‌ور و در محل تاریک نگهداری گردید. بعد از خشک کردن سطحی به وسیله کاغذ خشک کن، نمونه‌ها دوباره توزین (وزن تورم کامل) و سپس وزن خشک آن‌ها در دمای 72 درجه سانتی‌گراد به مدت 24 ساعت تعیین گردید و به وسیله معادله (1) محاسبه شد.

$$RWC = ((Fw - Dw) / (Tw - Dw)) \times 100 \quad (1)$$

Tw، Fw و Dw به ترتیب وزن تورم کامل، وزن تر و وزن خشک نمونه‌ها را نشان می‌دهند (19).

برای برآورد توان تنظیم اسمزی از مقادیر مقدار نسبی آب و پتانسیل اسمزی برگ اندازه‌گیری شده، استفاده شد. مقدار نسبی آب و پتانسیل اسمزی متغیر وابسته به هم بوده و معادله رگرسیونی بین آن

ها به صورت زیر است.

$$\ln RWC = a - b \ln \psi_s \quad (2)$$

عکس شیب معادله 2 به عنوان برآوردی از توان تنظیم اسمزی گیاه بکار رفته است (18 و 20).

پرویلین با استفاده از روش ایریگوئن و همکاران (17) استخراج و با استفاده از منحنی حاصل از استانداردهایی از پرویلین (صفر تا 0/1 میکرومول بر لیتر) در طول موج 515 نانومتر با دستگاه اسپکتروفوتومتر اندازه‌گیری شد.

برای اطمینان از کلونیزه شدن زادمایه قارچ میکوریز موجود در کود مایکوگترین با ریشه در گیاهچه‌ها، هشت هفته پس از کاشت ریزغده‌ها، در هر واحد آزمایشی یک گیاهچه به صورت تصادفی برداشت شده و کلونیزاسیون ریشه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای تعیین شدت کلونیزاسیون قارچ در ریشه از روش فیلپس و هیمن (24) استفاده شد. درصد کلونیزاسیون ریشه‌ها براساس روش بیرمن و لیندرمن (10) محاسبه شد. در هنگام برداشت، گیاهچه‌ها با دقت از محیط کشت خارج شده و ریزغده‌های تولیدی پس از توزین به چهار کلاس با اندازه‌های متفاوت تفکیک شده (بزرگ‌تر از پنج گرم، سه تا پنج گرم، یک تا سه گرم و کوچک‌تر از یک گرم)، تعداد آن‌ها در هر کلاس بذری مشخص شده و بر اساس نسبت به گیاهچه موجود در هر جعبه کاشت متوسط تعداد ریزغده در هر گیاهچه و در هر تکرار برآورد گردید. جهت اندازه‌گیری ماده خشک غده سه نمونه تصادفی از هر تکرار جدا شده و پس از شستشو و خشک نمودن آن‌ها، برش‌هایی به صورت چپس از آن‌ها تهیه شده و در آون در دمای 85 درجه سانتی‌گراد بمدت 48 ساعت قرار گرفتند. بعد از چند نوبت توزین، و رسیدن به وزن ثابت، درصد ماده خشک آن‌ها از تقسیم وزن نهایی بر وزن اولیه و ضرب عدد حاصل در 100 تعیین شد. در خاتمه محاسبات آماری داده‌های حاصل از طریق نرم‌افزار SAS انجام شد. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال خطای 5 درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که کاربرد کود بیولوژیک مایکوگترین تأثیر معنی‌داری (در سطح احتمال 1 درصد) بر محتوای نسبی آب برگ در گیاهچه‌های سیب‌زمینی دارد. اثر دور آبیاری بر مقدار آب نسبی برگ در سطح 1 درصد معنی‌دار شد. در برهمکنش رقم و دور آبیاری تفاوت معنی‌دار ایجاد نشد (جدول 2). با مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که در دور آبیاری 5 روزه محتوای آب نسبی برگ در مقایسه با دو دور آبیاری 8 و 11 روزه بالاتر بود. اما تفاوت معنی‌دار در محتوای آب نسبی با دور آبیاری 11 روزه ایجاد شد و در هر دو رقم با دور آبیاری 8 روزه تفاوت‌ها در سطح 5 درصد آزمون دانکن معنی‌دار نشد (جدول 4).

1 - Fertile gro

2 - Osmometer (Osmomat 010, Gonotec GmbH, Berlin, Germany)

3 - Relative Water Content

گزارشات مختلف (5 و 21) بیانگر آن است که در خاکی با پتانسیل آبی برابر، برگ گیاهان میکوریزی از مقدار نسبی آب بیشتری در مقایسه با گیاهان غیرمیکوریزی برخوردار هستند. ارتباط بهتر ریشه و خاک باعث افزایش هدایت آبی خاک به سطح ریشه می‌شود و دلایلی وجود دارد که همزیستی گیاهان با قارچ های میکوریز می‌تواند هدایت آبی خاک به ریشه را تغییر دهد. در این آزمایش افزایش قابل توجه در میزان نسبی آب در دور آبیاری 5 و 8 روزه (تنش ملایم) با کاربرد کود بیولوژیک، می‌تواند با قابلیت بالای میکوریز موجود در کود در جهت کلونیزه شدن با گیاهچه‌های سیب زمینی مرتبط باشد. در مقابل کاهش محتوای آب نسبی در دور آبیاری 11 روزه (تنش شدید) بیانگر این موضوع مهم می‌باشد که هر چند میکوریز با کمک به هدایت هیدرولیکی قادر به افزایش قدرت جذب آب در شرایط کم آبی می‌باشد، اما این توانایی ممکن است نامحدود نبوده و در شرایطی از کم آبیاری که آستانه بحرانی تنش وجود دارد، می‌تواند کاهش پیدا کرده و یا به ظرفیت نهایی برسد. افزایش مقدار نسبی آب برگ در نتیجه تلقیح با میکوریز در گوجه‌فرنگی (33) در شرایط تنش و رژیم های مختلف آبی به اثبات رسیده است. همچنین روئیز لوزانو و آزکن (27) نشان دادند که در کاهوی تلقیح شده با میکوریز میزان آب نسبی برگ بیشتر از گیاهان شاهد بود.

پتانسیل اسمزی هم زمان با مقدار نسبی آب در سه نوبت اندازه گیری شد. روند تغییرات پتانسیل اسمزی در هر سه مرحله یکنواخت بود. با ادغام داده های سه مرحله، مشخص گردید که پتانسیل اسمزی برگ به طور معنی‌دار متأثر از دور آبیاری می‌باشد. برهمکنش دور آبیاری و نوع رقم تفاوت معنی‌دار نشان نداد. اثر دور آبیاری بر پتانسیل اسمزی برگ معنی‌دار شد (جدول 2). در هر دو رقم با افزایش دور آبیاری از 5 روز به 8 و 11 روز پتانسیل اسمزی افزایش پیدا کرد. در دو دور آبیاری 8 و 11 روزه تفاوت معنی‌دار با دور 5 روزه حاصل شد. اما این دو با همدیگر تفاوت معنی‌دار نداشتند (جدول 4). میکوریزی شدن منجر به کاهش پتانسیل اسمزی برگ در گیاهان تحت تنش خشکی می‌شود. پایین بودن پتانسیل اسمزی در گیاهچه‌های تیمار شده با کود زیستی حاوی میکوریز در تنش ملایم (8 روزه) موقعی که پتانسیل کل برگ ها در زمان تنش آبی بالاست، بیانگر این است که گیاهچه‌های میکوریزی شده در این شرایط قادر به عبور از تنش بوده و با کاستن از اثرات مخرب تنش، قادر به ادامه رشد و فعالیت فتوسنتزی فعال و موثر می‌باشند. کاهش پتانسیل اسمزی برگ در ورد (رز) تلقیح شده با *G. intraradices* و *G. deserticola* (8) گزارش شده است. استفاده از کود بیولوژیک و در نتیجه ایجاد تلقیح با میکوریز و باکتری محرک رشد در گیاهچه‌های سیب‌زمینی متناسب با دور آبیاری و شدت تنش آبی، تنظیم اسمزی را افزایش داد. این افزایش به صورت معنی‌دار در دور 8 و 11 روزه در مقایسه با دور 5 روزه قابل ملاحظه بود. طی آزمایشی (38) گزارش شد که در

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی کود بیولوژی مایکروگرین (M-Green).
Table 1- Chemical, physical and biological characters of mycogreen biofertilizer.

درصد رطوبت Moisture percentage	PH	درصد کربن Carbon percentage	C/N	نیترژن (درصد) N (%)	فسفر P ₂ O ₅ (ppm)	پتاسیم K ₂ O (ppm)	منیزیم MgO (ppm)	کلسیم Ca (ppm)	زادمایه میکوریز Mycorrhizal n.g. ⁻¹ (inoculum)	جمعیت باکتری محرک رشد growth promoting Rhizobacteria colony (cfu.g ⁻¹)
45-55	5.5-6.6	30-40	25-35	1-1.5	1200-1500	1200-1500	2000-3000	2000-7000	80-120	2-3×10 ⁷

گیاهان تلقیح شده با میکوریز و باکتریهای محرک رشد غلظت کربوهیدراتهای محلول و غیر ساختاری و نیز یونهای پتاسیم و منیزیم بالا رفته و این عوامل به عنوان اسمولیتها می توانند نقش مهمی در تنظیم اسمزی بویژه در شرایط تنش در گیاهان داشته باشند. سانچز-بلانکو و همکاران (30) گزارش کردند که همزیستی گیاه رزماری با قارچ *G. deserticola* باعث کاهش پتانسیل اسمزی برگ شده و گیاهان میکوریزی از توانایی تنظیم اسمزی بالاتری نسبت به شاهد برخوردار شدند. در پژوهش اوگ و همکاران (7) همزیستی لوبیا با قارچ میکوریز در شرایط فسفر کم باعث افزایش توانایی تنظیم اسمزی شده است. همچنین در ریحان تلقیح شده با قارچ میکوریز توانایی تنظیم اسمزی در مقایسه با شاهد به صورتی معنی دار افزایش پیدا کرده است (6). اثر رقم بر میزان پرولین در گیاهچه‌ها معنی دار نشد اما دور آبیاری بر میزان پرولین تاثیر معنی دار داشت (جدول 2). عموماً سطح پرولین آزاد در گیاهچه‌ها با دو دور آبیاری 8 و 11 روزه در مقایسه با دور آبیاری 5 روزه بالاتر بود. این افزایش در رقم آگریا معنی دار شد اما در رقم مارفونا دو تیمار 5 و 8 روزه تفاوت معنی دار نشان ندادند (جدول 4). به نظر می رسد تغییرات سطوح پرولین در گیاه تابع پتانسیل اسمزی آب و محلول خاک باشد. در دور آبیاری 5 روزه که هیچ نوع تنشی به گیاه وارد نمی شود، سیگنالهای کمتری در جهت القاء سنتز پرولین در گیاه دریافت می شود. بنابراین سطح پرولین کاهش می یابد. متناسب با افزایش شدت تنش، سیگنالهای بیشتری از ریشه به اندام هوایی منتقل شده و این فرآیند منجر به افزایش میزان پرولین شده و در نتیجه گیاهان با تنظیم اسمزی و استفاده از پرولین به عنوان یک اسمولیت خود را در جهت انطباق با تنش و کاهش اثرات مخرب آن همراه و سازگار می نمایند. به نظر می رسد وجود قارچهای میکوریز و باکتریهای محرک رشد در ایجاد این سازگاری در شرایط تنش نقش تعیین کننده ای دارد. گزارشات ضد و نقیضی در ارتباط با اثرات میکوریز بویژه در شرایط تنش در مقدار پرولین آزاد گیاهان ارائه شده است. روئیز لوزانو و آژکن (27) نشان دادند که در تنش ملایم، کاهوی میکوریزی در مقایسه با گیاهان غیر میکوریزی از میزان پرولین کمتری برخوردار بود. در حالی که براساس یافته های خلف اله و ابوگالیا (19) در تنش کوتاه مدت کمبود آب، گندم میکوریزی دارای پروتئین آزاد و پرولین بیشتری نسبت به شاهد بدون میکوریز بود. بلند نظر و همکاران (1) نتیجه گرفتند که در پیاز در شرایط عدم تنش و تنش ملایم (دور آبیاری 7 و 9 روزه) در گیاهان شاهد مقدار پرولین بیشتر از گیاهان میکوریزی بود اما با افزایش شدت تنش و در دور آبیاری 11 روزه مقدار پرولین افزایش پیدا کرد و میزان آن در گیاهان میکوریز بسته به گونه میکوریز متفاوت بود. افزایش و کاهش تجمع پرولین در گیاهان میکوریزی به مقاومت بالای این گیاهان به تنش کمبود آب نسبت داده می شود. بدین ترتیب که در تنش ملایم کمبود

آب، به طور معمول در گیاهان میکوریزی مقدار پرولین با شیب و شدت کمتری افزایش می یابد و بیانگر برطرف شدن تنش کمبود آب می باشد. در تنش های شدید آب، گیاهان میکوریزی با تجمع پرولین بیشتر، از توانایی تنظیم اسمزی بالاتری برخوردار شده و در برابر تنش کمبود آب نسبت به شاهد مقاوم تر می شوند (اوگ، 2001 و رویز-لوزانو، 2003). دو رقم مورد مطالعه از نظر شدت کلونیزاسیون تفاوت معنی دار نداشتند. در مقابل دور آبیاری بر میزان کلونیزاسیون ریشه تاثیر معنی دار در سطح 5 درصد گذاشت (جدول 3). شدت کلونیزاسیون ریشه در دور آبیاری 8 روزه در هر دو رقم بالاتر از دو تیمار 5 و 11 روزه بود. هرچند تفاوت معنی داری با دور آبیاری 5 روزه (بدون تنش) نشان نداد (جدول 5). با این نتایج مشخص می شود که در حالت کلی کود بیولوژیک مایکوگربین با ترکیب جمعیت فعال قارچ ذکر شده، قابلیت بالایی در جهت کلونیزاسیون با گیاهچه های سبب-زمینی دارد. اگرچه در تیمار با تنش آبی زیاد (دور 11 روزه) ممکن است این قابلیت به صورت نسبی کاهش بیابد. پژوهش پرویزی و همکاران (2) نشان داد که در تلقیح ایزوله های خالص شده از دو گونه قارچ میکوریز (*G. etunicatum* و *G. mosseae*) با گیاهچه های سبب زمینی به ترتیب درصد کلونیزاسیون 36/63 و 55/25 درصد حاصل شد. که در پژوهش اخیر در مقایسه با آن وضعیتی به مراتب بهتر در میزان استقرار و شدت کلونیزاسیون ایجاد شد. نوع رقم و دور آبیاری در تولید ریزغده در هر چهار اندازه ریزغده معنی دار شد اما در میزان کل ریزغده تولیدی نوع رقم تفاوت معنی دار نداشت. اثر متقابل رقم و دور آبیاری در تمامی اندازه های ریزغده معنی دار شد اما در میزان کل ریزغده تولیدی این برهمکنش معنی دار نشد (جدول 3). در میزان تولید ریزغده در اندازه بزرگتر از 5 گرم و 3 تا 5 گرم، در هر دو رقم در دو دور آبیاری 5 و 8 روزه بیشترین ریزغده حاصل شد. هر چند در مجموع رقم آگریا با تولید ریزغده بیشتر در هر دو اندازه وضعیتی مطلوب تر از رقم مارفونا داشت. ریز غده های تولید شده با اندازه متوسط، مناسب ترین نوع ریزغده جهت کشت در مزرعه می باشند. معمولاً میزان تلفات آنها بسیار پایین بوده و از سرعت رشد بالاتری برخوردار هستند. با بررسی صورت گرفته توسط پرویزی و همکاران (2) هم ثابت شده است که رقم آگریا در مجموع نسبت به مارفونا ضریب تکثیر پایین تری دارد. افزایش معنی دار تعداد ریزغده بویژه در اندازه متوسط در رقم آگریا نسبت به مارفونا در این پژوهش می تواند با تأثیر مستقیم و غیر مستقیم کود زیستی در سرعت آسیمیلایسیون و افزایش راندمان فتوسنتز مرتبط باشد. و به نظر می رسد رقم آگریا در پاسخ به کود زیستی واکنش بهتری در مقایسه با رقم مارفونا نشان داده است. در تولید ریزغده متوسط و ریز (1 تا 3 گرم و کوچکتر از 1 گرم)، در هر دو رقم تفاوت معنی داری با سه دور آبیاری ایجاد نشد. اما در رقم مارفونا و در این دو اندازه، ریزغده بیشتری نسبت به رقم آگریا در هر سه دور آبیاری تولید شد (جدول

ممکن است به حد نهایی ظرفیت همیاری خود برسند. با پژوهش می‌جاهد و همکاران (22) ثابت شد که با کاربرد کودهای بیولوژیکی حاوی باکتری‌های محرک رشد *Azotobacter*، *Azospirillum* و *Bacillus megaterium* در کرفس افزایش قابل توجهی در عملکرد و اسانس گیاه ایجاد شده است. در گیاه *Vallisneria spiralis* کاربرد کودهای بیولوژیک حاوی مخلوط باکتریهای *Bacillus sp.* و *pseudomonas sp.* در ترکیب با کود آلی کمپوست افزایش وزن خشک گیاه نسبت به تیمارهایی شد که تنها از کود آلی استفاده شده بود. ضمن این که جمعیت باکتری‌های حل کننده فسفات و تثبیت کننده نیتروژن در محیط ریشه گیاه در این تیمار افزایش یافت (40). وضعیت تغییرات درصد ماده خشک ریز غده در هر سه تیمار آبیاری با کاربرد کود بیولوژیک تفاوت معنی‌دار نشان نداد. در مجموع ماده خشک ریز غده‌ها در هر سه تیمار آبیاری در رقم آگریا بالاتر از رقم مارفونا بود و تفاوتها در سطح 5 درصد آزمون دانکن معنی‌دار شد (شکل 2). اثرات مثبت کودهای بیولوژیک در افزایش ماده خشک و زیست توده گیاهی با پژوهشهای دیگر به اثبات رسیده است (3 و 26).

