



عنوان مقالات

- اثر بسترهای کشت بر رشد و نمو و پاجوش دهی پاندانوس ۱۶۳
علی صالحی ساردویی- پرویز رهبریان
- اثرات کودهای آلی و شیمیایی بر برخی ویژگی های کمی و میزان آنتوسیانین چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) در شرایط زابل ۱۶۹
رحمن ابراهیم زاده آبدشتی- محمد گلوی- محمود رمرودی
- اثر ورمی کمپوست و نیتروکسین بر رشد رویشی و برخی صفات بیوشیمیایی در گیاه دارویی اکلیل کوهی (*Rosmarinus officinalis* L.) ۱۷۸
فرزانه نوربخش- ویدا چالوی- وحید اکبرپور
- بررسی نقش حفاظتی نیتریک اکسید در کاهش صدمات ناشی از تنش شوری در گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L. cv. Gitan Orange) ۱۸۵
مریم جبارزاده- علی تهرانی فر- جعفر امیری- بهرام عابدی
- بررسی تغییرات برخی خواص فیزیکی و شیمیایی میوه زیتون طی انبارمانی ۱۹۲
روح اله منتقمی راد- ابراهیم احمدی- حسن ساریخانی
- تأثیر محلول پاشی پتاسیم در کاهش اثرات مضر شوری در گیاه اسفناج (*Spinacia oleraceae* L.) ۲۰۱
امیر هوشنگ جلالی- پیمان جعفری
- اثر تنش شوری بر برخی خصوصیات ظاهری، کمی و کیفی اسانس در گیاه اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia* Miller) ۲۰۹
سارا خراسانی نژاد- حسن سلطانلو- جواد هادیان- صادق آتشی
- مقایسه قندها، ترکیبات مختلف، اسیدهای آلی و ترکیبات فنولی ارقام خرماي شاهانی، پیارم و دیری ۲۱۷
سمیه رستگار- مجید راحمی
- اثر پایه های مختلف کدوئیان بر برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک خیار مزرعه ای رقم سوپر دومینوس (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus) ۲۲۴
ریحانه مسگری- طاهر برزگر- زهرا قهرمانی
- بررسی اثر دی اکسید کربن بر روی صفات مورفوفیزیولوژیکی زیتون تلخ (*Melia azedarach* Linn.) در شرایط گلخانه ۲۳۲
پروانه یوسفوند- اصغر مصلح آرانی- آفاق تابنده ساروی
- تأثیر محلول پاشی نانوکلات و سولفات روی بر میزان جذب عنصر روی، شاخص ها و رنگیزه های فتوسنتزی ریحان مقدس (*Ocimum sanctum*) ۲۴۲
زهره مقیمی پور- محمد محمودی سورستانی- ناصر عالم زاده انصاری
- بررسی اثر کاربرد کود شیمیایی نیترات پتاسیم و کود زیستی آزو سپرلیوم بر رشد و درصد گلدهی گل مریم رقم دابل ۲۵۱
هادی قاسمی- مهدی رضائی- حمیدرضا اصغری- حسن قربانی قوژدی
- بررسی اثرات پاکلوبوترازول بر افزایش تحمل به شوری در پایه رویشی هیبرید هلو - بادام (GF₆₇₇) ۲۶۰
اعظم امیری- بهرام بانی نسب
- ادامه فهرست داخل جلد

Contents

- Effect of Media Culture on Growth and Sucker Pandanus Plant..... 30
A. Salehi Sardoei - P. Rahbarian
- Effects of Organic and Chemical Fertilizers on some Quantitative Traits and Anthocyanin of Roselle under Zabol conditions 32
R. Ebrahimzadeh abdashti - M. Galavi- M. Ramroudi
- Effect of Vermicompost and Nitroxin on Vegetative Growth and some Biochemical Properties of Rosemary Herb (*Rosmarinus officinalis* L.)..... 34
F. Nourbakhsh- V. Chalavi- V. Akbarpour
- Investigation on the Protective Role of Nitric Oxide in Reducing Damages Induced by Salinity Stress in *Calendula officinalis* L. 35
M. Jabbarzadeh - A. Tehranifar - J. Amiri - B. Abedy
- Evaluating the Changes in Some Physical and Chemical Properties of Olive Fruit during Storage 37
R. Montaghemi Rad - E. Ahmadi- H. Sarikhani
- Impact of Potassium Foliar Application in Alleviating the Harmful Effects of Salinity in Spinach..... 39
A. H. Jalali - P. Jafari
- The Effect of Salinity Stress on the Growth, quantity and quality of Essential oil of Lavender (*Lavandula angustifolia* Miller)..... 40
S. Khorasaninejad - H. Soltanloo- J. Hadian-S. Atashi
- Sugars, Organic Acids and Phenolic Compunds in Shahani, Piarom and Deiry Date Palm..... 42
S. Rastegar - Majid Rahemi
- The Effect of Different Cucurbit Rootstocks on Some Morphological and Physiological Traits of Cucumber (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus) 43
R. mesgari -T. Barzegar- Z. Ghahremani
- Assessing The Effect of Carbon Dioxide on Physio-Morphological Traits of Bitter Olive (*Melia azedarach* Linn.) Under Greenhouse Conditions 45
P. yousefvand - A. Mosleh Arani - A. Tabandeh Saravi
- Effects of Foliar Application of Nano Zinc Chelate and Zinc Sulfate on Zinc Content, Pigments and Photosynthetic Indices of Holy Basil (*Ocimum sanctum*) 47
Z. Moghimipour - M. Mahmoodi Sourestani- N. Alemzadeh Ansari
- Effect of Application Potassium Nitrate and Azosprillume on Growth and Flowering of *Polianthes tuberoses* cv. Double 49
H. Ghasemi - M. Rezaei- H.R. Asghari- H. Ghorbani-Ghujdi
- Evaluation of Paclobutrazol Spraying on Salinity Hardiness of Peach- Almond Hybrid (GF₆₇₇) Rootstock 51
A. Amiri - B. Baninasab
- Continue Content in cover

نشریه علوم باغبانی

(علوم و صنایع کشاورزی)

۲۱/۲۰۱۵

۲۶۵۲۴

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

جلد ۳۰ شماره ۲ تابستان ۱۳۹۵

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

صاحب امتیاز:

دانشگاه فردوسی مشهد (دانشکده کشاورزی)

مدیر مسئول:

رضا ولی زاده

سر دبیر:

غلامحسین داوری نژاد

استاد - تغذیه نشخوارکنندگان (دانشگاه فردوسی مشهد)

دانشیار - علوم باغبانی (دانشگاه فردوسی مشهد)

اعضای هیات تحریریه:

تهرانی فر، علی

استاد - علوم باغبانی (دانشگاه فردوسی مشهد)

خوشخوی زهتاب، مرتضی

استاد - علوم باغبانی (دانشگاه شیراز)

داوری نژاد، غلامحسین

استاد - علوم باغبانی (دانشگاه فردوسی مشهد)

طلایی، علیرضا

استاد - میوه کاری (دانشگاه تهران)

عزیزی، مجید

استاد - گیاهان دارویی (دانشگاه فردوسی مشهد)

عبادی، علی

استاد - علوم باغبانی (دانشگاه تهران)

فارسی، محمد

استاد - ژنتیک و اصلاح نباتات (دانشگاه فردوسی مشهد)

کافی، محسن

استاد - گلکاری و مهندسی فضای سبز (دانشگاه تهران)

لاهوئی، مهرداد

استاد - زیست شناسی (دانشگاه فردوسی مشهد)

مبلی، مصطفی

استاد - علوم باغبانی (دانشگاه صنعتی اصفهان)

ناشر:

دانشگاه فردوسی مشهد (دانشکده کشاورزی)

چاپ: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

قیمت: ۵۰۰۰ ریال (دانشجویان ۲۵۰۰ ریال)