5). در مجموع در تعداد کل ریز غده تولیدی، در هر دو رقم با دو دور آبیاری 5 و 8 روزه بیشترین تعداد ریز غده در گیاهچه تولید شد و از نظر آماری در سطح 5 درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار با هم نداشتند. اما تفاوتها در هر دو رقم با دور آبیاری 11 روزه معنی‌دار شد (شکل 1). به نظر می‌رسد در شرایط بدون تنش و تنش ملایم، رابطه همزیستی قارچ و وجود باکتری‌های محرک رشد با افزایش سرعت جذب آب و مواد غذایی، سنتز هورمون‌های گیاهی و افزایش ضریب جذب و بکارگیری مواد فتوسنتزی زمینه رشد مضاعف را فراهم کرده و گیاهچه‌ها را نه تنها به غلبه بر تنش کمک نموده‌اند، بلکه گیاهچه‌ها را با ذخیره‌سازی بهتر در جهت تشکیل ریز غده‌های بیشتر کمک کرده و در نتیجه راندمان تولید ریز غده را افزایش داده‌اند. با اعمال تنش شدیدتر در گیاهچه‌ها (دور آبیاری 11 روزه)، تولید ریز غده و عملکرد نهایی کاهش پیدا کرد. با این وصف می‌توان نتیجه گرفت که هرچند وجود میکوریز و باکتری محرک رشد در افزایش جذب آب و مواد غذایی موثر و کارآمد بوده و سرعت رشد قابل قبول را ایجاد کرده است، اما به نظر می‌رسد اثرات مثبت آن‌ها بیشتر تابع شدت تنش بوده و در تنش بحرانی که در آستانه خسارت به گیاه قرار دارد،

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس اثرات کاربرد کود بیولوژیک مایکروگرین بر روابط آبی گیاهچه‌های سیب‌زمینی در دوره‌های مختلف آبیاری.
Table 2- Variance analysis of the effect of biofertilizer Myco-green on water relation of potato plantlets in different interval irrigation

S.O.V منابع تغییرات	DF درجه آزادی	میانگین مربعات Mean of Squares					تنظیم اسمزی 1/b Osmotic adjustment
		محتوای آب نسبی برگ RWC ₁	محتوای آب نسبی برگ RWC ₂	محتوای آب نسبی برگ RWC ₃	پتانسیل اسمزی OP _m ³	پرولین Proline	
رقم Cultivar	1	4.50 *	3.38 *	16.66 **	0.0018 ^{ns}	0.41 ^{ns}	0.05 ^{ns}
دور آبیاری Irrigation interval	2	7.94 **	8.66 **	6.73 **	0.051 *	0.58 *	0.39 *
رقم×دور آبیاری Cultivar×Irrigation interval	2	0.002 ^{ns}	0.031 ^{ns}	0.39 ^{ns}	0.030 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.04 ^{ns}
خطا Error	10	15.23	9.53	18.19	0.0018	0.48	1.62
کل Total	17						
ضریب تغییرات C.V		3.90	3.52	4.73	6.63	10.03	6.32

1 و 2 و 3 به ترتیب محتوای آب نسبی برگ در شروع غده‌زایی، دو و چهار هفته پس از آن
1, 2 and 3 are relative water content of leaf in tuberization stage, 2 and 4 weeks after tuberization respectively.
*, ** به ترتیب بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح 1 و 5 درصد و ns بدون اختلاف معنی‌دار
**and* show being significant ($\alpha=0.01$ and 0.01 , respectively). ns means no significant.

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس اثرات کاربرد کود بیولوژیک مایکوگرین بر کلونیزاسیون ریشه و تولید ریز غده از گیاهچه‌های سیب‌زمینی در دوره- های مختلف آبیاری.

Table 2- variance analysis of the effect of biofertilizer Myco-green on root colonization and minituber production of potato plantlets in different interval irrigation.

S.O.V منابع تغییرات	درجه آزادی DF	کلونیزاسیون ریشه Root colonization	میانگین مربعات Mean of Squares					ماده خشک ریز غده Minituber dry matter
			تعداد ریز غده کوچکتر از 1 گرم Minituber No ≤ 1 gr	تعداد ریز غده 1 تا 3 گرم Minituber No (1 $\geq 3 \leq$)	تعداد ریز غده 3 تا 5 گرم Minituber No (3 $\geq 5 \leq$)	تعداد ریز غده بزرگتر از 5 گرم Minituber No ≥ 5 gr	تعداد کل ریز غده Total Minituber No	
رقم Cultivar	1	1.34 *	3.62 **	7.25 **	3.83 **	5.88 **	0.48 ns	3.29 ns
دور آبیاری Irrigation interval	2	24.00 **	0.76 *	2.69 **	0.54 *	2.19 **	13.22 *	1.21 ns
رقم×دور آبیاری Cultivar×Irrigation interval	2	0.08 ns	0.88 *	1.06 *	0.96 **	1.506 *	0.012 ns	0.01 ns
خطا Error	10	1.26	0.218	0.241	0.071	0.505	2.92	1.299
کل Total	17							
ضریب تغییرات C.V		5.29	12.78	13.49	10.89	23.26	14.99	5.92

1 و 2 و 3 به ترتیب محتوای آب نسبی برگ در شروع غده‌زایی، دو و چهار هفته پس از آن
1, 2 and 3 are relative water content of leaf in tuberization stage, 2 and 4 weeks after tuberization respectively.

*, ** به ترتیب بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح 1 و 5 درصد و ns بدون اختلاف معنی‌دار
**and* show being significant ($\alpha=0.01$ and 0.05 , respectively). ns means no significant.

جدول 4- اثر دور آبیاری بر ویژگی‌های مربوط به روابط آبی در گیاهچه‌های سیب‌زمینی.

Table 2- The effect of interval irrigation on water relation of potato plantlets.

رقم Cultivar	دور آبیاری (روز) Interval Irrigation (day)	محتوای آب نسبی برگ در مرحله 1 RWC ₁ (%)	محتوای آب نسبی برگ در مرحله 2 RWC ₂ (%)	محتوای آب نسبی برگ در مرحله 3 RWC ₃ (%)	پتانسیل اسمزی OP _m ³ (MPa)	پرولین Proline ($\mu\text{g g}^{-1}$)	تنظیم اسمزی 1/b Osmotic adjustment
آگریا Agria	5	89.35 a [†]	89.25 ab	90.15 ab	- 0.86 b	5.568 c	0.360 c
	8	85.35 b	86.45 b	88.25 b	- 0.93 a	6.793 b	2.421 ab
	11	82.19 c	83.29 c	83.90 c	- 0.94 a	7.321 a	3.105 a
مارفونا Marfona	5	91.35 a	90.65 a	94.85 a	- 0.87 b	6.422 b	0.541 c
	8	87.45 ab	89.15 ab	93.25 a	- 0.91 a	7.310 a	2.855 a
	11	85.29 b	87.19 b	89.09 b	- 0.92 a	8.310 a	3.301 a

1 و 2 و 3 به ترتیب محتوای نسبی آب برگ در مرحله غده‌زایی، 2 و 4 هفته بعد از غده‌زایی 3- پتانسیل اسمزی برگ (میانگین سه مرحله).
1, 2 and 3 are relative water content of leaf in tuberization stage, 2 and 4 weeks after tuberization respectively, 3- osmotic potential of leaf (three phases means)

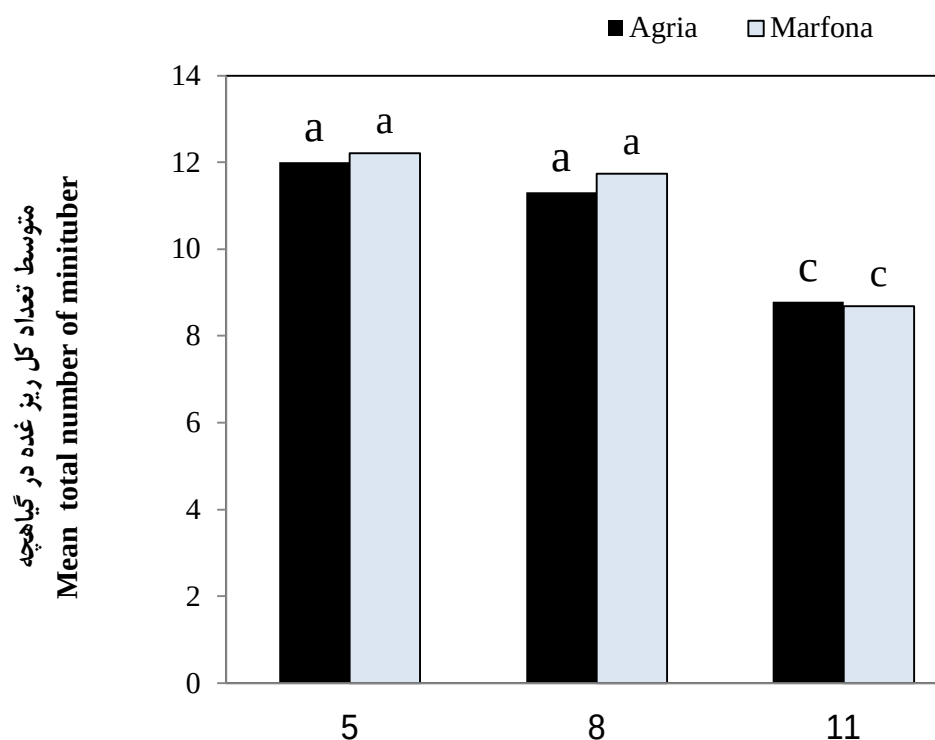
† اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند.
Numbers followed by the same letter in every column are not significantly different ($P<0.05$)

جدول ۵- مقایسه میانگین های مربوط به اثرات متقابل رقم و سطوح آبیاری بر درصد کلونیزاسیون ریشه و تولید ریز غده در اندازه های مختلف.

Table 3- Mean comparisons of interaction between cultivar and irrigation levels on root colonization percentage, minituber production and dry weight of minituber in potato plantlets.

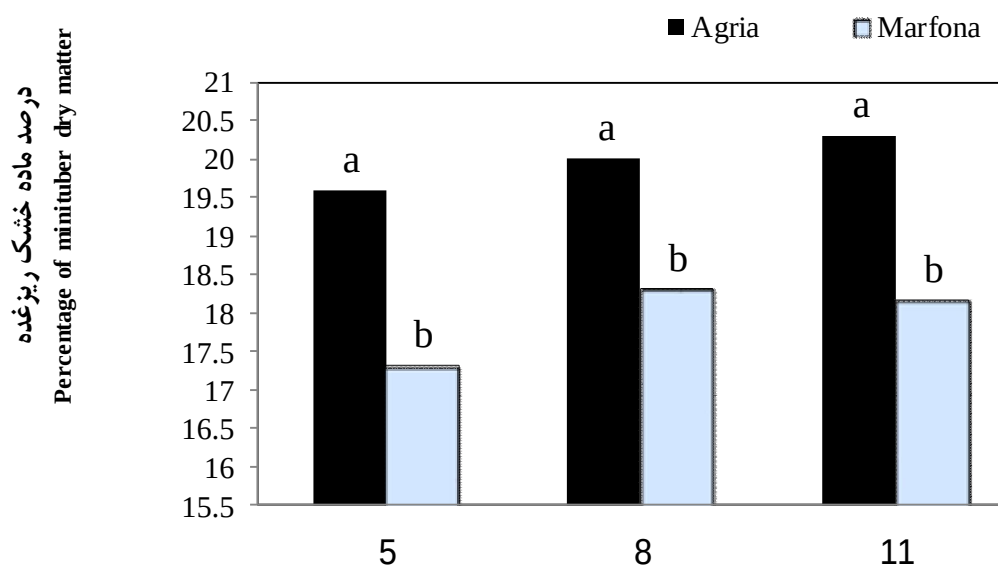
ترکیبهای مختلف رقم با سطوح آبیاری Different combination of cultivar with irrigation levels	کلونیزاسیون ریشه (درصد) Root colonization (%)	تعداد ریز غده بزرگتر از ۵ گرم Minituber No ≥ 5 gr	تعداد ریز غده ۳ تا ۵ گرم Minituber No (3 ≥ 5 gr)	تعداد ریز غده ۱ تا ۳ گرم Minituber No (1 ≥ 3 gr)	تعداد ریز غده کوچکتر از ۱ گرم Minituber No ≤ 1 gr
آگریا × دور آبیاری ۵ روزه Agridia × 5 days interval irrigation	78.86 b	2.82 a	3.15 a	3.03 b	3.07 b
آگریا × دور آبیاری ۸ روزه Agridia × 8 days interval irrigation	81.33 a	2.61 a	2.95 a	2.70 b	3.05 b
آگریا × دور آبیاری ۱۱ روزه Agridia × 11 days interval irrigation	75.30 b	1.02 b	2.65 ab	2.25 b	2.87 b
مارفونا × دور آبیاری ۵ روزه Marfona × 5 days interval irrigation	79.25 ab	1.42 b	2.12 b	4.40 a	4.27 a
مارفونا × دور آبیاری ۸ روزه Marfona × 8 days interval irrigation	84.00 a	0.95 c	2.19 b	4.23 a	4.37 a
مارفونا × دور آبیاری ۱۱ روزه Marfona × 11 days interval irrigation	73.88 b	0.58 c	1.67 c	3.27 ab	3.17 b

اعداد با حروف غیر مشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) می باشند.Numbers followed by different letters in every column are significantly different ($P < 0.05$)



شکل 1- مقایسه میانگین تعداد کل ریز غده تولیدی در دو رقم سیب زمینی و در دوره های مختلف آبیاری

Figure 1- Comparison of mean total number of minituber production in two potato cultivar in different interval irrigation.



شکل 2- مقایسه میانگین درصد ماده خشک ریز غده در دو رقم سیب زمینی و در دوره های مختلف آبیاری

Figure 2- Comparison of mean dry matter percentage of minituber in two potato cultivar in different interval irrigation.

در این راستا می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که کود زیستی مایکوگترین که حاوی میکوریز و باکتری محرک رشد می‌باشد از طریق افزایش امکان جذب و تجمع املاح معدنی بیشتر و افزایش توانایی تنظیم اسمزی قادر به جذب آب و تعدیل اثرهای تنش کمبود آب از خاک در حال خشک شدن می‌باشد و این قابلیت بسته به شدت تنش متفاوت می‌باشد. در شرایط عدم تنش و هم چنین در تنش ملایم می‌توان از اثرات مثبت این کود بیولوژیک در افزایش قدرت رشد و عملکرد نهایی تولید ریزغده از گیاهچه‌های سیب‌زمینی به یک نسبت بهره برد. اما در تنش‌های شدید از اثرات مثبت آن کاسته می‌شود.

البته در این آزمایشات اثرات کاربرد کود بیولوژیک بر ماده خشک و زیست توده گیاهی در مقایسه با شاهد که کودی مورد استفاده قرار نگرفته است، مورد بررسی قرار گرفته است. بنابراین با شرایط انجام آزمایش حاضر که در همه تیمارها کود بیولوژیک به کار گرفته شده است، مطابقت ندارد. اما دست‌آورد مهم‌تر پژوهش حاضر در این است که تغییرات ماده خشک ریزغده در سطوح مختلف آبیاری، حتی زمانی که تنش جدی و موثر به گیاهچه‌ها وارد شده است نیز وضعیتی مشابه با تیمارهای بدون تنش (دور آبیاری 5 روزه) داشته است. ثابت شده است که میکوریز و باکتری‌های محرک رشد با افزایش جذب عناصر غذایی مهم از جمله فسفر، آهن، روی و منگنز و نیز با کمک به هدایت هیدرولیکی آب و کاهش شدت تعرق، سرعت آسمیلاسیون و فتوسنتز موثر را بالا برده و نقش مهمی در تعدیل اثرات تنش آبی در گیاهان دارند (4، 5، 37 و 38). لذا اثرات کود بیولوژیک در افزایش ماده خشک غده حتی با اعمال تنش شدید و در دور آبیاری 11 روزه

منابع

- 1- Boland nazar S., Naishaboori M., Asgharzadeh N., and Chaparzadeh N. 2009. The effects of Arbuscular mycorrhizal fungi on water relation of Onion. Journal of Horticultural Science and Technology: 10 (4): 293-300 (in Persian with English abstract)
- 2- Parvizi K. 2013. Symbiotic effect of Arbuscular mycorrhiza on growth regulators levels, growth properties and yield of potato plantlets under *in vitro* and *ex vitro* condition Ph.D thesis of horticulture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran (in Persian with English abstract).
- 3- Abdul-Jaleel C., Manivannan P., Sankar B., Kishorekumar A., Gopi R., Somasundaram R., and Panneerselvam R. 2007. *Pseudomonas fluorescens* enhances biomass yield and ajmalicine production in *Catharanthus roseus* under water deficit stress. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 60: 7-11.
- 4- Allen M.F., Smith W.K., Moore, T.S. and Christensen M. 1981. Comparative water relations and photosynthesis of mycorrhizal and non-mycorrhizal *Bouteloua gracilis*. New Phytologist, 88: 683-693.
- 5- Auge R.M. 2000. Stomatal behaviour of arbuscular mycorrhizal plants. In Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function. Edited by Y. Kapulnik and Douds J.D.D. Kluwer Academic Publishers, Netherlands PP.360.
- 6- Auge R.M. 2001. Water relation, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. Mycorrhiza, 11:3-42.
- 7- Auge R.M. 2004. Arbuscular mycorrhizae and soil/plant water relations. Canadian Journal Soil Science, 84:373-381.
- 8- Auge R.M., Schekel K.A., and Wample R.L. 1986. Greater leaf conductance of VA mycorrhizal rose plants is not related to phosphorus nutrition. New Phytologist, 103:107-116.
- 9- Bajaj Y.P.S., and Sopory S.K. 1988. Biotechnology of potato improvement, In Bajaj, Y.P.S. (eds). Biotechnology in Agriculture and Forestry 2. Springer-Verlag, Germany. P.429-454.
- 10- Bierman B., and Linderman R.G. 1980. Quantifying vesicular – arbuscular mycorrhizae: a proposed method toward standardization, New Phytology. 87: 63 – 67. Busse, M.D. and Ellis, J.R. 1984. Vesicular-arbuscular mycorrhizal (*Glomus fasciculatus*) influence on soybean drought in high phosphorus soil. Canadian Journal of Botany, 63: 2290-2294.
- 11- Chapharzadeh, N., Khavari-Nejad R.A., Navari-Izzo F., and Izzo R. 2003. Water relation and ionic balance in *Calendola officinalis* L. under salinity conditions. Agrochimica, 117:69-79.
- 12- Davies J., Calderón F. T., and Huainan Z. 2005. Influence of arbuscular on growth, Yield, and leaf elemental concentration of 'Yungay' potatoes. Hort Science, 40: 381-385.
- 13- Duffy E.M., Hurley E., and Casseles A.C. 1999. Weaning performance of potato microplants following bacterization and micorrhization. Potato Research, 42: 521-527.
- 14- Ebhin Masto R., Chhonkar P.K., Singh D., and Patra A.K. 2006. Changes in soil biological and biochemical characteristics in a long-term field trial on a sub-tropical inceptisil. Soil Biology and Biochemistry, 38: 1577-1582.

- 15- Fortin J.A., Becard G., Dalpe S., and St- Arnoud M.Y. 2002. Arbuscular mycorrhiza on root-organ cultures Canadian Journal Botany, 80: 1-20.
- 16- Goicoechea N., Antolín M.C., and Sánchez-Díaz M. 1997. Influence of arbuscular mycorrhizae and Rhizobium on nutrient content and water relations in drought stressed alfalfa. Plant and Soil, 192: 261- 268.
- 17- Irrigoyen J.J., Einerich D.W., and Sanchez-Diaz M. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiology Plantarum, 84:55-60.
- 18- Jensen C.R., Mogensen V.O., Mortensen C., Fieldsend J.K., Mildford G.F.J., Andersen M.N., and Thage J.H. 1996. Seed glucosinolate, oil and protein contents of fieldgrown rape (*Brassica napus* L.) affected by soil drying and evaporative demand. Field Crop Research, 47:93-105.
- 19- Khalafallah A.A., and Abo-Ghaila H.H. 2008. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the metabolic products and activity of antioxidant system in wheat plants subjected to short-term water stress, followed by recovery at different growth stages. Journal Applied Science Research, 4:559-569.
- 20- Kumar A., and Singh D.P. 1998. Use of physiological indices as a technique for drought tolerance in oilseed Brassica species. Annual Botany, 81:413-420.
- 21- Mandal A., Patra A.K., Singh D., Swarup A., and Ebhin Masto R. 2007. Effect of long-term application of manure and fertilizer on biological and biochemical activities in soil during crop development stages. BioresourceTechnology, 98: 3585–3592.
- 22- Migahed H.A., Ahmed A.E., and Abd El-Ghany B.F. 2004. Effect of different bacterial strains as biofertilizer agents on growth, production and oil of *Apium graveolense* under Calcareous soil. Journal of Agricultural Sciences, 12: 511-525.
- 23- Niemira B.A., Safir G.R and Bird G.W. 1995. Production of pre-nuclear mini-tubers of potato with peat based arbuscular mycorrhiza fungal inoculums. Agronomy Journal, 87: 942-946.
- 24- Phillips J.M and Hayman D.S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Mycology Society Journal, 55: 159-161.
- 25- Pozo M.J., Cordier C., Dumas-Gaudot E., Gianinazzi S., Barea J.M., and Azcon-Aguilar C. 2002. Localized versus systemic effect of arbuscular mycorrhizal fungi on de-fence responses to *Phytophthora* infection in tomato plants. Journal of Experimental Botany, 53: 525-534.
- 26- Ratti N., Kumar S., Verma H.N., and Gautams S.P. 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martini* var. motia by Rhizobacteria, AMF and Azospirillum inoculation. Microbiology Research, 156: 145-149.
- 27- Ruiz-Lozano J.M., and Azcon R. 1997. Effect of calcium application on the tolerance of mycorrhizal lettuce plants to polyethylene glycol-induced water stress. Symbiosis, 23:9-21.
- 28- Ruiz-Lozano J.M. 2003. Arbuscular mycorrhizal symbiosis and alleviation of osmotic stress. New perspectives for molecular studies. Mycorrhiza, 13:309-317.
- 29- Ryan N.A., Deliopoulos T., Jones P., and Haydock P.P. 2003. Effects of mixed-isolate mycorrhizal inoculums on the potato- potato cyst nematode interaction. Annual Applied Biology. 143: 111-119.
- 30- Sanchez-Blanco M.J., Fernandez T., Morales M.A., Morte A., and Alarcon J.J. 2001. Variation in water status, gas exchange, and growth in *Rosmarinus officinalis* plants infected with *Glomus deserticola* under drought conditions. Journal Plant Physiology. 161:675-682.
- 31- Siddiqui Z.A. 1998. Effect of a plant growth promoting bacterium on AM fungus and soil types morphogenesis. Applied Soil Ecology. 8: 77-88.
- 32- Smith S.E and Read D.J. 2008. Mycorrhizal symbiosis. 3rd edit. London Academic Press, 787p.
- 33- Subramanian K.S., Santhanakrishnan P., and Balasubramania P. 2006. Response of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal colonization under varying intensities of drought stress. Scientia Horticulture, 107:245-253.
- 34- Tilak K.V.B.R., Ranganayaki N., Pal K.K., De R., Saxena A.K., Shekhar C., Shilpi M., Tripathi A.K., and Johri B.N. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science, 89: 136-150.
- 35- Tobar R., Azcón R., and Barea J.M. 1994. Improved nitrogen uptake and transport from ¹⁵N-labelled nitrate by external hyphae of arbuscular mycorrhiza under water-stressed conditions. New Phytologist, 126: 119-122.
- 36- Toro M., Azcon R., and Barea J. 1997. Improvement of arbuscular mycorrhiza development by inoculation of soil with phosphate-solubilizing rhizobacteria to improve rock phosphate bioavailability ((sup32)P) and nutrient cycling. Applied Environmental Microbiology, 63: 4408-4412.
- 37- Vázquez M.M., César S., Azcón R., and Barea J.M. 2000. Interaction between arbuscular mycorrhizal fungi and other microbial inoculants (*Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Trichoderma*) and their effect on microbial population and enzyme activities in the rhizosphere of maize plants. Applied Soil Ecology, 15: 261-272.
- 38- Vessey J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant Soil. 255: 571-586.

- 39- Vosatka M., and Gryndler M .1999. Treatment with culture fractions from *pseudomonas putida* modifies the development of *Glomus Fistulosum* mycorrhiza and response of potato to inoculation. *Applied Soil Ecology*, 11: 245-251.
- 40- Young C.C., Lai W.A., Shen F.T., Huang W.S., and Arun A.B. 2004. Characterization of multifunctional biofertilizer from Taiwan and biosafety considerations. *International Symposium on Future Development of Agricultural Biotechnology Park*, pp. 373-388.



Selection of Almond Vegetative Rootstocks for Water Stress Tolerance Based on the Morphological Markers

A.A. Shokouhian^{1*} - Gh. Davarynejad² - A.Tehranifar³ - A. Imani⁴ - A. Rasoulzadeh⁵

Received: 05-05-2013

Accepted: 14-06-2015

Introduction: One of the microbiological preparations used for this study was Effective Microorganisms (EM), being a commercial mixture of photosynthesizing bacteria, Actinomycetes, lactic acid bacteria, yeasts and fermenting fungi. The microbiological composition of the EM concentrate includes *Streptomyces albus*, *Propionibacterium freudenreichii*, *Streptococcus lactis*, *Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis*, *Saccharomyces cerevisiae* and *Candida utilis*. Moreover, EM also contains an unspecified amount of *Lactobacillus* sp. *Rhodo pseudomonas* sp. and *Streptomyces griseus*. Effective Microorganisms have a positive effect on the decomposition of organic matter, limiting putrefaction, increasing nitrogen content in the root medium of plants, phosphorus, improving soil fertility and as a result contributing to the growth and development of the root systems of plants.

Selection of almond vegetative rootstocks for water stress tolerance is important for almond crop production in arid and semi-arid regions. The study of the eco-morphological characteristics that determine the success of a rootstock in a particular environment is a powerful tool for both agricultural management and breeding purposes. The aim of this work was to select the new rootstocks for water shortage tolerance, impact of water stress as well as Effective Microorganism (EM) on morphological characteristics of almond rootstocks.

Materials and Methods: In order to select the new rootstocks for water shortage tolerance, impact of water stress as well as EM on morphological characteristics of almond rootstocks were studied in the department of Horticulture, Ferdowsi University of Mashhad, in 2011-2012. The experiment was carried out with four replications in a completely random block design to study the effects of two concentrations of EM (0 and 1%), three irrigation levels (normal irrigation 100%-control and irrigation after depletion of 33 and 66% of available water), and four almond rootstocks including GF677 and selected natural hybrid of peach × almond (H1 and H2), and almond vegetative rootstock (local control). In this study, EM treatments for 60 days before stress treatments were applied so that in each irrigation, EM solution to a concentration of one percent was given to half of the experiment pots. Other pots were irrigated equally with normal water. Stress levels were applied from July as follow: full irrigation, watering after unloading 33% and 66% soil moisture availability. In order to evaluate the performance, seedling survival, plant growth, number of leaves, leaf area, root fresh and dry weight and leaves and root length were measured.

Results and Discussion: Analysis of variance showed that between rootstock levels across all treatments were significantly differences at 0.01 level of probability. Comparison of means showed that the highest fresh and dry weight and leaf area were observed for GF677 and H1. Rootstock annual growth rate was also different. Most of the growth was related to the H1 Rootstocks. The survival rate was significantly different from the Rootstocks of GF677, and H1 showed the highest percentage of survival. The degree of adaptation to drought in varieties of almonds is different. The results showed that changes in growth parameters in GF677 and H1 were observed less often than other rootstocks. Because of strong roots, GF677 and H1 continue to attract more minerals under stress conditions.

Analysis of variance showed that the between irrigation levels for all treatments were significantly different at 0.01 level of probability. Comparison of means showed that among the study traits, the highest amount was obtained from complete irrigation, while irrigation at 66 percent had the least amount. Water stress may directly affect photosynthesis, through leaf photochemical process or indirectly, by closing stomata, reducing leaf area and growth.

The results showed that the levels of (EM) on the leaf surface, leaf number, annual growth, root dry weight and volume were significantly different ($p < 0.01$). Comparison of means revealed that the application of EM increased these traits compared to control. Effective Microorganisms, can increase plant growth, leaf area, fresh

1- Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili (*-Corresponding Author Email: shokouhiana@yahoo.com)

2, 3- Professors, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

4- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj

5- Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Technology and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili

and dry weight of shoots and roots, and plant biomass. This phenomenon could be due to better growth of roots. It is due to the biological activity of micro organisms in composition of EM.

Considering the results of this study, among examined traits, length, dry weight and root volume were suitable markers for evaluating water stress tolerance in almonds and the H1 rootstock (natural hybrid of peach × almond) was identified as the resistant rootstock to water stress. Impact of EM on the growth factors and survival of seedlings was dependent on the type of rootstock and the impact of EM on the water stress tolerance was different from the genetic characteristics of the rootstock.

The relationship of linear regression was used to identify markers related to water stress. Between the markers tested, length, root volume and root dry weight have higher correlation with survival of rootstock. Accordingly, the mentioned markers are appropriate to measure the amount of water stress tolerance of almond rootstocks.

Conclusion: The results of this study, Natural hybrid H1, are resistant rootstocks in dry conditions. Effect of Effective Microorganism (EM) on the growth and drought resistance characteristics, depends on the type of rootstock. Accordingly, this substance cannot be recommended for all root stocks and cultivars. Further investigation of the effects of the combination on the desired plant exists. In addition, the influence of these substances for full irrigation was higher, because more suitable growing conditions exist. On this basis, effect of this combination is dependent on environmental conditions.