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

این نشریه در پایگاههای زیر نمایه شده است:

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

پست الکترونیکی: Jhorts4@um.ac.ir

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

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مندرجات

- ۱۶۳ اثر بسترهای کشت بر رشد و نمو و باجوش دهی پاندانوس
علی صالحی ساردویی - پرویز رهبریان
- ۱۶۹ اثرات کودهای آلی و شیمیایی بر برخی ویژگی های کمی و میزان آنتوسیانین چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) در شرایط
زابل
رحمن ابراهیم زاده آبدشتی - محمد گلوی - محمود رمرودی
- ۱۷۸ اثر ورمی کمپوست و نیتروکسین بر رشد رویشی و برخی صفات بیوشیمیایی در گیاه دارویی اکلیل کوهی (*Rosmarinus officinalis* L.)
فرزانه نوربخش - ویدا چالوی - وحید اکبرپور
- ۱۸۵ بررسی نقش حفاظتی نیتریک اکسید در کاهش صدمات ناشی از تنش شوری در گیاه همیشه بهار (*L. cv. Gitan Orange*)
(*Calendula officinalis*)
مریم جبارزاده - علی تهرانی فر - جعفر امیری - بهرام عابدی
- ۱۹۲ بررسی تغییرات برخی خواص فیزیکی و شیمیایی میوه زیتون طی انبارمانی
روح اله منتقمی راد - ابراهیم احمدی - حسن ساریخانی
- ۲۰۱ تأثیر محلول پاشی پتاسیم در کاهش اثرات مضر شوری در گیاه اسفناج (*Spinacia oleraceae* L.)
امیر هوشنگ جلالی - پیمان جعفری
- ۲۰۹ اثر تنش شوری بر برخی خصوصیات ظاهری، کمی و کیفی اسانس در گیاه اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia* Miller)
سارا خراسانی نژاد - حسن سلطانلو - جواد هادیان - صادق آتشی
- ۲۱۷ مقایسه قندها، ترکیبات مختلف، اسیدهای آلی و ترکیبات فنولی ارقام خرماي شاهانی، پیارم و دیری
سمیه رستگار - مجید راحمی
- ۲۲۴ اثر پایه های مختلف کدوئیان بر برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک خیار مزرعای رقم سوپر دومینوس (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus)
ریحانه مسگری - طاهر برزگر - زهرا قهرمانی
- ۲۳۲ بررسی اثر دی اکسید کربن بر روی صفات مورفوفیزیولوژیکی زیتون تلخ (*Melia azedarach* Linn.) در شرایط گلخانه
پروانه یوسفوند - اصغر مصلح آرائی - آفاق تابنده ساروی
- ۲۴۲ تأثیر محلول پاشی نانوکلات و سولفات روی بر میزان جذب عنصر روی، شاخص ها و رنگیزه های فتوسنتزی ریحان مقدس (*Ocimum sanctum*)
زهره مقیمی پور - محمد محمودی سورستانی - ناصر عالم زاده انصاری
- ۲۵۱ بررسی اثر کاربرد کود شیمیایی نیترات پتاسیم و کود زیستی آزوسپیریلیوم بر رشد و درصد گلدهی گل مریم رقم دابل
هادی قاسمی - مهدی رضائی - حمیدرضا اصغری - حسن قربانی قوژدی
- ۲۶۰ بررسی اثرات پاکلوبوترازول بر افزایش تحمل به شوری در پایه رویشی هیبرید هلو - بادام (GF₆₇₇)
اعظم امیری - بهرام بانی نسب

- ۲۷۰ اثرات ضد باکتریایی ترکیبی اسانس کرفس کوهی (*Kelussia odoratissima Mozaffarian*) و کلپوره (*Teucrium polium L.*) با نانوذرات سنتزی نقره علیه باکتری‌های غذا زاد
مجید عزیزی - منصور مشرقی - فاطمه عروجعلیان - ناصر شاه طهماسبی
- ۲۸۰ بررسی تنوع مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی توده‌های هندوانه (*Citrullus lanatus Thunb.*) بومی ایران
احمد حاجی‌علی - بهمن زاهدی - رضا درویش زاده - جهانگیر عباسی
- ۲۹۳ بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد برگ، درصد و اجزای اسانس به لیمو (*Lippia citriodora Kunth*)
محمدتقی عبادی - مجید عزیزی - فاطمه سفیدکن - نوراله احمدی
- ۳۰۳ بررسی اثر قطع آبیاری در مرحله گلدهی و محلولپاشی اسپرمیدین بر برخی خصوصیات کمی و کیفی اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز (*Cuminum cyminum*)
سارا باختی - غلامرضا خواجویی نژاد - قاسم محمدی نژاد - روح اله مرادی
- ۳۱۶ نقش براسینواسترئوئید روی بهبود ویژگی‌های کیفی میوه توت فرنگی رقم پاروس
سهیلا محمدرضاخانی - زهرا پاک کیش - سمیه رفیعی
- ۳۲۷ اثر کاهش مصرف آب و نیتروژن در مدیریت رشد چمن مخلوط
عزیزاله خندان میرکوهی - نکیسا بایی - ابراهیم هادوی
- ۳۳۶ اثر پاکلوبوترازول بر خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و تبادلات گازی گلایی در شرایط رژیم‌های مختلف آبیاری
تیمور جواد
- ۳۴۸ بررسی اثر محلول پاشی جیبرلیک اسید تحت شرایط کم آبیاری بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و انبارمانی میوه انار (رقم شهوار)
یحیی سلاح‌ورزی - ذبیح‌اله زمانی - علیرضا طلایی - محمدرضا فتاحی مقدم



اثر بسترهای کشت بر رشد و نمو و پاجوش دهی پاندانوس

علی صالحی ساردویی^{۱*} - پرویز رهبریان^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۰۵

چکیده

به منظور ارزیابی اثر محیط‌های کشت بر رشد رویشی گیاه برگ زینتی پاندانوس آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار و چهار تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت صورت گرفت. گیاهان پاندانوس از نظر ویژگی‌های رویشی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان دادند. بیشترین میزان ارتفاع گیاه با میانگین (۴۰ سانتی‌متر) در هر گیاه در محیط کشت حاوی کوکوپیتس مشاهده گردید و کمترین آن در بستر کشت پیت ماس با میانگین (۱۷ سانتی‌متر) بدست آمد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری را با هم نشان دادند. بیشترین تعداد برگ با میانگین (۲۰) در بستر ۵۰ درصد پیت ماس + ۲۵ درصد ماسه + پرلیت بدست آمد و کمترین آن در بستر پیت ماس با میانگین (۱۶) به همراه بود، که این نتایج نشان می‌دهد استفاده متقابل از ماسه + پرلیت در بستر کشت نسبت به استفاده خالص آن تعداد برگ را افزایش می‌دهد. بیشترین سطح برگ مربوط به بستر ۵۰ درصد پیت نخل + ۲۵ درصد ماسه + ۲۵ درصد پرلیت با میانگین (۴۱۳/۹۷ سانتی‌متر مربع) و کمترین آن در بستر پیت ماس با میانگین (۱۸۹/۸ سانتی‌متر مربع) بدست آمد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری را با هم نشان دادند. بیشترین تعداد تنه جوش و سطح ویژه برگ به ترتیب با میانگین ۸ و ۲۵۶/۸۱ سانتی متر مربع مربوط به بستر پیت نخل و کوکوپیت بود، کمترین آن در بستر پیت ماس به ترتیب با میانگین (۲) و (۹۱/۴۵ سانتی‌متر مربع) بود.