Keywords: Effective Microorganisms, *Dehydration*, Natural hybrid, Survival of rootstock



Effect of Different Levels of Nitroxin and Humic Acid on Quantitative Properties and Essential Oil of Ajowan (*Carum copticum* (L.) C. B. Clarke)

K. Barghamadi^{1*} - Sh. Najafi²

Received: 05-06-2013

Accepted: 16-06-2015

Introduction: Unbalanced application of fertilizer and chemical pesticides reduce soil fertility and agricultural products quality. Application of bio-fertilizers is quite important for sustainable agriculture. According to the principles of ecological agriculture, soil fertility and plant nutrition play an important role in improving the yield and quality of medicinal plants. The use of biological fertilizers is one of the main strategies in ecological agriculture for plant nutrition. Organic materials are not the only source of bio-fertilizer but bacterial and fungal particles and materials from their activities in relation to nitrogen, phosphorus and other nutrients are examples of biological fertilizers too. Today particular attention has been paid to the canvas of biological nitrogen fixation by free-living bacteria such as *Azospirillum* and *Azotobacter* companion agricultural systems. Nitrogen is mainly the first nutrient which its deficiency in the arid and semi-arid occurs. It is due to this fact that the amount of organic matter that is the major source of nitrogen stored in these areas is negligible. Nitroxin contains the most effective nitrogen fixation bacteria (*Azotobacter* and *Azospirillum*). Nitroxin bacteria besides nitrogen fixation of atmosphere and counterbalance of macronutrients and micro nutrients are required for plant uptake, with the synthesis and secretion of various hormones and growth regulators such as auxin (IAA), the secretion of various amino acids, antibiotics, and hydrogen cyanide. Hydrogen will cause siderophore growth and development of roots and aerial parts of the plant. Due to environmental concerns, the use of organic acids to improve the quality and quantity of crops and gardens is not possible. Small amounts of organic acids have significant impacts on physical characteristics, chemical and biological soil because of the useful hormonal effects of compounds in increasing production and improving the quality of agricultural products. Humic acid, as one of the appropriate fertilizer, is used in the agricultural organic system. Humic acid causes shoot growth increase due to the absorption of calcium, nitrogen, phosphorus, potassium, manganese, iron, zinc and copper. Bio-fertilizer application information on medicinal plants is very important. In the present study, nitroxin and humic acid effects on *Carum copticum* extract were investigated.

Materials and Methods: In order to evaluate the effect of different levels of humic acid, organic fertilizer and Nitroxin bio-fertilizer on quantitative and qualitative characteristics of Ajowan, a factorial experiment in a randomized complete block design with three replications was conducted in Zabol University. The seeds used in this study were obtained from a local variety that was planted superficially. Active ingredient of the seed was extracted by distillation with water for three hours. Essence percentage was determined by sodium sulfate. The Kjeldal method was used to determine the percentage of nitrogen. The crude method was used to determine the concentration of calcium, potassium, phosphorus and magnesium in dry ash. A factorial experiment in a randomized complete block design with three replications was conducted at the Research Farm. Treatments include the seed inoculation with Nitroxin bio-fertilizer in four levels including N1 = zero (control), N2 = 0.5, N3 = 1 and N4 = 1.5 L/ha and organic fertilizer humic acid as irrigation water soluble four-leaf stage on four levels H1 = zero (control), H2 = 1, H3 = 2 and H4 = 3 kg per hectare. SAS statistical software was used to analyze the data and mean of three traits were compared by LSD test at the 5% level.

Results and Discussion: None of the treatments affected plant height and Nitroxin-humic acid interactions were not significant. The results showed significant effects of humic acid on seed weight, number of umbels and lateral branches, essential oil percentage and yield. The highest percentage and oil yield was 4.17% and 64.75 kg per hectare of treated H4, respectively. Nitroxin effect on all traits was significantly different except oil percentage. Interaction of humic acid and Nitroxin treatments on yield and biological yield were significant. The highest yield (1758.33 kg per ha) was treated with N4H3.

1- M. Sc Student, Department of Horticulture, Zabol University
(*-Corresponding Author Email: Kazem.barghamadi@gmail.com)

2- Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Science, University of Zabol

Conclusion: Our results showed that 1.5 L/ha Nitroxin and 3 kg humic acid per ha were the best treatments in the production of oil yield and percentage of Ajowan organic farming.

Keywords: Bio-fertilizer, Essential oil yield, Morphological characters



The Role of Mycorrhizal Inoculation on Growth and Essential Oil of Peppermint (*Mentha piperita*)

M. Mahmoudzadeh¹ - M.H. Rasouli-Sadaghiani^{2*} - A. Hassani³ - M. Barin⁴

Received: 14-07-2013

Accepted: 27-05-2015

Introduction: Arbuscular mycorrhizal symbiosis is formed by approximately 80% of the vascular plant species in all terrestrial biomes. Using soil microbial potential including arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) has been widely considered for improving plant growth, yield and nutrition. Medicinal herbs are known as sources of phyto chemicals or active compounds that are widely sought worldwide for their natural properties. Members of the Lamiaceae family have been used since ancient times as sources of spices and flavorings and for their pharmaceutical properties. Peppermint (*Mentha piperita*) has a long tradition of medicinal use, with archaeological evidence placing its use at least as far back as ten thousand years ago. Essential oils - are volatile, lipophilic mixtures of secondary plant compounds, mostly consisting of monoterpenes, sesquiterpenes and phenylpropanoids. Arbuscular mycorrhizal fungi with colonizing plant roots improve nutrient uptake as well as improving essential oil yield of medicinal plants by increasing plant biomass. The aim of the present study was to evaluate the effect of AMF inoculation on essential oil content and some growth parameters of peppermint (*Mentha piperita*) plant under glasshouse condition.

Materials and Methods: This study was performed on a loamy sand soil. The samples were air-dried, sieved (<5 mm) and thoroughly mixed. Some soil physicochemical properties were measured and then sterilized in 1 atm and 121°C for 2 h -. The pot experiment was carried out in a completely randomized design with four AMF treatments (1) control or no inoculation (C) 2) *Glomus fasciculatum* (Gf), 3) *Glomus intraradices* (Gi), 4) *Glomus mosseae* (Gm) and five replicates. -. Rhizomes of peppermint were planted into a hole in a substrate where the inoculum had been previously added. Plants were kept in a glasshouse with a 16/8 h light and dark photoperiod, 26/22±2°C day and night temperatures, respectively. After 120 days of growth, at the end of the vegetative period some growth parameters including plant height, stem diameter, the number of lateral branches, leaf number, leaf fresh and dry weight and root colonization percentage of peppermint were measured. At full flowering stage, essential oil content was evaluated in the aerial parts of the plants as well as percentage and yield of essential oils were determined. Characteristics of essential oils analyzed by gas chromatography. The components of the oil were identified by comparison of their mass spectra with those of a computer library or with authentic compounds and confirmed by comparison of their retention indices either with those of authentic compounds or with data published in the literature.

Results and Discussion Results showed significant effects of AMF inoculation ($P \leq 0.05$) on study parameters. Inoculation with AMF increased plant height, stem diameter, the number of lateral branches, leaf number, leaf fresh and dry weight, essential oil content (25 %) and final yield (28%). Effects of three AMF inoculations on *Ocimum basilicum* development differed from the *Glomus* species (*Glomus intraradices*, *Glomus fasciculatum* and *Glomus mosseae*). Overall, *Glomus fasciculatum* showed high efficiency as compared to *G. mosseae* and *G. intraradices*. Maximum shoot fresh and dry weights were obtained in plants treated with *Glomus fasciculatum* inoculation, followed by *Glomus intraradices*, *Glomus mosseae* and control (no inoculation). Effect of AMF inoculation on root colonization percentage was significant ($P \leq 0.05$). The highest and the lowest values of root colonization percentage (47 and 0 %) were observed in plants inoculated with Gf and control, respectively. Essential oil content in inoculated plants was significantly higher than other treatments. The plants inoculated with AMF showed an improvement of oil composition. Menth one and isomenth one were higher in inoculated plants compared with control ones. These results demonstrated that AMF concomitantly increases essential oil production and biomass in peppermint which is rich in commercially valued essential oils. Fungal symbiotic associations have the potential to enhance root absorption area, and stimulate the acquisition of plant nutrients including metal ions. Mycorrhizal roots have been known to absorb phosphorus (P) faster than non-mycorrhizal plants. An increase in nutrient uptake especially P could have

1,2,4- MSc Student, Associate Professor and Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Respectively

(* - Corresponding Author Email: m.rsadaghiani@urmia.ac.ir)

3- Associate Professor, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Urmia University

resulted from ameliorating of nutrients stress and an increase in photosynthetic rates, which could ultimately increase the host plant growth.

Conclusion: It is concluded that AMF inoculation in particular *Glomus fasciculatum*- with high efficiency of root colonization increased the photosynthetic pigments, nutrient uptake and plant relative water content which led to improved -both yield of essential oils and nutrient contents.

Keywords: Essential oil, *Glomus*, Plant growth promoting microorganisms, Root colonization



Study of Growth, Essential Oil Percentage and Essential Oil Component of *Achillea* spp Under Shoushtar Climatic Condition in Fall Planting

R. Farhodi^{1*} - M.A. Mehrnia²

Received: 30-07-2013

Accepted: 02-06-2015

Introduction: Spices and herbs are part of daily food intake in many regions of the world. They have been used as natural sources of flavorings and preservatives. Yarrow (*Achillea* spp.) belongs to Asteraceae family and more than 100 species have been recognized in this genus. This plant is reported to be a diaphoretic, astringent, tonic, stimulant and mild aromatic plant. It contains isovaleric acid, salicylic acid, asparagin, sterols, flavonoids, bitters, tannins, and coumarins. The plant also has a long history as a powerful 'healing herb' used topically for wounds, cuts and abrasions. The genus name *Achillea* is derived from the mythical Greek character, Achilles. Action is also reflected in some of the common names mentioned below, such as staunchweed and soldier's woundwort. The genus *Achillea* is a well-known medicinal plant, widely used in folk medicine against gastrointestinal disorders such as lack of appetite. This plant is native to Europe and Western Asia but is also found in Australia, New Zealand and North America. Nineteen species of *Achillea* have been recognized in Iran distributed in different geographical and ecological regions. *Achillea* spp. are diaphoretic, astringent, tonic, stimulant and mild aromatic. Major components in *Achillea* spp. essential oil are sabinene, 1,8-cineole, camphor, α -pinene, β -pinene, borneol and bornyl acetate. The aim of this work is to investigate growth, essential oil yield and chemical composition of essential oils of *A. eriophora*, *A. millefolium*, *A. biebersteinii* and *A. tenuifolia*.

Material and Methods: This study investigated the growth and essential oil yield of four *Achillea* species in the North of Khuzestan situation, Shoushtar, in 2008-2010. An experiment was conducted in combined analysis based on complete block design with 4 replicates. *Achillea* species examined concluded *Achillea eriophora*, *A. millefolium*, *A. biebersteinii* and *A. nobilis*. Seedling establishment, essential oil percentage and yield, flowering period and shoot dry weight was measured during the experiment. The Clevenger apparatus was used to extract oils by hydro-distillation of leaf and head branches for 3 hours according to the method described in the British Pharmacopeia. For identification of components, Agilent gas chromatography model 6890 N, was equipped with MSD model 5973 N and fused with the silica capillary column (HP-5MS, 30m- 0.25mm) were used for qualitative and quantitative analysis. Analysis of variance was employed for statistical analysis of the data using a MSTATC software. The mean values were compared with the Duncan test.

Results and Discussion: The results showed that year, species and their interaction (year $\times$ species) had significant ($p < 0.01$) effects on flowering date, flowering period, plant height, biomass, inflorescence dry weight, essential oil percentage and yield. The longest flowering period obtained from *A. millefolium* in 2008-2009 and 2009-2010 (74 days and 90 days respectively). In both years highest inflorescence number showed in *A. millefolium* and lowest *A. millefolium* was obtained from *A. eriophora*. Highest dry matter was obtained from *A. millefolium*, 1014 g m⁻² at first year and 1211 g m⁻² for the second year. *A. millefolium* had the maximum plant height in 2 years (84 and 85 cm respectively) but *A. eriophora* showed minimum plant height in both years compared to others. The highest essential oil percentage was observed in *A. eriophora*, 0.75 % at first year and 0.71 % for second year. The highest essential oil value (108 g m⁻²) was obtained from *A. eriophora*, at first year and 109 g m⁻² at second year. In both years, the major constituents in *A. eriophora* and *A. nobilis* were camphor, sabinene, camphen, β -pinene and α -Pinene. Maximum concentrations in *A. millefolium* were camphor, sabinene, β -pinene, 3-octanone and Borneol. Camphor, sabinene, β -pinene, 3-octanone and terpinyl acetate were major compounds in *A. nobilis* in both years. In both years more than 85% of yarrow chemical compound was recognized.

1- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran

(* - Corresponding Author Email: rfarhodi@gmail.com)

2- Lecture, Department of Food Industry, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran

Conclusion: Results indicated *A. eriophora* and *A. millefolium* were perfect species for fall cultivation in Shoushtar climatic condition compared to other species. *A. eriophora* and *A. millefolium* had the highest essential oil yield compared to *A. biebersteinii* and *A. nobilis* because these species had the highest plant dry weight and essential oil percentage than other *Achillea* species.

Keywords: α -Pinene, β -pinene, *A. eriophora* (Shiraz yarrow), Crop dry weight, Camphor



Impact of Climate Change on Winter Chilling Trend for Deciduous Fruit Trees (Case Study: Hamadan)

A.A. Sabziparvar^{1*} - R. Norooz Valashedi²

Received: 29-08-2013

Accepted: 20-06-2015

Introduction: Higher temperature as the result of climate change are likely to affect horticultural production. Deciduous fruit trees need winter chilling to break winter dormancy. Climate plays an important role in the successful production of deciduous fruit. Winter dormancy is one of the key factors of the annual cycle of deciduous fruit and nut trees along with the following breaking of the dormant state. This state is maintained through the winter period each year to protect against damaging cold temperatures. To be released from dormancy, trees require exposure to a predetermined quantity of cold temperatures in a process known as winter chilling or vernalization. Insufficient chilling can lead to sporadic and light bud break, poor fruit development, small fruit size and uneven ripening times. The main objective of this study is to investigate climate change effect on the winter chilling requirement (WCR) in Hamadan.

Materials and Methods: This research was performed based on the General Circulation Models (BCM2, HADCM3, GFCM2 and IPCM4) and different emission scenarios (A2, B1, A1B), as recommended by the Forth Report of the IPCC. The output of the GCMs was downscaled by LARS-WG model. The hourly weather data were generated as the inputs of three different Chilling Requirement Models (CRMs), and the winter chilling trend of deciduous fruit trees were predicted for Hamadan. The projected daily temperature time series were then converted into hourly temperatures. The projected hourly temperature data were run through each of the three chill models for all four GCMs in different scenarios.

Three chill models [the 0.0–7.2°C (CH), the Utah (UT), and the Utah Positive (UTPos) models] were used to investigate changes in chill accumulation in Hamadan, according to localized temperature change related to increases in global average temperatures. In addition, the winter chilling requirement time series were divided into two periods: baseline and future time. Historical daily minimum and maximum data from 1980 to 2010 were used from the Hamadan airport synoptic station. Future time horizon splitted into early (2011-2030) and late (2031-2050) periods. For evaluating the long-term future changes in the chilling requirement, we used parametric and non-parametric tests.

Results and Discussion: The model results showed a decreasing WCR trend during the recent decade. In general, the outputs of downscaled climate models predicted a decreasing WCR trend for the study site. For the time horizon of 2031-2050, this dramatic reduction in the WCR varied from 25 percent to 40 percent. Future chill profiles differentiated between the WCR models as demonstrated through Hamadan global average temperature, causing a small decline in accumulated chill unit, with further warming causing greater decreases. This decrease in the UT models can be due to the negative effect of high temperature during this period. The study result which showed the WCR mean during early time horizon 2011-2030, was not significant but further time horizon 2031-2050 had a very significant change, as compared to the baseline. The aim of this study was to assess changes in the WCR rather than completing a model skill analysis. Through using previous climate model performance studies a justification of the addition of GCMs was described. Such defenses for model selection are recommended in all climate change impact studies. Test of model output in other scenarios and different GCMs showed an insignificant versatility between them.

Conclusions: This research represents a significant update to the previous climate impact analysis of chill in cold semi-arid climate of Hamadan. It also highlights that sensitivity studies as a useful method for impact assessments. The severity and rate of decline of winter chilling requirement, depends on which chill model was used. The general trend showed decreasing of the winter chilling requirement against the winter temperature trend. Therefore, in the context of global warming, the earlier flowering dates of many deciduous tree species is likely leads to increased risk of damage during the late spring frost. For future fruit farm management, decisions can be implemented with deliberation of the likely changes in the winter chilling requirement reported here. There might be some adaptation, at least to some degree, being essential for most production areas in Hamadan

1,2- Professor and PhD Student of Agrometeorology Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

(*- Corresponding Author Email: swsabzi@basu.ac.ir)

and other similar climate conditions within the next 40 years. Reduction in winter chilling, prevents breaking winter dormancy, which finally may lead to serious damage to deciduous fruits.