واژه‌های کلیدی: تنه جوش، پیت نخل، رنگدانه‌های فتوسنتزی، سطح برگ

مقدمه

سبزی‌ها در حال گسترش است. این مواد به طور معمول شامل آمیخته‌ای از بسترهای کاشت آلی مثل پیت خزه و پوست درخت، انواع کمپوست و مواد غیر آلی مثل پرلیت، ورمی کولیت، ماسه و پشم سنگ می‌باشند. خلیقی و پاداشت (۲) با بررسی جایگزینی بستر کشت پیت خزه با پوست درخت، ضایعات چای، پوست برنج و آذولا به عنوان بسترهای کاشت گیاهان گل‌دانی پرداختند و با پرورش گل جعفری پا کوتاه در این بسترها به این نتیجه رسیدند که کمپوست پوست درخت به صورت خالص و یا در ترکیب با مواد دیگر، می‌تواند جایگزین مناسبی برای پیت خزه باشد. همچنین برگر (۳) نشان داد که ضایعات سبز کمپوست شده می‌تواند به عنوان بسترهای کاشت بدون خاک و یا برای بهبود و بالا بردن ظرفیت نگهداری آب خاک مورد استفاده قرار گیرد. در باغبانی تاکنون دامنه وسیعی از مواد از جمله پوست درختان پهن برگ و سوزنی برگ، خاک برگ، لجن‌های فاضلاب و ضایعات نارگیل (کوکوپیت) به عنوان بستر کاشت مورد استفاده قرار گرفته است (۸، ۱۱). کوکوپیت از نظر فیزیکی ماده‌ای اسفنجی و شبیه پیت خزه است که پوسته‌های میوه نارگیل تهیه می‌شود. امروز استفاده از این ماده در کشورهای اروپایی از جمله هلند و انگلستان به عنوان جایگزین پیت خزه در حال گسترش است

یکی از عوامل تولید که در پرورش گل و گیاهان زینتی دارای اهمیت فراوان است، توجه به بستر کشت آن‌ها می‌باشد. تولید گیاهان در ظروف کاشت به عنوان یک بخش مهم در صنعت گلخانه‌داری گسترش پیدا کرده است. در مقایسه با کشت مزرعه‌ای، حجم بستر کشتی که برای هر گیاه استفاده می‌شود، بسیار کاهش یافته و رشد گیاه به میزان زیادی تحت تاثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بستر کشت قرار می‌گیرد. بنابراین مدیریت مناسب بستر گیاهان گل‌دانی، باعث به تولید گیاهانی با کیفیت مناسب خواهد شد. یک بستر کشت مناسب افزون بر داشتن ویژگی‌های مطلوب فیزیکی - شیمیایی و بیولوژیکی، باید در دسترس، به نسبت ارزان، پایدار و به اندازه کافی سبک باشد تا کار با آن آسان تر و هزینه حمل و نقل آن از نظر اقتصادی سودآور به صرافه باشد (۲۱). امروز استفاده از بسترهای کاشت بدون خاک در گلخانه‌ها برای تولید گیاهان گل‌دانی و نشاء

۱ و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و کارشناس ارشد باغبانی، گرایش گیاهان زینتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت

(*-نویسنده مسئول: Email: alisalehisardoei1987@gmail.com)

قطعه‌های فشرده (بلوک) عرضه می‌شود. پیش از بکارگیری این ماده، مقداری آب برای باز و حجیم شدن، به آن افزوده شد تا به صورت کامل یکنواخت در آید. روی بسترهای پیت ماس، پیت نخل، کوکوچیپس هیچ تیماری صورت نگرفت و این مواد به همان صورت اولیه مورد استفاده قرار گرفتند. در تیمارهای حاوی ماسه + پرلیت، این چهار نوع بستر کاشت به نسبت حجمی ۱:۱ با ماسه + پرلیت آمیخته شده و مورد استفاده قرار گرفتند.

تنه‌جوش‌های پاندانوس را در بستری متشکل از ماسه در محیط گلخانه ریشه دار نموده و سپس گیاهچه‌های ریشه‌دار شده پاندانوس به گلدان‌هایی با قطر ۱۷ سانتی‌متر انتقال داده شد (هر تکرار حاوی سه پاجوش پاندانوس بود). گلدان‌ها با مواد مورد آزمایش پر شدند. گلدان‌ها پس از کاشت در گلخانه با دمایی در (زمستان ۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد) و در تابستان (۳۰-۳۵ درجه سانتی‌گراد) براساس نقشه کاشت به مدت نه ماه نگهداری گردیدند.

در پایان آزمایش شاخص‌های رشدی شامل ارتفاع گیاه، تعداد برگ، سطح برگ، سطح ویژه برگ، شاخص کلروفیل و تعداد تنه جوش اندازه‌گیری شد. در مرحله نه ماه بعد از کشت، با استفاده از خط‌کش ارتفاع گیاه تعیین و صفات شمارش برگ و تنه‌جوش در هر گلدان نیز تعیین گردید. سطح برگ و سطح ویژه برگ در مرحله نه ماه بعد از کشت، از هر کرت سه برگ از بالا، وسط و پایین ساقه تهیه و توزین شده و سپس شکل آن روی کاغذ آچار شابلون و قیچی شده و این برگ‌های کاغذی و وزن یک کاغذ آچار هم یادداشت شد. سطح کاغذ آچار تعیین و با استفاده از ۲ تناسب شاخص سطح برگ بر حسب سانتی‌مترمربع محاسبه گردید. میزان شاخص کلروفیل در نه ماه بعد از کشت از طریق اندازه‌گیری کلروفیل با دستگاه کلروفیل سنج (Spad) مدل CL-01 در ساعات ۹/۳۰-۱۰ صبح در برگ‌های جوان انجام شد.

میزان کلروفیل کل برگ

اندازه‌گیری میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل و کاروتنوئیدها) براساس روش لیچنتال (۱۴) انجام گرفت. براساس این روش ۰/۲ گرم بافت تازه برگ (از برگ‌های میانی گیاه با ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم وزن و در هاون چینی حاوی ده میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد ساییده شد. سپس محتوای هاون چینی بر روی کاغذ صافی واتمن شماره یک که در قیف شیشه‌ای قرار داشت ریخته و صاف شد. سپس محلول با افزودن استن ۸۰ درصد به ۱۵ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس سه میلی‌لیتر از این محلول که حاوی کلروفیل a و b و کارتنوئیدها بود در کووت ریخته شد و شدت جذب آن در طول موج‌های ۶۶۳/۲ (کلروفیل a)، ۶۴۶/۸ (کلروفیل b) و ۴۷۰ (کارتنوئیدها) نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت و

(۳). همچنین ضایعات سلولزی درختان نخل از جمله موادی است که شباهت زیادی با کوکوپیت دارد و از لیف‌های درخت خرما بدست می‌آید. در ایران بیش از ۳۰ میلیون نفر درخت خرما وجود دارد که هر ساله به میزان بسیار زیادی از این ضایعات تولید می‌کند که یا سوزانده می‌شود و یا به میزان اندک در صنایع کاغذ سازی استفاده می‌گردد (۱۳). طی تحقیقی بلندترین طول پیچ پتوس (*Epipremnum aureum*) در بستر کوکوپیت و کمترین میزان این شاخص در باگاس نیشکر مشاهده شد، بسترهای پیت پیت ماس و پیت نخل از نظر طول پیچ تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند (۲۰). بستر کشت پیت نخل با در نظر گرفتن مسائل اقتصادی، در راستای افزایش نگهداری رطوبت، می‌توان این ماده را پس از آماده سازی اولیه به عنوان یک بستر کشت مطلوب برای تولیدکنندگان در سطح کشور معرفی نمود. پیت ماس به دلیل هزینه بسیار بالا و داشتن ویژگی‌هایی مثل PH بسیار پایین و جذب نامناسب آن پس از یک بار خشک شدن، قابل استفاده برای تمام گیاهان نمی‌باشد (۲۱). با توجه به سطح زیر کشت انواع نخل در کشور (۴۰ هزار هکتار)، تولید نزدیک به ۱۵ کیلوگرم ضایعات از هر درخت خرما در سال، و ارزان‌تر بودن آن در منطقه، لزوم تحقیقی برای جایگزین کل یا حداقل بخشی از پیت که ضمن گران بودن، استخراج بیش از حد آن منجر به خسارت‌های جبران ناپذیری به محیط‌زیست می‌گردد احساس می‌شود.