Keywords: Air Temperature, Dormancy, GCMs, Emission Scenarios, Global Warming, LARS-WG



Effects of the Base Substrate and Dietary supplementson Growth Indices Florida Oyster Mushroom (*Pleurotus florida*)

F. Makenali^{1*} - A. Kashi² – J. Hekmati³

Received: 04-09-2013

Accepted: 25-07-2015

Introduction: Oystermush rooms contain a wide enzymatic system to catalyze lignocellulose and naturally live in organs of plants that are protein-rich. Agricultural and industrial wastes contain organic cellulosic materials such as cereal straw, sawdust and leaves that are suitable substrate for growth of oyster mushrooms. Previous studies have shown that dietary supplements increase growth indices of oyster mushrooms.

Materials and Methods: Spawn of Florida oyster mushrooms were provided experimentally on grains of wheat. The experiment was conducted in the laboratory of the Agricultural College of Mehr Shar, Islamic Azad University of Karaj, Iran in 2011. Two factors were considered in this study substrate (A) and dietary supplements (B). Sugarcane bagasse (A1) and wheat straw (A2) were shed into polyethylene bags after they were pasteurized by boiling vapor and spawning was conducted according to wet weight of straw bags which was 4 kg. Supplements of Nitrogen were cottonseed powder, 2% soya flour, and urea 0.5% that were added to substrate according to dry weight of substrate (1334 gr). Mushrooms were transferred to the laboratory after cropping in order to measure dry and wet weight. They were packed and dried in the oven during 24-72 hours at 60-70°C. In order to estimate the biological efficiency, the produced crop was divided by weight consumed substrate that was multiplied by 100. A completely randomized factorial statistical experiment according to completely randomized design with 16 treatments and three replications was conducted. MSTAT software was used for statistical analysis and the Duncan test was used for comparing mean data with probability of 5%. Finally figures were drawn using Excel.

Results and Discussion: In wheat straw substrate mushrooms were produced with high biological efficiency and yield, because compared to sugarcane bagasse, wheat straw needs a shorter period for fermentation, contains more nutrients, catalyzed faster than sugarcane bagasse so it provided mycelium with the nutrient amount of biological efficiency that increased by adding dietary supplements there for the yield was higher than control. Temperature of substrate increased by combining urea, cotton seed powder and soya flour nitrogen supplements, and that large amount of nitrogen were released into the environment and high temperature substrate.

So expansion of mycelium decreased and mushrooms with low biological efficiency and low yield were produced. The highest biological efficiency (23.03 %) and the highest yield (4921 gr) were obtained through wheat straw that fed by cotton seed powder + soya flour (A2B6). The lowest biological efficiency (10.48 %) and the lowest yield (419 gr) were from control treatment (A1). Frequency of nitrogen in cotton seed powder is one of the most important reasons of increasing biological efficiency and yield. Another efficiency biological factor was used in cultivation of fungi was C/N ratio, since nitrogen is a necessary factor for the activity of ligninolytic enzyme that is produced by basidiomycetes. Cultivated fungi on wheat straw were wetter than mushrooms cultivated on sugarcane bagasse, because wheat straw has 10-15% water and sugarcane bagasse has 9% moisture. Wheat straw with cotton seed + powder soya flour (A2B6) and control treatment (A1) had the highest moisture (92.26%). By addition of dietary supplements in the surface of enriched substrate, fruit body density had increased in control, so mushrooms were less exposed to the air flow, but the combination of nitrogen supplements, the arrival of more nitrogen and substrate heat increased and that the mushrooms had less humid. In wheat straw substrate more number of body fruits was obtained in comparison with sugarcane bagasse substrate. 418 numbers of body fruits obtained from wheat straw by cotton seed powder + soya flour (A2B6) and 163 mushrooms were obtained from control treatment (A1). Absorbable chemical compounds in the medium were used faster and the number of mushrooms in wheat straw substrate with cotton seed powder and soya flour (A2B6) increased while combination of supplements and heat due to entrance of nitrogen caused death of mycelium and decreasing number of mushrooms. The results analysis of variance, substrate effect and mean compare supplement effect was significant at 1% on biological efficiency. Yield, moisture, number of body fruit, mean interaction effect of substrate and supplement was significant at 0.05 on biological efficiency, yield and moisture but mean interaction effect of substrate and supplement on the number of body fruit was significant at

1,2,3- MSc Graduated and Assistant Professors, Department of Horticulture, Agricultural College of Mehr Shar, Islamic Azad University of Karaj, Respectively

(*- Corresponding Author Email: fereshte.makenali@gmail.com)

1%.

Conclusion: Medium has a deep impact on growth indices of Florida oyster mushrooms in such a way that obtained mushrooms from rich mediums had higher growth indices than control. The impact of dietary supplements on growth indices is different and by adding an appropriate amount of dietary supplements to medium increases growth indices.

Keywords: Biological efficiency, Number of body fruits, Sugarcane bagasse, Wheat straw, Yield



Effect of Superabsorbent Application under Different Irrigation Regimes on Photosynthetic Pigments in *Cuminum cyminum* and its Relation with Seed and Essential Oil Yield

A. Pirzad^{1*} - R. Darvishzadeh² – A. Hassani³

Received: 23-10-2013

Accepted: 02-06-2015

Introduction: Cumin, sometimes spelled cummin (*Cuminum cyminum* L.; Apiaceae), also known as Zeera is native from the East Mediterranean to India. Its seeds are used in the cuisines of many different cultures, and it is also used as a medicinal plant, serving as a digestant, as well as being used to treat anemia and the common cold. Cumin is a drought tolerant plant, has a short growth season of 100 – 120 days, with optimum growth temperature ranges between 25°C and 30 °C. Drought is one of the most important environmental factors that influences seed yield of crop plants in arid and semi-arid regions, through physiological response of plant. To reduce drought stress damages, some synthetic materials like hydroplus superabsorbent polymers, highly hydrophilic due to low cross-links in their structure, can be used to save soil moisture. Thus, superabsorbent polymer may have great potential in restoration and reclamation of soil and storing water available for plant growth and production.

Materials and Methods: To evaluate accumulation of photosynthetic pigments and seed yield of cumin, a factorial experiment was conducted based on randomized complete blocks design with three replications at the Research Farm of Urmia University (latitude 37.53° N, 45.08° E, and 1320 m above sea level). The soil texture of experimental site was clay loam (28% silt, 32% clay, 40% sand) with 22.5% field capacity, 1.54 g/cm³ soil density, and pH 7.6. Treatments were four irrigation regimes (irrigation after 50, 100, 150 and 200 mm of evaporation from class A pan) and different amounts of superabsorbent polymer (0, 60, 120, 180, 240 and 300 kg/ha). To measure the chlorophyll content (Chlorophyll *a*, *b*, and total chlorophyll), 0.25 g of grounded leaves were adjusted to 25 ml by distilled water, and 0.5 ml of this solute was mixed with 4.5 ml acetone 80%. The upper zone of centrifuged solution was taken for spectrophotometry at 645nm and 663 nm wavelengths. To measure the yield of cumin seeds, 2 m² of each plot was harvested and immediately were dried in the shade and at a temperature of 25 °C. Essential oil, 25 g of powdered seeds in a one-liter flask, was extracted (W/W) by the Clevenger method (Hydro distillation) for 3 hours.

Results and Discussion: Analysis of variance showed the significant interaction between the superabsorbent polymer and irrigation on the amount of leaf chlorophyll *a*, chlorophyll *b*, total chlorophyll, seed yield, percentage and yield of essential oil. This implies a different physiological response of cumin plant in terms of adding different amounts of superabsorbent and irrigation. Means comparison indicated that the highest concentration of chlorophyll *a* (0.266 mg/l) and total chlorophyll (0.518 mg/l) were obtained from plants irrigated after 50 mm of evaporation without polymer application. The maximum (0.259 mg/l) and minimum (0.028 mg/l) leaf chlorophyll *b* belonged to irrigation after 200 mm of evaporation using 60 and 240 kg/ha polymer, respectively. The highest yield of seed (1226 kg/ha) and essential oil (36.5 kg/ha) were obtained from well-watered plants (irrigation after 50 mm of evaporation) and 60 kg/ha of polymer. Increasing irrigation intervals from 50 to 200 (50, 100, 150 and 200) mm of evaporation, need 120, 180 and 120 kg/ha polymer correspondingly for production of optimal yield of cumin. Essential oil of cumin plants was gradually and significantly enhanced by increasing irrigation distance, up to 150 mm of evaporation from pan, (with this particle) follow down by severe stress. Like seed yield the lowest yield of essential oil (0.9 kg/ha) belonged to plants irrigated after 50 mm of evaporation using 120 kg/ha superabsorbent (less than irrigation after 200 mm of evaporation). In general, in the case of well-watered plants, irrigation after 50 mm of evaporation with a small amount of superabsorbent (60 kg/ha) produced maximum seed yield and oil. However, if there is no access to water and increasing irrigation intervals twice (irrigation after 100 mm of evaporation from pan) for maximum performance requires the use of 120 kg/ha polymers since the essential oil of irrigation after 200 mm of evaporation is very low. But, if we use higher amounts of superabsorbent (300 kg/ha) more than double the yield of essential oil was obtained from this irrigation level.

1,3- Associate Professors, Department of Medicinal and Industrial Plants, Institute of Biotechnology, Urmia University

2- Associate Professor, Department of Agricultural Biotechnology, Institute of Biotechnology, Urmia University

(*- Corresponding Author Email: a.pirzad@urmia.ac.ir)

Conclusion: A significant interaction between irrigation and superabsorbent, recommended a certain amount of polymer used as the optimum level for each irrigation regime so that the proper yield of essential oil was affected by optimal superabsorbent quantities of chlorophyll, seed yield and essential oil content. In conclusion, the suitable amounts of superabsorbent polymer were different for each irrigation regime, therefore it is recommended less than 120 kg/ha for control (non-stress condition) and moderate drought stress- and - 300 kg/ha for severe stress to produce essential oil of cumin plants, respectively.

Keywords: Chlorophyll, Clevenger, Cumin, Evaporation Pan Class A, Polymer



Evaluation of Some Morphological Characteristics, Water Use Efficiency and Essential Oil of Basil (*Ocimum basilicum* var. *keshkeni luvelou*) under Application of Malva Leaves and Superabsorbent Polymer

S. Beigi^{1*} - M. Azizi² – H. Nemati³ – V. Rowshan⁴

Received: 30-10-2013

Accepted: 05-04-2015

Introduction: Medicinal plants are rich in active substances and primarily have been used in the manufacture of many drugs. Basil (*Ocimum basilicum* L.) is one of the important medicinal plants which belongs to the Lamiaceae family. Basil essential oil content (between 0.5 to 1.5 percent) varies according to climatic conditions of habitat location. Basil needs a lot of water during growth period and it is very sensitive to water stress and shows wilting symptoms very soon after water shortage. Iran is located in an arid and semi-arid region which has little precipitation that is not enough for crop water requirements. Nowadays, the use of superabsorbent polymers is one of the ways to create sustainable agriculture and increase irrigation efficiency. They can store high water or aqueous solutions in root zone of plants and to reduce negative effects of drought stress. So, improvement of plant growth, increasing of irrigation intervals, reducing water loss and costs of irrigation is due to the application of superabsorbent polymers. Mucilages are also the herbal polysaccharides, soluble in water, and commonly include carbohydrates and can be used as hydrophilic polymers. The aims of this investigation were to study the effects of hydrophilic polymers on water use efficiency, morphological characteristics (dry matter, leaf area, and leaf number), essential oil quantity and yield of basil to harden plant to drought stress and to evaluate its potential to cultivate in arid regions. In addition, taking steps forward towards sustainable agriculture, by reducing the cost of agricultural production, helps protecting the environment.

Materials and Methods: This research was conducted as a pot experiment at the department of Horticultural Science, college of Agricultural, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, during 2012-2013. The research was set out in a factorial experiment on the basis of completely randomized block design with three replications. Two hydrophilic polymer Stockosorb® (industrial) and malva leaf (herbal) with two application methods (mixed with soil, mixed with soil+root) at 4 concentrations (0, 0.1%, 0.2% and 0.3% w/w) were used. Leaf number, leaf area, dry matter yield, water use efficiency, essential oil quantity and yield were measured. Improved seeds of *Ocimum basilicum* var. *Keshkeniluvellou* were sown and seedlings were transplanted to the pots in four-leaf stage. Hydrogels were prepared and mixed with water after weighing the polymers according to determined concentration. After establishment, all pots were irrigated with a determined amount of water after reaching to the highest concentration (0.3%) of the wilting point. So, in this state in addition to the treatment at 0.3% treatment, lower levels (0.2% and 0.1%) were reached to wilting point earlier and were exposed to water stress.

Results and Discussion: Superabsorbent polymers can by absorption of irrigation and rain water, prevent deep percolation of water and with decreasing irrigation interval and reduced water consumption and increase water use efficiency. The results showed that using Stockosorb superabsorbent polymer and malva leaf as herbal hydrophilic polymers are useful for water supply of the plant in water stress. Application of these substances on morphological characteristics, water use efficiency and basil oil, were superior to the control. According to the obtained results, malva leaf use in soil and roots in treatment less than (0.1% and 0.2%) number and leaf area and higher than (0.3%) increased dry matter yield, water use efficiency and the essential oil quantity and yield. Stockosorb (0.2%) by both applying methods increased dry matter yield and water use efficiency. Also Stockosorb (0.2%), soil application increased leaf number and area. The essential oil yield and quantity increased with use of Stockosorb in soil + root in for 0.2% and 0.3% treatments, respectively.

Conclusion: Due to the importance of cultivation of medicinal plants to provide conditions to increase essential oil yield and quantity at the same time, the best method used were malva leaf and Stockosorb with concentrations higher than (0.3%) and soil application method or the use of both polymers with application method in soil + root in the moderate concentration (0.2%). For that purpose, we obtained favorable conditions for improving the morphological characteristics, water use efficiency and increasing the quantity and of essential

1,2,3- MSc, Professor and Assistant Professor, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively

(*- Corresponding Author Email: s.beigi61@gmail.com)

4- Assistant Professor, Research Center of Agriculture and Natural Resources, Province Fars

oil yield in drought stress simultaneously. The results showed that natural compounds can be a good alternative for chemical compounds, but further experiments are needed for their commercialization.

Keywords: Hydrophilic polymer, Medicinal plant, Mucilage, Stockosorb®, Water use efficiency



Amount of Macronutrients and Micronutrients in Petiole of Some Iranian and Imported Grape Cultivars

H. Doulati Baneh^{1*} - M. Taheri² - A. Majidi³ - M. Taheri⁴

Received: 10-11-2013

Accepted: 25-05-2015

Introduction: Grapevine (*Vitis vinifera* L.) is one of the oldest and most important perennial crops in the world. Several native grapevine genotypes, highly appreciated for their organoleptic characteristics and commercial potential are still cultivated in Iran. Developing viticulture requires the conservation of autochthonous varieties that have evolved several mechanisms enabling them to cope with the local bioclimatic and edaphic conditions. Nutrition is a key component of vineyard management that has the potential to influence various factors in vine production that includes fruit set and quality. To develop suitable nutrient plant growers need to have an understanding of the factors such as cultivars, rootstocks, soil type, irrigation type and nutrients that they are applying in the vineyard. The uptake of nutrients from the soil depends on different factors namely; their soluble content in it, soil pH, plant growth stage, plant genetics and types of soil and fertilizers. Plant species have a variety of capacities in removing and accumulating elements. Vigorous genotypes are more capable of finding the necessary nutrients from the surrounding soil environment. This indicates that it does not require as much nutrient as poor vigor genotypes. So, for sustainable viticulture, it is important to know the interactive influences of cultivars, soil characters, climatic conditions, and irrigation type on vine productivity.