این تحقیق با هدف بررسی امکان جایگزینی ضایعات نخل با پیت ماس اجرا شد و تاثیر بسترهای مورد مطالعه بر صفات رشدی و فیزیولوژیکی گیاه پاندانوس مطالعه شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی در هشت تیمار و چهار تکرار به اجرا درآمد. تیمارهای این آزمایش بسترهای کاشت آلی به همراه ماسه + پرلیت بودند که ترکیب آن‌ها بدین صورت بود:

تیمار ۱-۱۰۰ درصد پیت ماس
تیمار ۲-۱۰۰ درصد کوکوپیت
تیمار ۳-۱۰۰ درصد پیت نخل
تیمار ۴-۱۰۰ درصد کوکوچیپس
تیمار ۵-۵۰ درصد پیت ماس + ۲۵ درصد ماسه + ۲۵ درصد پرلیت
تیمار ۶-۵۰ درصد پیت نخل + ۲۵ درصد ماسه + ۲۵ درصد پرلیت
تیمار ۷-۵۰ درصد کوکوپیت + ۲۵ درصد ماسه + ۲۵ درصد پرلیت
تیمار ۸-۵۰ درصد کوکوچیپس + ۲۵ درصد ماسه + ۲۵ درصد پرلیت

آماده‌سازی بسترها و کاشت گیاهان

کوکوپیت تجاری با هدف کاهش هزینه‌های حمل، به صورت

غلظت این رنگیزه‌ها با استفاده از معادلات ۱ تا ۴ محاسبه گردید.

معادله (۱)

$$\text{Chl}_a \text{ (mg.ml-1)} = (12.5 * A663.2) - (2.79 * A646.8)$$

معادله (۲)

$$\text{Chl}_b \text{ (mg.ml-1)} = (21.51 * A646.8) - (5.1 * A663.2)$$

$$\text{Chl T (mg.ml-1)} = \text{Chl}_a + \text{Chl}_b$$

معادله (۴)

$$\text{Car (mg.ml-1)} = (1000 * A470) - (1.8 * \text{Chl}_a) - (85.02 * \text{Chl}_b)$$

که در این معادلات، Chl_a ، Chl_b ، Chl T و Car : به ترتیب غلظت کلروفیل a، کلروفیل b، کل کلروفیل و کارتنوئیدها (شامل کاروتن و گرانتوفیل‌ها) و ۶۶۳/۲، ۶۴۶/۸، ۴۷۰ و ۱۰۰۰ (کارتنوئیدها) نانومتر می‌باشند. تجزیه آماری داده‌ها به دست آمده از این آزمایش با نرم افزارهای SAS در سطح آماری ۵ درصد با آزمون چنددامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

میانگین میزان رشد و نمو، در بسترهای کاشت در جدول (۲) آمده است. گیاهان پاندانوس از نظر ویژگی‌های رویشی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان دادند. (جدول ۲). بیشترین میزان ارتفاع گیاه با میانگین (۴۰ سانتی‌متر) در هر گیاه در محیط کشت حاوی ۵۰٪ پیت نخل + ۲۵٪ ماسه + ۲۵٪ پرلیت مشاهده گردید و کمترین آن در بستر کشت پیت ماس با میانگین (۱۷/۵۰ سانتی‌متر) بدست آمد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری را با هم نشان دادند. بیشترین تعداد برگ با میانگین (۲۰) در بستر ۵۰٪ پیت ماس + ۲۵٪ ماسه + پرلیت بدست آمد و کمترین آن در بستر پیت ماس و کوکوپیت با میانگین (۱۶) همراه بود، که این نتایج نشان می‌دهد استفاده متقابل از ماسه + پرلیت در بستر کشت نسبت به استفاده خالص پیت در رابطه با تعداد برگ افزایش داشت. بستر کشت پیت نخل با در نظر گرفتن مسائل اقتصادی، در راستای افزایش نگهداری رطوبت، می‌توان این ماده را پس از آماده سازی اولیه به عنوان یک بستر کشت مطلوب برای تولیدکننده گان در سطح کشور معرفی نمود.

پیت دارای حالت اسیدی است و ظرفیت تبادل کاتیونی زیادی دارد و از این نظر در صدر بسترهای مورد استفاده قرار می‌گیرد. بسترهای حاوی پیت، عملکرد در این بسترها زیاد است. ظرفیت نگهداری رطوبت نیز در این بستر کشت بیشتر است (۱۵). دلیل اختلافات رشد گیاهان در محیط‌های مختلف کشت به تفاوت محیط‌های در ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)، ظرفیت نگهداری آب، میزان خلل و فرج موجود و غیره نسبت داده شده است (۲۳).

بیشترین سطح برگ مربوط به بستر ۵۰٪ پیت نخل + ۲۵٪ ماسه

+ ۲۵٪ پرلیت با میانگین (۴۱۳/۹۷ سانتی‌متر مربع) و کمترین آن در بستر پیت ماس با میانگین (۱۸۹/۸۰ سانتی‌متر مربع) بدست آمد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری را با هم نشان دادند. بیشترین تعداد تنه جوش به ترتیب با میانگین (۸) مربوط به بستر پیت نخل بود، کمترین آن در بستر پیت ماس به ترتیب با میانگین (۲) بود. خلیقی و پاداشت (۱۳) با بررسی جایگزینی بستر کشت پیت خزه با پوست درخت، ضایعات چای، پوست برنج و آرولا به عنوان بسترهای کاشت گیاهان گل‌دانی پرداختند و با پرورش گل جعفری پاکوتاه در این بسترها به این نتیجه رسیدند که کمپوست پوست درخت به صورت خالص و یا در ترکیب با مواد دیگر، می‌تواند جایگزین مناسبی برای پیت خزه باشد.

بالاترین شاخص کلروفیل در بستر کشت کوکوپیت با میانگین (۱۷/۰۳ میلی گرم در لیتر) و کمترین در بستر کشت پیت نخل (۷/۲) میلی گرم در لیتر) بدست آمد که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را با هم نشان دادند. در مجموع می‌توان گفت که بستر کشت پیت نخل، ۵۰٪ پیت نخل + ۲۵٪ ماسه + ۲۵٪ پرلیت در شاخص‌های تعداد پاچوش، سطح برگ و ارتفاع گیاه اثر بهتری نسبت به سایر بسترها از خود نشان داده است و در صفات شاخص کلروفیل بستر کشت کوکوپیت و کوکوپیت اثر بهتری داشته است (جدول ۲). کوکوپیت به دلیل دارا بودن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مناسب، بهترین رشد را در گیاه ایجاد کرد. کوکوپیت به دلیل داشتن خاصیت اسفنجی و دارا بودن کوچک ترین اندازه ذرات، قدرت نگهداری بیشترین میزان آب را دارد (۱۶) ولی حالت غرقاب در گل‌دان ایجاد نمی‌کند زیرا خاصیت موئینگی در این ماده بالاست و بستر بتدریج آب خود را از دست می‌دهد. وردونک و همکاران (۲۳) کمپوست‌های حاصل از ضایعات تنباکو (منبع ازت دار) و پوست درخت را برای کشت دو گیاه فیکوس برگ پهن و برگ انجیری مورد استفاده قرار دادند، کمپوست حاصل از ۱۰٪ ضایعات تنباکو و ۹۰٪ پوست درخت روی ارتفاع این گیاهان و تعداد برگ آن‌ها اثر بسیار مطلوبی داشته و این ترکیب را به عنوان ترکیب مناسب برای گیاهان زینتی معرفی کردند.