Materials and Methods: To evaluate and compare the amount of macronutrient elements (N, P, K, Mg and Ca) and micronutrient elements (B, Zn and Mn) in petiole of some Iranian grapevine cultivars including Bidanese fid Qazvin- Peikany Kashmar- Khalili Shiraz-Rasha and four foreign cultivars Thompson seedless, Flame seedless, Perlette and Black seedless, This study was carried out as -randomized complete blocks design - with-four replications in the Kahriz Horticulture Research station -.A total of 30 adult leaves per cultivar were taken from lower, middle and upper regions of the vines bulked together and transported directly to the laboratory. They were oven-dried for 48 h at 70 °C and grounded to pass through a 1 mm diameter sieve. The concentrations of the -mineral elements were determined using an atomic absorption and spectrophotometer.

Results and Discussion: The results showed there was significant difference among study cultivars in respect of elements concentration in petiole-. Among 8 cultivars, the highest and the lowest petiole N concentration were recorded in Flame seedless-and Peikany and Rasha cultivars respectively. P -concentration in Bidane sefid Qazvin was significantly higher than all tested cultivars. The highest and the lowest Mg amounts were measured in Peikany and Bidanese fid Qazvin, respectively. In petiole of cultivars B concentration was in the range of toxicity except Rasha that had the concentration less than -other cultivars. Iranian cultivars had lesscap ability to absorb Zn than abroad cultivars. The highest and lowest Zn were recorded in petioles of Thompson seedless and Peikany cultivars, respectively. It was reported that the mineral content of a grapevine is a combined result of the root systems ability to absorb, trans locate and accumulate the different nutrients. Previous investigations had clearly stated the differences in nutrients uptake and content of many grape cultivars. Furthermore, grape cultivars have shown differences in their nutrients uptake and distribution. These differences may be explained in different ways. First, cultivar may have different absorption capability or tendency for some specific minerals. Second, differences exist in translocation and distribution of nutrients and third, hormone synthesis of cultivar roots and their translocation is done. Finally, some nutrients might be assimilated mostly by roots; thus reducing the amount translocated to the shoots. In addition, some grape varieties may alter soil chemical characters and play a role in improving nutrients uptake. The rootstocks of *V. labrusca* and scions grafted on them achieve a higher ability in uptaking iron, even in markedly alkaline soils. Such tolerant varieties can mobilize iron by reducing soil pH at root level, thanks to their ability to emit H⁺ and/or organic acids. In the

1- Associate Professor of Horticulture Crops Research Department, West Azarbaijan Agriculture and Natural Resources Research Center, AREEO, Urmia, Iran

2- Associate Professor of Soil and Water Research Department, Zanjan Agriculture and Natural Resources Research Center, AREEO, Zanjan, Iran

3- Associate Professor of Soil and Water Research Department, West Azarbaijan Agriculture and Natural Resources Research Center, AREEO, Urmia, Iran

4- MSc Horticulture, Jehade Agriculture Management Tekab, Iran

latter case, iron is absorbed and transferred as a complex. Roots of some cultivars can also reduce Fe^{3+} to Fe^{2+} encouraging its migration from roots to leaves.

Conclusion: The studied grapevine cultivars displayed a considerable level of variability based on mineral content analysis. The results suggested that significant differences existed in the leaf petioles elemental concentrations among the grapevine cultivars analysis that might be in due part to the ability of the cultivar to accumulate metals. This study could be also used as a reference for grape growers to help them decide the best varieties that might grow under their soil conditions giving the best growth and yield productivity.

Keywords: Iron, Boron, Potassium, Leaf, toxicity



The Effect of Isabgol (*Plantago psyllium*) Mucilage and Shiraz Thyme Essential Oils on Microbial Load and Improving Shelf Life of Fresh-Cut Carrot

M. Azizi^{1*} - Z. Safaei² - S. Mirmostafae³ - Sh. Bolorian⁴ - N. Rahimi⁵

Received: 16-11-2013

Accepted: 20-06-2015

Introduction: Fresh-cut produce graduated to retail during the 1990s, especially for lettuce, cabbage, carrots and other similar vegetables. The high microbial loads of these products after harvest can be substantially reduced through a cleaning in flowing chlorinated water and a distribution under ensured controlled refrigeration. Therefore, a good number of convenient ready-to-use greens were launched to the market in the past decade. Nowadays, the use of this technology to achieve similar results in fruit products is one of the most challenging targets for processors. However, there is a number of issues that still need to be overcome before fresh-cut fruit commodities can be sparked off to an outstanding position in the segment of lightly-treated refrigerated foods. The importance of freshly cut products increases day by day. Tissue and cell rupture leads to a decrease in the shelf life of these products. On the other hand, these products due to increased enzyme activity, respiration rate and microbiological considerations that affect the health of these products requires highly attention. To increase the shelf life of the products and prevent undesirable changes in cut slices of fruit or vegetables a coating on the surface of these products has been suggested. Mucilages and essential oils of herbs are natural compounds that can be used to create such covers. The advantages of these coatings are their bactericidal effect, maintenance of pleasant taste and other physical and chemical characteristics of the product and even decrease of environmental pollution. In this research, the effect of natural compounds such as *Zataria multiflora* essential oil (EO) and *Plantago psyllium* mucilage on storage life and microbial load of fresh cut carrot was studied.

Materials and Methods: The research was conducted in two separate experiments on fresh-cut carrot: In the first experiment, the effect of different concentrations of *Plantago psyllium* mucilage (0, 100, 200, and 400 mgL⁻¹) and four concentrations of *Zataria multiflora* essential oil (0, 100, 250, and 500 mgL⁻¹), in a factorial experiment on the basis of completely randomized design with 16 treatments and three replications was evaluated. In the second experiment application of essential oil and mucilage on microbial load of fresh-cut carrot was examined in a split plot experiment on the basis of randomized complete blocks design with six treatments and three replications which *Zataria multiflora* EO (500 mgL⁻¹) and *Plantago psyllium* mucilage (400 mgL⁻¹) was set as main plot and storage time was set as subplot. The serial dilution technique and cultivation in special culture media were used to determine the microbial load. Treated samples were then packaged in polyethylene trays (175 mL) and were stored at 4°C. After 10 days of treatment different parameters such as weight loss, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), pH, color, organoleptic properties, the amount of skin whitening and microbial load were evaluated. Means were compared using LSD test at the significant 5% probability level.

Results and Discussion: The results showed that the treatments had a significant effect on weight loss. Essential oil and mucilage treated samples with different concentrations and also a combination of the two had less weight loss than the control. Different concentrations of essential oil and mucilage individually significantly affected titratable acidity, soluble solids and pH. Samples treated with 100 and 250 mgL⁻¹ essential oil, and with 100 and 200 mgL⁻¹ mucilage had the highest acidity, and showed significant increase compared to the control. A little color change occurred in the treated samples and their colors were very close to the control. Combination treatment with 100 mgL⁻¹ essential oil plus 100 mgL⁻¹ mucilage significantly reduced skin whitening of fresh cut carrot. Analysis of variance indicates significant effect of treatments on all microbial contaminations which were evaluated. The means of aerobic mesophilic bacterial contamination and the coliform bacterial contamination were 6.67 log CFU/g and 6.37 log CFU/g, respectively. Only mold and yeast contamination significantly increased during storage and was more pronounced in samples treated with psyllium mucilage. After 10 days of storage, although some bacterial contamination increased, this increase was not significant. Fungal contamination starts at 5.35 log CFU/g and ends at 6.64 log CFU/g, which is approximately 1.3 log CFU/g

1, 2, 3, 5- Professor, MSc Student, PhD Student and MSc Student of Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively

(*-Corresponding Author Email: azizi@um.ac.ir)

4- Assistant Professor, Faculty of Food Additive Research Department, Food Science and Technology Research Institute

increased. *E. coli* contamination was not observed in samples. According to the standards threshold, in this experiment, aerobic mesophilic bacteria contamination of the samples (except for samples coated with mucilage after 10 days of storage which their contamination exceeded) was in the standard threshold. However, coliform bacteria, mold and yeast contamination in all samples exceeded.

Conclusion: In general, results of this study showed that application of natural compounds of medicinal plants as edible coatings improved the quality and -extend the shelf life of fresh cut carrot. However, disinfection of the product in this experiment was not sufficient to reduce the microbial contamination properly and treatments used could not reduce it at the standard limits, appropriate disinfection methods such as radiation and higher concentrations are also investigated in order to export this recommended product.

Keywords: Color, Edible coatings, Microbial load, Quality



Effect of Salinity Stress on Physiological and Biochemical Traits in Citrus Genotypes

B. Golein^{1*} - V. Rabiei² - F. Mirabbasi³ - R. Fifaei⁴ - M. F. Halaji Sani⁵

Received: 22-01-2014

Accepted: 09-06-2015

Introduction: *Citrus* (L.) is a large genus that covers several major cultivated species, including *Citrus sinensis* (sweet orange), *C. reticulata* (tangerine and mandarin), *C. limon* (lemon), *C. grandis* (pummelo), and *C. paradisi* (grapefruit). Citrus is one of the world's important fruit crops and grown in most areas with suitable climates between latitude 35°N–35°S. In Iran, citrus industry is of paramount importance. Citrus species have been classified as salt-sensitive crops, although their relative tolerance can be influenced by climate, fertilization, soil type, irrigation method and rootstock. Citrus rootstocks differ in their ability to exclude Cl⁻ and/or Na⁺ from the scion. Many authors have contrasted the relative abilities of rootstocks to restrict movement of salts to the scions. The rootstocks Cleopatra mandarin (*C. reshni*), Rangpur lime (*C. limonia*) and Severiniabuxifolia (Poir) Tenore were relatively effective in restricting Cl transport to scions, whereas the rootstocks Swingle citrumelo and Carrizo citrange were found to be less restrictive. Although the mechanism by which some rootstocks reduce concentrations of ions in the scion is still unknown, it seems to depend on the vigor of the scion and on water requirements. There are a number of reports demonstrating that both scion and rootstock may influence Cl accumulation in leaves. Several papers reported that accumulation of Na⁺ in shoots seemed to be more dependent on rootstock–scion combinations. Since, citrus species are different in salt tolerance and use of tolerant rootstocks can decrease salinity damages, so this study was conducted to identify tolerant genotypes among unknown types from the Kotra Citrus Research Station, Citrus and Sub-Tropical Fruits Research Center (Ramsar).

Materials and Methods: The experiment was arranged in a factorial, based on completely randomized design in three replications with two plants in each experimental unit in Iran Citrus Research Institute. Treatment included 10 citrus natural genotypes along with two varieties of Cleopatra mandarin (tolerant plant) and Swingle citrumelo (sensitive plant) with six-month old and four salinity levels of sodium chloride: 0 (control), 2, 4 and 6 dsm⁻¹, for 16 weeks in the greenhouse condition. Effect of salinity on fresh and dry weight of shoot and root, relative water content (using upper leaves), stomatal density (with counting of stomata using microscope), concentration of Cl (with titration method of silver nitrate) and Na (by flame photometry) in roots and leaves, content of total chlorophyll (using acetone 80%), proline (spectrophotometry at wavelength of 520 nm), lipid peroxidation (spectrophotometry at wavelength of 532 nm) and activity of peroxidase enzyme (spectrophotometry at wavelength of 470 nm) were investigated. Data analysis was done by SAS 9.1 software.

Results and Discussion: The results indicated that, the interaction of genotypes and salinity levels had no significant difference in relative water content, stomatal density and Na⁺ concentration - in roots but, other traits except total chlorophyll content which was significant at 5% level, were significant at 1% level. Shoot fresh and dry weight of genotypes No. 4 and 6 were significantly ($P < 0.01$) reduced. Root fresh and dry weight in genotypes G 4, G 7 and G 6, compared to control, significantly decreased ($P < 0.01$). With increasing the salinity, leaf Na⁺ content was the lowest in genotype G9 at 0.28% and was the highest in genotype G6 at 0.53%. The highest and the lowest leaf Cl content were obtained in genotypes G6 and G11 at 3.1% and 1.7%, respectively. Proline content significantly ($P < 0.01$) increased in genotype G10 and Cleopatra mandarin than others. Total chlorophyll content significantly ($P < 0.05$) decreased in genotypes G6, G3 and G4. Swingle citrumelo and genotype G5 had significant increase in POD activity. Genotype G9 had the lowest lipid peroxidation (14 mM) in comparison with the other genotypes.

Conclusion: In general, genotypes G4, G6 and G7 were more sensitive to salinity stress and had more Cl in their leaves which decreased plant growth. Genotypes G9, G10, G11 and G12 showed less damage in their leaves. In genotypes G9, G10, G11 and G12, lipid peroxidation and leaf Cl were lower than others. Based on the results, genotype G9 was better than others in terms of salinity tolerance. After Cleopatra mandarin and

1, 4, 5- Associate Professor and Lecturers, Citrus and Sub-Tropical Fruits Research Center, Ramsar, Respectively
(*-Corresponding Author Email: bgoleincitrus@yahoo.com)

2, 3- Associate Professor and M.Sc. Graduated, Department of Horticulture, Zanjan University

genotype G3, this genotype had the lowest Cl and Na concentration in leaves, respectively. So, genotype G9 can repel Cl from the leaves which is very important for salinity tolerance and also G9 could be considered as a tolerant genotype in citrus breeding program .

Keywords: Biotype, Proline, Tolerance, Sodium Chloride, Cleopatra mandarin



Effect of Biofertilizers and Irrigation Intervals on Yield Component and Yield of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.)

M. Jaberi^{1*} - R. Baradaran² - S.Gh. Mousavi³ - M. Aghhavan Shajari⁴

Received: 17-02-2014

Accepted: 24-06-2015

Introduction Drought is one of the most important factors which decrease crop production in arid and semi-arid regions of the world (1, 20). Appropriate nutritional management has an effective role in the resistance to environmental stresses on crops (7). An important issue about sustainability of food production is the maintenance of soil fertility through the use of organic matter and biofertilizers. One option to increase agricultural production is the use of beneficial soil microorganisms such as PGPR and fungi (45). This group of bacteria through biological fixation of nitrogen, increase phosphorus and potassium solubility, an increase the availability of mineral elements in the soil, inhibits pathogen appearance and produce hormones that regulate the growth of plants to affect crop yield (18, 47). Mycorrhiza enables symbiosis with the roots of most crop plants, through the availability of phosphorus, nitrogen and other nutrients and thus increases water absorption and produces plant hormones, increases resistance to pathogens and environmental stresses, strengthens the soil microbial community and induces improving the growth and performance of plants in agricultural systems (5, 32, 37, 40). Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) is an annual herbaceous plant that reaches a height of 50 cm (14). Since limited water is at very critical level now, the importance of further research in this area is felt. So, the study of medicinal plants considering water management and organic food is very important. Therefore, the aim of this research is to evaluate the effect of organic and biofertilizers and irrigation on yield and yield components of fenugreek in Birjand.

Materials and Methods In order to study the effects of irrigation intervals and biofertilizers on quantitative traits and yield of fenugreek, an experiment was carried out in a split plot based on a complete randomized block design with 3 replications at the research station, Faculty of Agriculture, Azad University, Birjand, Iran, during 2010-2011. Experimental treatments were irrigation intervals in three levels (every 6, 9 and 12 days) and biofertilizer in five levels (nitroxin, biophosphorus, and micorhyza fungi *G. mosseae*, *G. intraradices* and control-no fertilizer). Fenugreek was planted through furrow in mid-April 2010. The distance between rows and between plants was 30 and 10 cm, respectively. Seeds were covered by Nitroxin (including: *Azotobacterchroococcum*, *Azospirillum lipoferum* and *Azospirillum brasilense*) and biophosphorus (including: *Pseudomonas fluorescens*) and then were cultured. They were used at a depth of 2cm below the seed from *Glomus intraradice* and *Glomus mosseae*. Fenugreek was harvested in early July when the plants became yellow and at least 80% of the pods were reached. Statistical analysis of the data was performed using SAS 9.1 and MSTATC. Mean comparison were compared by the Duncan test at 1% and 5% level of probability.