آلنی و همکاران (۷) بیشترین عملکرد رز را در بسترهای کشت دارای کوکوپیت به دست آوردند. ضایعات سلولزی درختان نخل از جمله موادی است که شباهت زیادی با کوکوپیت دارد و از الیاف‌های درخت خرما بدست می‌آید. در ایران بالغ بر ۳۰ میلیون درخت نخل وجود دارد که هر ساله به میزان بسیار زیادی از این ضایعات تولید می‌کنند که این مواد یا سوزانده می‌شود و یا به میزان اندک در صنایع کاغذسازی استفاده می‌گردد.

در شاخص تعداد برگ برهمکنش بستر ۵۰٪ پیت ماس + ۲۵٪ ماسه + ۲۵٪ پرلیت بالاترین تعداد برگ را به همراه داشته است. در شاخص تعداد پاچوش برهمکنش بستر پیت نخل بالاترین تعداد تنه‌جوش با میانگین (۸) و کمترین تعداد تنه‌جوش در محیط کشت پیت ماس با میانگین (۲) بدست آمد. نتایج این آزمایش نشان داد

مورد بیشتر شاخص‌های رشد گیاه تفاوت معنی‌داری با پیت ماس نداشت و این مساله بر این نکته دلالت دارد که این بستر قدرت جایگزینی با پیت ماس را دارد که این نتایج با نتایج بسیاری از محققین شبانی و همکاران (۲۲)، حسامی و همکاران (۹)، همتیان دهکردی و همکاران (۱۰)، سمیعی و همکاران (۲۰)، سمیعی و همکاران (۲۱) مطابقت دارد.

بستر پیت ماس در شاخص‌های رویشی گیاه برگ زینتی پاندانوس اثر ضعیفی از خود نشان داده است. بستر کشت پیت ماس در مورد برخی شاخص‌ها رشدی پایین‌ترین سطح را نشان داد و گیاهانی با کیفیت پایین تولید کرد. دلیل این امر رامی‌توان به خصوصیات از قبیل PH بسیار پایین و عدم جذب مناسب آب پس از یک بار خشک شدن، قابل استفاده برای تمام گیاهان نمی‌باشد. بستر کشت پیت نخل در

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر محیط کشت بر پارامترهای رشدی و رنگدانه‌های فتوسنتزی گیاه برگ زینتی پاندانوس

Table 1- Anova of the effects of media culture on growth and photosynthetic pigments of *Pandanus* plant

میانگین مربعات Means of Squares									
df	ارتفاع گیاه (cm) Plant Height (cm)	تعداد برگ No. of leaves/plant	سطح برگ (cm ²) Leaf area (cm ²)	شاخص کلروفیل (SPAD) leaf Chlorophyll Index (spad)	تعداد پاجوش No. of Sucker/plant	کلروفیل a Chl. (a)	کلروفیل b Chl. (b)	کلروفیل کل Total Chl. a+b	مجموع رنگدانه‌ها Sum pigments
7	۸۸/۶۴**	۰/۸۹*	۸۰/۴۰*	۲۹۸/۵۷**	۰/۸۱*	۴/۰۹*	۴/۷۲*	۰/۲۷ ^{ns}	۲۰/۰۹*
8	۱۰/۶۷	۰/۲۲	۴۰/۵۸	۲۶/۸۹	۰/۲۵	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۹۹	۰/۵۶
15									
Total									

*, **, و ^{ns} به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵٪، ۱٪ و غیر معنی‌دار می‌باشند.

^{ns} Non Significant at 0.05 probability level and *, ** Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر بسترهای کشت بر شاخص‌های رشدیو پاجوش‌دهی پاندانوس

Table 2- Mean comparison of effect of media culture on growth and sucker parameters of *Pandanus* plant

تعداد برگ No. of leaves/plant	شاخص کلروفیل (SPAD) leaf Chlorophyll (spad) Index	سطح برگ (cm ²) Leaf area (cm ²)	ارتفاع گیاه (cm) Plant Height (cm)	تعداد پاجوش No. of Sucker/plant
16 b	14.41 ab	189.80 b	17.50 d	2 c
100% peat moss				
18.5 ab	14.58 ab	326.22 ab	31.50 abc	8 a
100% peat palm				
16 b	7.20 c	296.86 ab	28 bc	5 b
100% cocopeat				
18.5 ab	17.03 a	413.97 a	32 abc	4.5 bc
100% کوکوچیپس Cocochepts				
20 a	16.47 a	200.14 b	23.50 cd	5 b
50% پیت ماس+۲۵٪ ماسه+۲۵٪ پرلیت 50% peat moss + 25% sand + 25% perlite				
18.5 ab	13.90 ab	378.69 a	40 a	3 bc
50% پیت نخل+۲۵٪ ماسه+۲۵٪ پرلیت 50% peat palm + 25% sand + 25% perlite				
19.5 ab	13 abc	306.60 ab	36 ab	3.5 bc
50% کوکوپیست+۲۵٪ ماسه+۲۵٪ پرلیت % cocopeat + 25% sand + 25% perlite				
19.5 ab	9.47 bc	181.28 b	28.50 bc	3 bc
50% کوکوچیپس+۲۵٪ ماسه+۲۵٪ پرلیت 50% cocochepts + 25% sand + 25% perlite				
7.93	18.90	20.33	13.60	24.95
c.v%				

*در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری دارند.

* Means followed by same letter are non significantly different at P<0.05 probability using Duncan's test.

کمترین میزان کلروفیل کل و مجموع رنگدانه‌ها در بستر کشت 50٪ کوکوپیت + 25٪ ماسه + 25٪ پرلیت بدست آمد. بستر کشت 50٪ کوکوپیت + 25٪ ماسه + 25٪ پرلیت سبب کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی نسبت به بستر کوکوپیت و پیت ماس 100٪ گردیدند (جدول ۳). طبق نظر پیووت و همکاران (۱۷) پایین بودن تخلخل کل، ظرفیت نگهداری آب و کمبود عناصری مانند فسفر، آهن، منگنز و بر می‌تواند دلیل کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی و در نهایت رشد در این بسترها باشد. که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. شبنوها را و همکاران (۱۸) نیز نتایج مشابه‌ای در خصوص تاثیر بسترها بر صفات رویشی به دست آوردند.

بسترها تاثیر معنی داری روی رنگدانه‌های فتوسنتزی در سطح احتمال ۵٪ در بسترهای مختلف نشان دادند (جدول ۱). بالاترین میزان کلروفیل a، b، کل، کارتنوئیدها و مجموع رنگدانه‌های فتوسنتزی در بستر کشت 50٪ پیت نخل + 25٪ ماسه + 25٪ پرلیت بدست آمد (جدول ۳). هر گیاهی جهت رشد مناسب و به عبارتی عملکرد بالاتر نیازمند رشد رویشی خوب و داشتن ذخایر کافی است. این رشد مناسب در صورتی میسر خواهد بود که تمام شرایط فیزیکی بستر رشد گیاه (از قبیل تخلخل، ظرفیت نگهداری آب، تهویه و غیره) و شیمیایی (ظرفیت تبادل کاتیونی، هدایت الکتریکی) بستر رشد گیاه مطلوب باشد (۲۴).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر بسترهای کشت بر رنگدانه‌های فتوسنتزی پاندانوس

Table 3-Mean comparison of effect of media culture on photosynthetic pigments of *Pandanus* plant

رنگدانه‌های فتوسنتزی (µg/ml)	Photosynthetic pigments (µg/ml)				مجموع رنگدانه‌ها Sum pigments
	کلروفیل a Chl. (a)	کلروفیل b Chl. (b)	کلروفیل کل Total Chl. a+b	کارتنوئید Carotenoids	
100٪ پیت ماس 100% peat moss	9.20c	6.37b	16.65b	3.26a	19.91b
100٪ پیت نخل 100% peat palm	10.47b	7.45a	16.84b	3.38a	20.23b
100٪ کوکوپیت 100% cocopeat	8.32e	4.28d	12.60d	3.20a	15.80de
100٪ کوکوپیس Cocochepts	8.25e	4.26d	12.51d	3.06a	15.57e
50٪ پیت ماس + 25٪ ماسه + 25٪ پرلیت 50% peat moss + 25% sand + 25% perlite	9.26d	5.33c	14.59c	3.27a	17.86c
50٪ پیت نخل + 25٪ ماسه + 25٪ پرلیت 50% peat palm + 25% sand + 25% perlite	11.35a	7.43a	18.78a	3.47a	22.25a
50٪ کوکوپیت + 25٪ ماسه + 25٪ پرلیت % cocopeat + 25% sand + 25% perlite	6.70f	3.23e	9.93e	2.28b	12.21f
50٪ کوکوپیس + 25٪ ماسه + 25٪ پرلیت 50% cocochepts + 25% sand + 25% perlite	8.48e	5.65c	14.13c	3.26a	17.40cd

*در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری دارند.

* Means followed by same letter are non significantly different at $P < 0.05$ probability using Duncan's test.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع، با توجه به نتایج بدست آمده، از آنجایی که پیت وارداتی بسیار گران قیمت است، کاربرد آن به عنوان بستر کشت در ایران توجیه اقتصادی ندارد. با در نظر گرفتن این که منابع زیادی از ضایعات نخل در جنوب کشور وجود داشته که از نظر خواص فیزیکی می‌تواند قابلیت‌های بالایی را برای استفاده در بسترهای کشت داشته باشند و هم چنین با توجه به قیمت مناسب آن‌ها نسبت به هر بستر دیگر در استان کرمان می‌تواند به عنوان بستر کشت مناسب توصیه شود.

با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق و با توجه به مسائل اقتصادی و استفاده از بازیافت ضایعات کشاورزی، می‌توان ضایعات نخل را به عنوان بستری مناسب برای جایگزینی با بستر رایج پیت ماس در پرورش پاندانوس توصیه نمود، همچنین طی این بررسی مشخص گردید که مخلوط کردن ضایعات نخل با ماسه و پرلایت سبب بهبودی ویژگی‌های رشدی گیاه می‌گردد.

منابع

- 1- Abdolahi Y., Yavarzade M.R., and Vakili M.A. 2011. Effect of the Growing Media and Fe and Zn on the Growth and Essential Oil of *Rosmarinus officinalis* L. in the Bam Region. Medicinal and Spice Plants Research. 1(4): 19–9. (in Persian with English abstract)
- 2- Borji H., Mohammadi Ghahsareh A., and Jafarpour M. 2010. Effects of Date Palam and Cocopeatsubstrates on yield and quality of tomato in soilless culture. Proceedings of the 5th National Conference on New Ideas in Agricultural Branch, Isfahan, Iran.
- 3- Burger D.W. 1997. Composted green waste as a container medium amendment for the production of ornamental plants. Hort Science. 32: 57-60.
- 4- Chen Y., Inbar Y., and Hadar Y. 1988. Composted agricultural wastes as potting media for ornamental plants. Soil Science. 145: 289-303.
- 5- Cull D.C. 1981. Alternative to peat as container media: Organic resources in UK. Acta Horticulturae. 126: 69-81.
- 6- Davidson H., Mecklenburg R., and Peterson C. 1998. Nursery management: Administration and culture. Second ed. Prentice-Hall, Inc. NJ. 173 p.
- 7- Eleni M., Sabri K., and Dimitra Z. 2001. Effect of growing media on the production and quality of two rose varieties. Acta Horticulturae. 548: 79-83.
- 8- Higaki, T., and Imanmura J.S. 1985. Performance of eood products as media for culture of Anthuriums. College of Hawaii. Research series. 40 p.
- 9- Hesami A., Amini F., Sarikhani Q., and Birghdarkashkol A. 2010. Use of Palm waste as an alternative to the Cocopeat hydroponic strawberry cultivation. Proceedings of the 2th National Conference on Agriculture and Sustainable Development.
- 10- Hematian Dehkordi M., Mohamadi Ghahsareh A., and Kalbasi M. 2010. Effect of palm peat and its mixtures with soil on yield and some growth index of hydroponically grown cucumber. Proceedings of the 5th National Conference on New Ideas in Agricultural Branch, Isfahan, Iran. 215 p.
- 11- Javanpour Heravi R., Babalar M., Mir Abdolbaghi M., and Askari M. 2005. Effect of Hydroponic nutrient solution and substrate on quantitative and qualitative characteristics of tomato growing in greenhouse. Journal of Agricultural Sciences Iranian. 36(4): 939-946. (in Persian)
- 12- Khosh Khui M., Shybany B., Rouhani L., and Tafazoli E. 2006. Principles of horticultural science. 14th printing. Shiraz University Press. Iran. 594 p.
- 13- Lichtenthaler H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. Methods of Enzymology. 148: 350-380.
- 14- Mashadijahafarpour A., and Henareh M. 2010. Allsubstratesused inhydroponic culture. 1th National Congress ofhydroponicsandgreenhouseproduction. Isfahan. 254 p.
- 15- Noguera P., Abad M., Noguera V., Puchades R., and Maquieira A. 2000. Coconut coir waste, a new and viable ecologically friendly peat substitute. Acta Horticulturae. 517: 279-286.
- 16- Pivot D., Reist A., Gillioz J.M., and Ryser J.P. 1998. Water quality, climatic enviroenment and mineral nutrition of tomato (*Lycopersicon esculentum*) in closed soilless cropping system. Acta Horticulturae. 458: 207-214.
- 17- Shinohara Y., Hata T., Mauro T., Hohjo M., and Ito T. 1999. Chiminal and physical properties of the coconut-fiber substrate and the growth and productivity of tomato (*Lycopersiconesculentum*Mill) plants. Acta Horticulturae. 481: 145-149.
- 18- Smith, E.M., and Treaster S.A. 1992. Composted municipal sludge from two Ohio cities for container-grown woody ornamentals. Horticultural Abstracts. 62: 173.
- 19- Samiei L., Khalighi A., Kafi M., and Samavat S. 2004a. Peat Moss Substitutingwith Some Organic WastesinPothos (*Epipremnum aureum* golden pothos) growing media. Iranian Journal of Horticultural Sience and Technology. 6(2): 88-79. (in Persian)
- 20- Samiei L., Khalighi A., Kafi M., Samavat S., and Arghavani M. 2004b. An Investigation of Substitution of Peat Moss With Palm Tree Celluloid Wastes in Growing Aglaonema (*Aglaonema Commutatum* Cv. Silver Queen). Journal of Agricultural Sciences Iranian. 36(2):510–503.Journal of Agricultural Sciences Iranian. (in Persian)
- 21- Shabani T., Peyvast G.H., and Olfati J. 2011. Effect of different substrates on quantitative and qualitative traits of three pepper cultivars in soilless culture. Journal Science and Technology of Greenhouse Culture. 2(6): 11–21. (in Persian)
- 22- Verdonck O., and Gabriels R. 1992. I. Reference method for the determination of physical properties of plant substrates. II. Reference method for the determination of chemical properties of plant substrates. Acta Horticulturae. 302: 169-179.
- 23- Yasui H. 1986. Characteristic of a new culture media and use. New Technology of Hydroponic Culture. Pp: 15-20.