Results and Discussion: Results of statistical analysis showed that irrigation treatments and biofertilizers had significant effect on most indices. Interaction effect of irrigation and biofertilizer were significant on seed and leaf yield ($p < 0.05$ and $p < 0.01$). The highest seed yield was observed in 6 days irrigation interval and using *G. mosseae* and biophosphorus (83.60 and 88.58 g.m⁻²) with no difference in between, and the lowest seed yield was obtained in control treatment and irrigation interval of 12 days (9.41 g.m⁻²). Increasing the absorption of minerals by biological factors in the soil improves crops biomass and yield (26, 34). The irrigation interval to achieve the highest seed and leaf yield in this experiment was 6 days. Increasing irrigation interval led to reduction of leaf and seed yield and all morphological traits. The highest forage yield was achieved from *G. mosseae* treatment (128.66 g.m⁻²). Mycorrhiza fungi which symbiosis with the roots of most crop plants, through the availability of phosphorus, nitrogen and other nutrients, increasing of water absorption, increasing resistance to pathogens and environmental stresses induce improvement of growth and performance of plants in agricultural systems (40). Number of seed per plant was increased about 30.46 % in 12 days irrigation interval compared to 6 days. The maximum seeds number per plant (47.26) was obtained in biophosphorus treatment and

1- Expert of The Office of Coordination Economic and International Affairs, South Khorasan

2,3- Assistant Professors, Department of Agriculture, Azad University, Birjand Branch

4- PhD Student of Agroecology, Department of, Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad

(* - Corresponding Author Email: moslem.jaberi@gmail.com)

there was no significant difference between other treatments. The researchers found that the use of biofertilizers in stress condition improves plant growth indices of Rosemary (23).

Conclusion In general, results showed that the application of biofertilizers including microorganisms of fungi or bacteria had positive effects on growth parameters of fenugreek. The best irrigation interval for fenugreek was irrigation every 6 days. Biomass and seed yield of this plant is reduced by increasing irrigation interval.

Keywords: Biophosphorus, Irrigation, Medicinal plant, Microorganism, Quantitative traits



Evaluation of Yield and Yield Components of Leek (*Allium porrum* L.) in Intercropping with White Clover (*Trifolium repens* L.)

E. Ebrahimi¹-A. Bagheri^{2*} - F. Nurbakhsh³

Received: 07-04-2014

Accepted: 08-06-2015

Introduction: Leek, *Allium porrum* L. is one of the most important vegetables in Europe. Open canopy up to harvest in leek field raises problem in weed management and increase nutrient leaching during vegetation period. Intercropping in leek fields causes better weed control along with the other benefits of this type of method. Intercropping leek with White clover *Trifolium repens* L. as a cover crop is considered, because it is known to have high ability to fix nitrogen in the soil biologically and prevent nutrient leaching during the growing season. In this study, intercropping of leek *A. porrum* L. and white clover *T. repens* L. is evaluated.

Materials and Methods This experiment was conducted in 2011 and located at the research farm Hessian State Estate Frankenhhausen, Germany (51° 27' 0" N, 9° 25' 0" E), 249 meter above sea level. The goal of this experiment was based on comparison between leek in intercrop system with white clover (The factors included different date of sowing composed early undersowing, sowed right after transplanting leeks and late undersowing, one month later) and leek in monoculture system. In addition, different cover crop management by cutting and without cutting the clovers has been considered. In monoculture system, applying hand weeding and no-weeding was evaluated. Therefore, this experiment consisted of 6 treatments (1 and 2: early undersowing of clovers with and without cut, 3 and 4: late undersowing of clovers with and without cut, 5 and 6: monoculture with and without hand weeding) with three replications and performed as a complete randomized block design. Analysis of variance, Duncan tests ($P \leq 0.05$) and orthogonal analysis was applied for comparison between the treatments.

Results and Discussion: The comparison between treatments with cover crop indicated a significant difference ($P \leq 0.01$) among treatments with early and late sowing time for clovers. Treatments with late sowed clovers (with and without cut) produced significantly higher dry matter in comparison with treatments with early sowed clovers (with or without cut). It seems late existence of clover at the early stages of development created more dry matter in leeks. Comparison indicated that treatments with clover but without cut, significantly created more dry matter in comparison with treatments, which clover cut. Existence of clover as mulch prevents weed growth and also biological Nitrogen fixation can be a reason for such observation. The results indicated that stem diameter for leeks in monoculture system and without hand weeding was significantly less than other treatments. Moreover, leek diameter in monoculture treatments with hand weeding was one of the greatest values. The largest amount of leek diameter was created in treatments with late sowing of clover, 48 days after transplanting leeks, whether clover has or not been cut. It seems despite all benefits of clover in Nitrogen fixation and prevention of weeds, that clover itself can be a considerable competitor with leeks as well.

Conclusions: The results of this experiment indicated that intercropping leek and clover can have a positive effect on dry matter production and quality of leek with proper timing of undersowing. We should consider that weeding was not possible for the whole growing season. Therefore, weeding at the beginning of the growing season and applying late cover crop could create more benefits of intercropping with a few competing effects on leek. In fact, weeding at the beginning of growing season establishes a good potential for nutrient absorption during the critical primary growing period of leek.

Keywords: Cover crop, Delayed cultivation, Plant management, Vegetables.

1 - PhD student at University of Kassel, Germany

2- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University

(*-Corresponding Author Email: a.bagheri@razi.ac.ir)

3- PhD Student of Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad



Study of Androgenesis Ability and Callus Induction in Four Varieties of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) by Anther Culture

R. Najib^{1*} - M. Farsi² - A. Mirshamsi kakhki³ - S. R. Vessal⁴

Received: 15-06-2014

Accepted: 15-07-2015

Introduction Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) is one of the most important vegetables which in addition of its importance as a food, is utilized as a model plant for cytological and cytogenetic studies. Tomato breeding programs are often based on the production and selection of hybrid plants. Producing hybrid plants and application of features that is needed to breed pure lines with high specific combining abilities, is highly required. New technologies such as doubled haploid can be an effective strategy to provide pure lines in tomato. Generation of homozygous doubled haploid lines through induction of androgenesis is a promising alternative method to the classical breeding programs. However, this technology is poorly developed in tomato so that some improvements in methodology are required. Genotype and stages of microspore development are critical factors for induction of androgenesis in tomato. Among them, the genotype is more important than other factors. The purpose of this study was to investigate the possibility of callus induction from anthers in some tomato genotypes.

Materials and Methods: In order to investigate the androgenic response and callus induction through anther culture in tomato, four varieties including Mobil-Netherlands, Baker, U. S. Agriseed and Khoram were chosen. To determine the appropriate stage of microspore development for anther culture, cytological studies were accomplished at different size length of flower buds (2-7.9 mm). Flower buds were incubated at 4°C for 15 minutes and stained in acetocarmin %4 solution. Based on cytological studies in four tested cultivars, flower buds with size length 4-4.9 mm were chosen, as they had the highest frequency of meiotic microspores to microspores mid uninucleate. Pretreatments were colchicine solution (250 mgr/L) at 4 °C for 48 h. The anthers were cultured on MS medium containing 2 mgr/L IAA and 1 mgr/L Zip. All changes in frequency of callus induction and diameter of callus were recorded for eight weeks. Diameter of callus was measured using a microscope equipped with a camera and Dino Capture 2.0 software version 4.1. Cytological studies were accomplished by microscopy research Olympus BX51 and photographed by a digital camera DP70. To determine the presence or absence of a significant difference between the observed proportions a chi-square test was used. All analysis was conducted using statistical software JMP 8. Charts were provided using Excel software.

Results and Discussion: Anther development stage is one of the factors determining the success of anther culture in the production of embryos. The results of most studies showed that the stage between meiosis and mid-stage of unicellular microspores is optimum to androgenesis response in tomatoes. Since microspores in the anthers are at various stages of development, to determine the appropriate size of flower buds, the relative frequency of each of the stages of development should be understood. Based on the obtained results, in all study cultivars, flower buds with a length of 4-4.9 mm (Containing anthers with an approximate length of 3-4 mm), due to having the highest frequency of meiotic and unicellular microspores, can be used for anther culture. Study of deformation and induced callus in this experiment showed that both the Baker and U. S. Agriseeds did not show callus induction. Anthers of varieties over three weeks after culture gradually became yellowish-brown and in the fourth week of the increased frequency of haploid were brown. After six weeks of culture, all anthers in both became brown and died. The anthers of the varieties, Mobil-Netherlands and Khoram, inflated at the second to fourth week, anther wall was eventually broken and callus was observed. At third week the frequency of deformed anthers were gradually increased. Four weeks after culture, the frequency of callus induction reduced and after five weeks of callus induction no change in frequency of callus induction was observed. The results showed that frequency of callus induction was significantly different among genotypes ($P < 0.0001$). Two varieties of Mobil-Netherlands and Khoram had a relatively higher potential for androgenic response through anther culture compared to other lines.

Conclusions: The results showed that the androgenesis in tomato is influenced by genotype. Two varieties including Mobil-Netherlands and Khoram showed a relatively high potential for induction of callus. It seems that

1, 2, 3- MSc. Student, Professor and Assistant Professor, Department of Biotechnology and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively

(*- Corresponding Author Email: najib.r.1367@gmail.com)

4- Department of Research Legumes, Research Center For Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

by improving medium components and physiological conditions of donor plant in next experiments, there would be possibly more success in these two varieties in terms of haploid production.

Keywords: Callusinduction, Genotype, Haploid



Evaluating Non-Linear Regression Models in Analysis of Persian Walnut Fruit Growth

I. Karamatlou^{1*} - M. Sharifani² - H. Sabori³

Received: 18-08-2013

Accepted: 14-06-2015

Introduction: Persian walnut (*Juglans regia* L.) is a large, wind-pollinated, monoecious, dichogamous, long lived, perennial tree cultivated for its high quality wood and nuts throughout the temperate regions of the world. Growth model methodology has been widely used in the modeling of plant growth. Mathematical models are important tools to study the plant growth and agricultural systems. These models can be applied for decision-making and designing management procedures in horticulture. Through growth analysis, planning for planting systems, fertilization, pruning operations, harvest time as well as obtaining economical yield can be more accessible. Non-linear models are more difficult to specify and estimate than linear models. This research was aimed to study non-linear regression models based on data obtained from fruit weight, length and width. Selecting the best models which explain that fruit inherent growth pattern of Persian walnut was a further goal of this study.

Materials and Methods: The experimental material comprising 14 Persian walnut genotypes propagated by seed collected from a walnut orchard in Golestan province, Minoudasht region, Iran, at latitude 37°04'N; longitude 55°32'E; altitude 1060 m, in a silt loam soil type. These genotypes were selected as a representative sampling of the many walnut genotypes available throughout the Northeastern Iran. The age range of walnut trees was 30 to 50 years. The annual mean temperature at the location is 16.3°C, with annual mean rainfall of 690 mm. The data used here is the average of walnut fresh fruit and measured with gram/millimeter/day in 2011. According to the data distribution pattern, several equations have been proposed to describe sigmoidal growth patterns. Here, we used double-sigmoid and logistic-monomolecular models to evaluate fruit growth based on fruit weight and 4 different regression models including Richards, Gompertz, Logistic and Exponential growth for evaluation of fruit growth according to length and width (diameter) of fruit. Then to determine the most efficient model, different parameters of evaluation of model fitting were used. The best model was selected based on the highest value of R^2 and the lowest values for RMSE, AIC and BIC. The data were analyzed using SAS software (version 9.2) and Solver in Microsoft Excel.

Results and Discussion

Growth model based on fruit weight: According to the actual and estimated growth model based on fruit weight, double sigmoid function and logistic-monomolecular model showed a good prediction of fruit weight changes versus time data (days after full bloom). However, in general according to evaluation criteria, double sigmoid model was the best model to predict walnut fruit weight. Based on total fruit weight, fruit growth occurs at two stages: in the beginning of the growth phase, there is a slow growth for 30 days and then it is continued with a rapid growth until 60 days after full bloom. Thereafter, growth was again slow. At the beginning of the second phase of growth (70 to 85 days after full bloom), fruit growth increased again and then, walnut fruits started to ripe on the tree in summer, bright green husk (outer pericarp layer) changed to a yellowish color and the growth again decreased (130 days after full bloom).

Growth model based on fruit length and width measurements: Based on the actual and estimated growth pattern the Richard model describes the growth of fruit better than other models. The first phase lasted for about 15 days and the second phase of growth was very rapid and it lasted for 35 days in most of genotypes. Then, fruit length and width did not change significantly until harvesting time. However, due to subtle changes of fruit length and width following fruit rapid growth stage, fruit weight is preferred for describing fruit growth of the Persian walnut. During the first phase of development, increasing size and weight are associated with the formation of new and larger cells and tissues. The second phase includes attainment of final nut form, and it is characterized mainly by chemical changes. These include changes in the shell as the cells become lignified and more important changes in kernel composition.

1- PhD Student, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

(* - Corresponding Author Email: iskaramatlou@gmail.com)

2- Associate Professor, Department of Horticultural Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

3- Associate Professor, Department of Agronomy, Gonbad Kavous University

Conclusion: Based on the statistical testing and goodness of the fit, the best model between six nonlinear growth models, was double-sigmoid and Richard model which can be used to accurately predict fruit growth based on fruit weight, fruit length and width, respectively.

Keywords: Double sigmoid, Growth model, Sigmoid growth, Fruit growth.



Effects of Aminol-Forte Fertilizer Spraying on Physiological and Biochemical Responses of Pomegranate cv. Naderi under Drought Stress Conditions

S. Hasanzadeh^{1*} - F. Habibi² - M.E. Amiri³

Received: 27-08-2014

Accepted: 22-04-2015

Introduction: Pomegranate (*Punica granatum* L.) belongs to the Punicaceae family and grows in subtropical and Mediterranean climates. Nowadays the widespread usage of inorganic fertilizers has increased and so people concern about their health. The use of organic fertilizer instead of inorganic fertilizers is one of the methods of preserving health. Pomegranate is one of the most important products of Iran. This fruit plant is cultivated in some regions in arid and semi-arid areas. Due to the long growing season of pomegranate, drought stress is one of the main limiting factors in the development of pomegranate orchards in Iran. Utilization of amino acids can help to increase efficiency and improve the quality of the fruit under environmental stress. Thus, this study aims to find any possibility to increase the production and quality of the fruit during the drought. The goal of this study was to study the effect of organic Aminol-Forte fertilizer on physiological and biochemical responses of pomegranate cv. Naderi under drought stress conditions.

Materials and Methods: This research was carried out in AbShirin field located on the old road 40 km from Qom-Kashan during 2011. Asplit plot experiment based on randomized complete block design was conducted with two factors, irrigation treatment in three levels (100% required water, 75% required water and 50% required water) and Aminol-Forte fertilizer treatment in four levels (0, 2, 3 and 4 ml/l). Spraying was conducted in four stages (pre-anthesis, after fruit set, fruit growth and two weeks per-harvest). In the end of the experiment, chlorophyll index, soluble sugars, insoluble sugars, proline, canopy degree and stomatal conductance were measured. Statistical analysis was performed using SPSS 17 program. Means were separated according to the Duncan's multiple range test (DMRT) at 0.01 level of probability.

Results and Discussion: Analysis of variance of Aminol-forte fertilizer spraying on physiological and biochemical responses of pomegranate cv. Naderi under drought stress conditions showed that between irrigation treatment for chlorophyll index, proline and stomatal conductance were significant at 1% level of probability, and at 5% level of probability soluble sugar and insoluble sugar and canopy degree were significant. Fertilizer treatment at 1% level of probability was significant for proline and at 5% level of probability was significant for soluble sugars. Interaction was significant for soluble sugars, proline and canopy degree. Means showed that by increasing fertilizer level, soluble sugars content, proline and stomatal conductance significantly increased while insoluble sugars and chlorophyll index decreased insignificantly. By decreasing irrigation levels, chlorophyll index, soluble sugars and proline significantly increased, meanwhile insoluble sugars and stomatal conductance significantly decreased. The highest chlorophyll index (65.44 SPAD) and the lowest chlorophyll index (56.48 SPAD) were obtained in 75% required water with 2 ml/l of fertilizer level and 100% required water with 3 ml/l of fertilizer level, respectively. The highest soluble sugars (14.94 mg/g) and the lowest soluble sugars (11.64 mg/g) were obtained in 50% required water with 0 ml/l of fertilizer level and 100% required water 2 ml/l of fertilizer level, respectively. The highest insoluble sugars (9.99 mg/g) and the lowest insoluble sugars (6.82 mg/g) were measured in 100% required water with 3 ml/l of fertilizer level and 50% required water with 2 ml/l of fertilizer level, respectively. The highest proline content (2.51 μ mol/l) and the lowest proline content (1.05 μ mol/l) were obtained in 50% required water with 4 ml/l of fertilizer level and 100% required water with 0 ml/l of fertilizer level, respectively. The highest canopy degree (-7.31°C) and the lowest canopy degree (-9.38°C) were measured in 50% required water with 4 ml/l of fertilizer level and 100% required water with 4 ml/l of fertilizer level, respectively. The highest stomatal conductance (38.23 mmol/m²/s) and the lowest stomatal conductance (9.7 mmol/m²/s) were obtained in 50% required water with 2 ml/l of fertilizer level and 100% required water with 3 ml/l of fertilizer level, respectively.