اثرات کودهای آلی و شیمیایی بر برخی ویژگی‌های کمی و میزان آنتوسیانین چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) در شرایط زابل

رحمن ابراهیم‌زاده آبدشتی^{۱*} - محمد گلولی^۲ - محمود رمرودی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۶

چکیده

به منظور بررسی اثرات کودهای آلی و شیمیایی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی چای ترش آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و ۴ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل انجام شد. تیمارها شامل: (T1) عدم مصرف کود (شاهد)، (T2) ۳۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن، فسفر و پتاسیم در هکتار به نسبت ۲:۱:۱، (T3) ۲۰ تن کود گاوی در هکتار، (T4) ۱۰ تن کمپوست در هکتار، (T5) ۵ تن ورمی کمپوست در هکتار، (T6) محلول پاشی اسید هیومیک به نسبت ۱/۵ در هزار، (T7) ۵۰ درصد (T6 + T2)، (T8) ۵۰ درصد (T6 + T3)، (T9) ۵۰ درصد (T6 + T4) و (T10) ۵۰ درصد (T6 + T5) بودند. نتایج نشان داد در اکثر صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای اعمال شده و شاهد وجود داشت، به طوری که بیشترین مقدار ارتفاع و تعداد شاخه‌های جانبی و قطر ساقه در نتیجه کاربرد تیمار کودهای آلی توأم با اسید هیومیک (T8، T9 و T10) حاصل شد. تأثیر کود کمپوست توأم با اسید هیومیک (T9) بر وزن تر و خشک کاسبرگ (۱۵۷/۳۱، ۲۲/۶۹ گرم در بوته)، تعداد میوه در بوته، وزن میوه، تعداد دانه در بوته، و در مورد میزان آنتوسیانین، تأثیر کود گاوی توأم با اسید هیومیک (T8) نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد کودهای آلی در بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی چای ترش و همچنین در جهت پایداری تولید و حفظ محیط زیست تأثیر مثبتی داشته و به نظر می‌رسد کودهای آلی جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشند.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، اسید هیومیک، چای ترش، کود

مقدمه

گل و میوه گوشتی آن در صنعت داروسازی برای تسکین علائم برونشیت و سرفه و کاسبرگ آن برای درمان فشار خون بالا، دیابت، اسهال و ضد آسکوربیت (کمبود ویتامین C)، درمان سوءهاضمه و بیماری‌های کبدی و قلبی کاربرد دارد (۷ و ۱۰).

یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی‌های زراعی به منظور حصول عملکرد بالا و کیفیت مطلوب، ارزیابی سیستم تغذیه گیاهان می‌باشد. در کشاورزی رایج برای افزایش عملکرد، استفاده مداوم از کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم تبدیل به جزء ثابتی از مدیریت زراعی شده است. کاربرد این کودهای شیمیایی به علت آب شویی و تبدیل به شکل غیر قابل دسترس، راندمان پایینی دارد. استفاده مداوم از کودهای شیمیایی تعادل اکولوژیکی خاک را بهم زده، باروری آن را کاهش داده، سبب آلودگی آب‌های زیر زمینی شده و اثرات مضر بر سلامتی انسان می‌گذارند (۶). در مقابل، کودهای آلی فراورده‌های بدون خطری هستند که می‌توانند برای پایداری کشاورزی مناسب باشند (۲۴). از جمله کودهای آلی می‌توان به کمپوست، ورمی

طی قرن‌های متمادی مصرف گیاهان دارویی و داروهای طبیعی حاصل از آن‌ها به عنوان تنها روش درمان بیماری‌ها محسوب می‌گردید. با گذشت زمان، بشر با انجام تحقیقات گسترده توانست تعداد زیادی مواد مؤثره دارویی را استخراج و در درمان بیماری‌ها مورد استفاده قرار دهد. به همین جهت امروزه صنایع داروسازی، پزشکان و گروه‌های تحقیقاتی بسیاری از کشورها توجه خود را به منابع طبیعی گیاهان دارویی معطوف ساخته‌اند (۱۵). چای ترش گیاه دارویی یکساله یا دوساله و متعلق به خانواده پنیرکیان است که از قدیم الایام تا به امروز به عنوان گیاه دارویی مورد توجه می‌باشد. این گیاه به خوبی در آب و هوای گرمسیری و نیمه گرمسیری رشد می‌کند (۷).

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد گیاهان دارویی و دانشیاران زراعت، دانشگاه زابل
(*)-نویسنده مسئول: (Email: rahman1365e@gmail.com)

عنوان راهی مفید جهت افزایش عملکرد محصولات زراعی و باغی می‌باشد. در راستای کشاورزی پایدار و به منظور بررسی اثرات کودهای آلی و شیمیایی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه چای ترش این پژوهش انجام شد.

مواد و روش‌ها

در بهار ۱۳۹۱ به منظور بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی چای ترش آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار و ۱۰ تیمار؛ (T1) عدم مصرف کود (شاهد)، (T2) ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن، فسفر و پتاسیم در هکتار به نسبت ۲:۱:۱، (T3) ۲۰ تن کود گاوی در هکتار، (T4) ۱۰ تن کمپوست در هکتار، (T5) ۵ تن ورمی کمپوست در هکتار، (T6) محلول پاشی اسید هیومیک به نسبت ۱/۵ لیتر در هزار، (T7) ۵۰ درصد T6 + T2، (T8) ۵۰ درصد T6 + T3، (T9) ۵۰ درصد T4 + T6 و (T10) ۵۰ درصد T6 + T5 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل، واقع در سد سیستان اجرا شد. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم و دو دیسک عمود بر هم بود و تسطیح زمین با استفاده از لولر و ایجاد جوی و پشته در فروردین ماه انجام شد. قبل از کاشت از نقاط مختلف زمین نمونه‌برداری خاک انجام و تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش انجام گرفت و درصد عناصر اصلی آن تعیین شد (جدول ۱). اسید هیومیک با نام تجاری Sisaron محتوای ۱۶ درصد اسید هیومیک، ۷ درصد نیتروژن، ۲/۵ درصد پتاسیم و آهن، روی، منگنز و مس به ترتیب ۱۲۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر بود. ویژگی‌های شیمیایی ورمی کمپوست و کمپوست و کود گاوی در جدول (۲) آورده شده است. هر واحد آزمایشی دارای ۴ ردیف به طول ۴/۵ متر و فاصله بین ردیف‌ها ۷۰ سانتی متر بود. عملیات کاشت در اول اردیبهشت ماه و به صورت دستی انجام شد. بذور (رقم محلی) روی ردیف با فاصله ۵۰ سانتی متر و در محل داغ آب پشته‌ها، در عمق ۲ سانتی متری به صورت کپه‌ای و در هر کپه ۵-۴ عدد کشت شدند. کودهای گاوی، کمپوست و ورمی کمپوست یک هفته قبل از کاشت و کود فسفر و پتاسیم به طور کامل ۳ روز قبل از کاشت به خاک پشته‌ها اضافه و در عمق ۳۰ سانتی متری خاک مخلوط شدند. یک سوم کود نیتروژن سه روز قبل از کاشت و باقیمانده آن در دو مرحله، اوایل تیر و در شهریور ماه قبل از گلدهی به کرت‌های مورد نظر اضافه شد. قبل از بسته شدن کانوبی (تیر ماه) تا تشکیل گل (اواسط شهریور ماه) هر ۲۰ روز یکبار، محلول پاشی محلول پاشی انجام گرفت (در مجموع ۶ نوبت محلول پاشی انجام شد). وجین علف‌های هرز به روش مرسوم برای چای ترش، یعنی به صورت دستی انجام گرفت. گیاهان ۸ هفته بعد از کاشت به یک بوته در هر کپه تنک شدند. برای اندازه‌گیری متغیرهای ارتفاع،

کمپوست، کود گاوی و اسید هیومیک اشاره کرد. کمپوست جهت بهبود حاصلخیزی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک استفاده می‌شود (۱). ورمی کمپوست به علت داشتن ویژگی‌هایی مانند: تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر معدنی، آزاد سازی تدریجی آن‌ها و ظرفیت بالای نگهداری آب برای بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی متداول می‌باشد (۵). کاربرد کودهای گاوی نیز ویژگی‌های فیزیکی و میزان عناصر غذایی در خاک را بهبود می‌بخشد (۱۳). اسید هیومیک از تجزیه مواد آلی بدست آمده و به طور مستقیم و غیر مستقیم بر رشد گیاهان تأثیر می‌گذارد. اثرات غیر مستقیم اسید هیومیک شامل بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و بهبود جذب عناصر مغذی می‌شود. اثرات مستقیم آن در رشد گیاهان از طریق افزایش مقدار کلروفیل، بهبود تنفس، تحریک تولید هورمون‌های رشد است. اسید هیومیک همچنین اثرات مثبتی بر توسعه ریشه‌های جانبی گیاهان دارد (۱۶).