Conclusion: By increasing the level of Aminol-Forte fertilizer from 0 to 4 ml/l, soluble sugars content, proline and stomatal conductance significantly increased while insoluble sugars and the chlorophyll index decreased. Drought stress increased soluble sugars content, chlorophyll index, canopy degree and proline but,

1, 2, 3- MSc Student, MSc Graduate and Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Respectively

(*-Corresponding Author Email: s.h_hassanzade@yahoo.com)

insoluble sugars and stomatal conductance decreased. According obtained results, it can be said, spraying of Aminol-Forte fertilizer containing amino acid could significantly reduce the negative effects of drought stress. In this study, the best results in terms of stress and no stress were obtained in 3 and 4 ml/l of Aminol-Forte fertilizer.

Keywords: Proline, Canopy degree, Chlorophyll index, Soluble sugars, Stomatal conductance



Extraction and Identification of Volatile Components of Two *Salvia* Species Native to Iran (*Salvia limbata* and *S. multicaulis*) by Using Solid Phase Micro-Extraction Method

S. Ramezani¹ - A. Abbasi^{2*} - A. Shojaeiyan³ - N. Ahmadi⁴ - R. Cozzolino⁵ - S. Piacente⁶

Received: 14-10-2014

Accepted: 05-01-2015

Introduction: There are 58 species belonging to sage genus as annual and perennial plant in different regions of Iran that 18 species of them are endemic to Iran and they have different medicinal properties such as antibiotic, sedative, carminative, antispasmodic and commonly used in treatment of respiratory problems: infections, cough, cold and sore throat and cosmetics industries. The present study has aimed to evaluate the composition of essential oils achieved by Solid Phase Micro-Extraction method from aerial parts of two *Salvia* species native to Iran: *Salvia limbata* and *Salvia multicaulis*.

Materials and Methods: The experiments were carried out at the Research Station of Agriculture College, TarbiatModares University in Tehran, Iran during the years 2011-2013. The seeds of *Salvia limbata* and *Salvia multicaulis* were collected in Ardabil and Isfahan provinces in 2009. The seeds were sown in planting trays (filled with soil and cocopeat 1:1) under controlled greenhouse condition (temperature: 26±1°C, light: 3000 lux, relative humidity: 65%) in the last week of February 2011. The soil of experimental pots (soil and coco peat 2:1) was a clay silt loam with pH of 7.4. After two months, seedlings with uniform height and stem diameter with two true leaves were transferred to a growth chamber adjusted to 30/20 °C, 50% relative humidity, light intensity of approximately 3000 Lux and 16 h photoperiod. Aerial parts of two cultivated plants including *Salvia limbata* and *Salvia multicaulis* at flowering stage were harvested in June 2012 and kept at 80°C until further experiments. Volatile compounds were extracted by solid phase micro-extraction (SPME) method for the first time in Iran for these species. Before the SPME, the leaves lyophilized and then were used. The optimization of SPME extraction and desorption conditions were performed by analyzing dried leaves of *Salvia officinalis* L., used as the matrix. The sample preparation procedure was as: 15 mg of dried sage leaves mixed into a 20 ml screw-on cap HS vial to 5 ml of 5% Ethanol and 0.5 mg of Na₂SO₄. The vials were sealed after stirring with a Teflon (PTFE) septum and an aluminum cap (Chromacol, Hertfordshire, UK) for the production of headspace and the successive analysis. The sample vial was put in the instrument dry block-heater and held at 40°C for 20 min to come into equilibrium. The extraction and injection processes were automatically performed using an auto sampler MPS 2 (Gerstel, Mülheim, Germany). The fiber was, then, automatically inserted into the vial's septum for 10 min, to allow the volatile compounds absorption onto the SPME fiber surface. Each SPME fiber was conditioned before its first use, as recommended by the manufacturer. In order to desorb the volatile metabolites, the SPME fiber was introduced into the injector port of the gas chromatograph device, model GC 7890A, Agilent (Agilent Technologies, Santa Clara, USA) coupled with a mass spectrometer 5975 C (Agilent) wherein the metabolites were thermally desorbed and transferred directly to a capillary column HP-Innowax (30m×0.25 mm×0.5µm Agilent J&W) and analyzed. The identification of VOMs was accomplished by comparing the retention times of the chromatographic peaks with those, when available, of authentic standards run under the same conditions. For volatiles for which reference substances were not available, the identification was performed by matching their retention indices (RI) determined relative to the retention time of a series of n-alkanes (C₈–C₂₀) with linear interpolation, with those of authentic compounds or literature data (Van Den Dool & Kratz, 1963). Confirmation of metabolites identification was also conducted by searching mass spectra in the available database (NIST, version 2005; Wiley, version 2007).

Results and Discussion: 66 volatile components were identified in *Salvia limbata*, which Sabinene

1,3,4- Former PhD Student and Assistant Professors, Tarbiat Modares University, College of Agriculture, Department of Horticulture Science, Tehran, Iran

2- Associated Professor., Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Islamic Republic of Iran.

(*- Corresponding Author: Email: rezabbasi@ut.ac.ir)

5- Assistant Professor. Institute of Food Science of CNR, Avellino, Italy.

6- Associated Professor, Department of Pharmacy, University of Salerno, Fisciano, Italy.

(19.16%), β -Pinene (19%), α -Pinene (16.3%), α -Terpinolene (14.41%), 1,8-Cineole (10.86%) and Limonene (3.73%) were highest amounts. 58 volatile compounds were identified in *Salvia multicaulis* that Camphene (28.85%), α -Pinene (12.33%), Camphor (10.73%), Limonene (9.01%), 1,8-Cineole (5.47%), β -Pinene (4.58%) and Bornyl Acetate (3.75%) had the maximum amounts, respectively. The main part of volatile constituents of *Salvia limbata* and *Salvia multicaulis* plants belonged to monoterpenes (91.57 and 84.28% respectively) and sesquiterpenes (5.12 % and 7.58 %, respectively).

Conclusion: The results obtained in *Salvia limbata* and *Salvia multicaulis* in respect to main components are similar to previous papers (3, 16). However, there is some compound such as α -Terpineol in *Salvia limbata* which has not been reported. According to the obtained results by solid phase micro-extraction is closer to plant compounds.

Keywords: Monoterpenes, *Salvia limbata*, *Salvia multicaulis*, Secondary metabolites, sesquiterpenes



Evaluation of Biofertilizer “Myco-green” on Water Relation and Efficiency of Potato Minituber Production in Drought Stress Condition.

K. Parvizi^{1*} – M. Chan²

Received: 15-12-2013

Accepted: 24-06-2015

Introduction Today biological fertilizers are suitable substitutes for chemical manure. Hence they can improve soil fertility in sustainable agriculture system (Mandal et al, 2007). Moreover, in some composition they are accompanied with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR), namely *Pseudomonas* and some *Bacillus* species. These bacteria can improve growth rate of the plants by some physiological aspects namely, acid production, increasing endogenously phytohormone and helping more phosphorus absorption and fixation of biological nitrogen (Tilack et al., 2005). The symbiosis of mycorrhiza with plants confers numerous benefits to host plants including improved plant growth and mineral nutrient absorption, tolerance to diseases and stresses such as drought, temperature fluctuation, metal toxicity, salinity and other adverse conditions (Fortin et al, 2002. Ryan et al, (2003) and Smith and Reed, (2008). Mycorrhizal plants are capable of absorbing more water in lower potential of water as compared with non-mycorrhizal plants (Sanchez and Blanco, 2001). Micro propagation of potato by micro and mini tubers have been established for improving multiplication rate and possibility of reserving some more stock plants as germplasm. Multiplication of the minitubers already have been accompanied by lower establishment that causes low vigor and performance of the plant. This experiment was performed to study the effect of biological manure accompanied with mycorrhiza and plant growth promoting rhizobacteria on water relationship and vigor of the plantlets derived from minituber in water stress condition.

Material and Methods Myco-green is produced by Peat grow company in Malaysia and has been spreading in floriculture, seed beds, vegetable crops, seedling plant of oil palm and many other plants. The experiment was performed at the University of International Technology Mara Sarawak (UITM). As first step, soil bed composition was combined with peat and perlite (1:3 ratio). Then it was completely mixed by Mycogreen biofertilizers by 1 percent of weight ratio. Mixed soil bed and biofertilizer were transferred to boxes. Minitubers of two potato cultivars (Agria and Marfona) were cultivated in the boxes arranged with 6×8 cm distance. The test was conducted in a factorial experiment based on completely randomized design with four replications. The factors included three interval irrigation regimes (5, 8 and 11 days) and two potato cultivars. The amount of water supplement according to their treatment was evaluated by weighing the boxes and was calculated as the amount of field capacity base. Fertile grow as a completed micronutrient had been mixed thoroughly in the soil bed by 1% weight proportion because myco-green did not possess it. Some water relation traits such as leaf osmotic potential, relative water content (RWC), osmotic adjustment and leaf proline content were measured. The method described by Bierman and Liderman (10) was used for root colonization assessment. Mini-tuber obtained from any plantlet was weighed, arranged in four groups including less than one gram, between one to three grams, between three to five grams and more than five grams. To assess mini-tuber dry matter of any replication, three mini-tubers were randomly selected and sliced to one mm thick. The first group of samples were weighed and then placed inside the drying oven for 48 hours at a temperature of 85°C. The dried samples were weighed again and mini-tuber dry matter percentage was calculated. Two-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 by the Duncan's Multiple Range Test.

Results and Discussions: Results- showed that application of myco-green biofertilizers had significant effect ($p < 0.01$) on relative water content of the potato plantlets' leaves by three interval irrigation regimes in three phases. Interaction -between cultivar and interval irrigation regimes was not significant. 5 and 8 days interval irrigation regimes had more RWC and did not significantly differ with each other. The higher amount of RWC in two irrigation regimes can be correlated with colonization of mycorrhiza. In contrast, RWC was diminished in 11 days interval irrigation regime. We can conclude that although mycorrhiza was able to absorb more water by increasing water conductivity, but this ability is not limited and can be ultimate by critical

1 -Assistant Professor of Agricultural and Natural Resources Research Center, Hamedan, Agricultural Research, Education & Extension Organization, Iran

(* - Corresponding Author Email: kparvizi@yahoo.com)

2 - Associate Professor of Natural Product Research and Development Center, Department of Biotechnology, University Technology MARA Sarawak, Malaysia

threshold of water accessibility. Concentration of free proline amino acid was higher in plantlets treated by 8 and 11 days interval irrigation regimes in comparison with control regime. We can conceive that proline levels are correlated with changes of osmotic potential in the plant. Cultivated plantlets in 5 days interval irrigation regime do not confront the water stress. Therefore, do not take more signaling agent for induction of producing endogenous proline. Interval irrigation regimes of 5 and 8 days produced larger minituber size in comparison with 11 days irrigation regimes. However, there were no significant differences among three interval irrigation regimes in production of the smallest minituber size. Dry matter of minituber was not affected by application of biofertilizer in three interval irrigation regimes. Addition of biofertilizer in this research was applied in three interval irrigation regimes, whereas there is no unapplied biofertilizer treatment in this experiment, so we cannot pretend that biofertilizer does not affect the dry matter of minituber. Yet, there is considerable achievement that dry matter of minituber had the same levels in three irrigations regimes even by reducing much more water (11 days irrigation interval treatment).

Conclusions It is concluded that Myco-green biofertilizer containing mycorrhiza and plant growth promoting rhizobacteria had considerable effect on growth vigor by adjustment of water stress through promoting mineral nutrients absorption and increasing osmotic potential capability. This ability could be different with intensity of water deficiency. There is more effect of biofertilizers in mild water stress as compared to severe water stress conditions.

Keywords: Minituber yield, Organic fertilizer, Osmotic adjustment, Water deficiency

Contents

Selection of Almond Vegetative Rootstocks for Water Stress Tolerance Based on the Morphological Markers

A. A. Shokouhian - Gh. Davarynejad- A. Tehranifar- A. Imani- A. Rasoulzadeh

Effect of Different Levels of Nitroxin and Humic Acid on Quantitative Properties and Essential Oil of Ajowan (*Carum copticum* (L.) C. B. Clarke)

K. Barghamadi - Sh. Najafi

The Role of Mycorrhizal Inoculation on Growth and Essential Oil of Peppermint (*Mentha piperita*)

M. Mahmoudzadeh - M.H. Rasouli-Sadaghiani - A. Hassani - M. Barin

Study of Growth, Essential Oil Percentage and Essential Oil Component of Achillea spp Under Shoushtar Climatic Condition in Fall Planting

R. Farhodi - M.A. Mehrnia

Impact of Climate Change on Winter Chilling Trend for Deciduous Fruit Trees (Case Study: Hamadan)

A.A. Sabziparvar - R. Norooz Valashedi

Effects of the Base Substrate and Dietary supplementson Growth Indices Florida Oyster Mushroom (*pleurotus florida*)

F. Makenali - A. Kashi – J. Hekmati

Effect of Superabsorbent Application under Different Irrigation Regimes on Photosynthetic Pigments in *Cuminum cyminum* and its Relation with Seed and Essential Oil Yield

A. Pirzad - R. Darvishzadeh – A. Hassani

Evaluation of Some Morphological Characteristics, Water Use Efficiency and Essential Oil of Basil (*Ocimum basilicum* var. keshkeni luvelou) under Application of Malva Leaves and Superabsorbent Polymer

S. Beigi - M. Azizi – H. Nemati – V. Rowshan

Amount of Macronutrients and Micronutrients in Petiole of Some Iranian and Imported Grape Cultivars

H. Doulati Baneh - M. Taheri - A. Majidi - M. Taheri

The Effect of Isabgol (*Plantago psyllium*) Mucilage and Shiraz Thyme Essential Oils on Microbial Load and Improving Shelf Life of Fresh-Cut Carrot

M. Azizi - Z. Safaei- S. Mirmostafaei- Sh. Bolorian- N. Rahimi

Effect of Salinity Stress on Physiological and Biochemical Traits in Citrus Genotypes

B. Golein- V. Rabiei- F. Mirabbasi- R. Fifaei- M. F. Halaji Sani

Effect of Biofertilizers and Irrigation Intervals on Yield Component and Yield of Fenugreek (*Trigonella foenum- graecum* L.)

M. Jaber - R. Baradaran - S.Gh. Mousavi - M. Aghhavan Shajari

Evaluation of Yield and Yield Components of Leek (*Allium porrum* L.) in Intercropping with White Clover (*Trifolium repens* L.)

E. Ebrahimi -A.R Bagheri - F. Nurbakhsh

Study of Androgenesis Ability and Callus Induction in Four Varieties of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) by Anther Culture

R. Najib - M. Farsi - A. Mirshamsi kakhki- S. R. Vessal

Evaluating Non-Linear Regression Models in Analysis of Persian Walnut Fruit Growth

I. Karamatlou - M. Sharifani - H. Sabori

Effects of Aminol-Forte Fertilizer Spraying on Physiological and Biochemical Responses of Pomegranate cv. Naderi under Drought Stress Conditions

S. Hasanzadeh- F. Habibi- M.E. Amiri

Extraction and Identification of Volatile Components of Two *Salvia* Species Native to Iran (*Salvia limbata* and *S. multicaulis*) by Using Solid Phase

Micro-Extraction Method

S. Ramezani - A. Abbasi - A. Shojaeiyan – N. Ahmadi – R. Cozzolino – S. Piacente

Evaluation of Biofertilizer “Myco-green” on Water Relation and Efficiency of Potato Minituber Production in Drought Stress Condition.

K. Parvizi – M. Chan

HORTICULTURAL SCIENCES

(AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY)

Vol. 29

No. 3 Fall 2015

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.
Rezvani Moghaddam, P.	Agroecology	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>