تحقیقات نشان داده است که استفاده از کودهای گاوی در سطوح بالای تنش خشکی، سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گل و میوه چای ترش می‌گردد (۲۲). اکبری‌نیا و همکاران (۴) افزایش عملکرد دانه گیاه دارویی زنیان، یاداو و همکاران (۲۸) افزایش ارتفاع گیاه دارویی اسفرزه را با کاربرد کودهای دامی گزارش کرده‌اند. استفاده از کمپوست در خاک‌های شنی باعث افزایش رشد، تعداد میوه، بیومس و عملکرد اقتصادی کاسبرگ چای ترش می‌شود (۱۴ و ۲۱). افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه فلفل با افزایش سطوح ورمی کمپوست گزارش شده است (۵). اکبری و همکاران (۳) نشان دادند که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و فسفر و پتاس ۱۰-۱۰-۲۰ به همراه ۵ تن در هکتار کمپوست باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی چای ترش می‌گردد. نتایج پژوهش سعیدنژاد و رضوانی مقدم (۲۳) نشان داد که با کاربرد کودهای آلی کمپوست، ورمی کمپوست و کود گاوی، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی زیره سبز در مقایسه با شاهد بطور معنی داری افزایش یافت. احمد و همکاران (۲) با کاربرد کمپوست به همراه محلول پاشی اسید هیومیک روی چای ترش در شرایط مزرعه‌ای، افزایش ارتفاع، قطر ساقه، تعداد شاخه در بوته، وزن تر و خشک برگ و شاخه در بوته، تعداد میوه، وزن تر و خشک کاسبرگ‌ها، عملکرد بذر در بوته و میزان آنتوسیانین را گزارش کردند. همچنین محلول پاشی اسید هیومیک روی چای ترش (۱۲) و گیاه گل تاب (۱۹) سبب بهبود رشد ریشه و منجر به جذب بالاتر مواد غذایی توسط ریشه گردید. اولانیا و همکاران (۲۰) دریافتند که ترکیب کودهای شیمیایی و آلی اثر بیشتری در رشد، عملکرد، کیفیت و تغذیه بامیه دارد. کودهای آلی با تولید هوموس، عوارض نامطلوب کودهای شیمیایی را کاهش و کارایی مصرف کود را افزایش می‌دهند (۲۵). امروزه افزایش در عملکرد از طریق افزایش سطح زیر کشت تقریباً غیر ممکن است، بنابراین بهبود کمی و کیفی در اجزای عملکرد به

۲۴ ساعت در تاریکی و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از طی این مراحل، به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. جذب محلول بالایی در طول موج ۵۵۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر، اندازه‌گیری شد. برای محاسبه غلظت ضریب خاموشی (ε) ۳۳۰۰۰ سانتی‌متر بر مول به عنوان مبنا در نظر گرفته شد.

$$A = \epsilon bc$$

A: جذب‌ها، b: عرض کووت، c: غلظت مورد نظر
در پایان، داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS Ver.9.00 مورد تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل دامنه معنی‌دار (LSR) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

تعداد شاخه در بوته، قطر ساقه، وزن تر اندام هوایی، وزن میوه‌ها، تعداد میوه، تعداد دانه، وزن تر و خشک کاسبرگ، طول گل‌آذین، طول و قطر میوه؛ قبل از برداشت نهایی ۵ بوته بصورت تصادفی انتخاب و میانگین آن‌ها به عنوان تک بوته برای هر متغیر محاسبه گردید (اندازه‌گیری متغیرهای ارتفاع، تعداد شاخه در بوته و قطر ساقه در سه مرحله الف- بسته شدن کانوپی (۹۰ روز بعد از کاشت)، ب- شروع گلدهی (۱۴۵ پس از کاشت)، پ- قبل از برداشت کاسبرگ (۲۰۵ پس از کاشت) انجام گرفت). جهت اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین‌ها از روش واگنر (۲۶) استفاده شد. ۰/۱ گرم از نمونه را در هاون چینی کوبیده و به آن ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (۹۹ میلی‌لیتر متانول خالص به اضافه ۱ میلی‌لیتر اسید کلریدریک) افزوده گردید. سپس محلول در لوله‌های آزمایش کوچک ریخته شد، درب آن‌ها بسته شده و به مدت

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Physical and chemical characteristics of the soil in the research farm

بافت خاک Texture	شن Sandy	رس clay	لوم Loam	Mn	Zn	Fe	K	P	N	ماده آلی organic matter	pH	EC (dS.m-1)
		(%)		(mg L ⁻¹)						(%)		
شنی رس Sandy clay	42	32	26	2.9	2.8	3.6	177	11	0.04	0.52	8.4	1.6

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی مواد آلی مورد استفاده

Table 2- Some chemical properties of organic matters used

	EC (dS.m ⁻¹)	پتاسیم K (%)	فسفر P (%)	نیتروژن N (%)	pH
ورمی کمپوست Vermicompos	8.9	1.2	1.2	1.4	8.1
کمپوست Compost	7.2	1.4	1.4	1.2	7.5
کود گاوی Cattle manure	6.9	1.1	1.1	1.1	7.2

نتایج و بحث

ارتفاع، تعداد شاخه جانبی در بوته و قطر ساقه

نتایج این تحقیق نشان داد که تأثیر کاربرد کودهای مختلف منجر به افزایش ارتفاع بوته در مراحل مختلف رشد گردید. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که کاربرد کودهای آلی و شیمیایی توأم با محلول پاشی اسید هیومیک، نسبت به استفاده مجزای این کودها تأثیر بیشتری در ارتفاع بوته داشت. این نتایج با گزارشات احمد و همکاران (۲) در چای ترش مطابقت دارد.

تعداد شاخه جانبی در بوته تحت تأثیر اثرات کودهای مختلف قرار گرفت. به‌طوری‌که تیمار کودی آلی توأم با محلول پاشی اسید

هیومیک بیشترین تأثیر را بر تعداد شاخه جانبی داشت (جدول ۳). این نتیجه با نتایج دهمرده در مورد تأثیر تیمارهای کود گاوی، کود مرغ، کود شترمرغ، کود شیمیایی NPK و مخلوط هر یک از این کودهای آلی با کود شیمیایی روی گیاه چای ترش تطابق دارد (۹). در مراحل اولیه رشد، تیمار T7 (NPK + اسید هیومیک) با ۱۰/۳۳ عدد شاخه جانبی، نسبت به سایر تیمارها بیشترین تعداد شاخه‌های جانبی را به خود اختصاص داد، در حالی که در مراحل بعدی، T9 (کمپوست + اسید هیومیک) بیشترین تعداد شاخه جانبی را به خود اختصاص داد (جدول ۳).

قطر ساقه در مراحل مختلف اندازه‌گیری تحت تأثیر تیمارهای کودی مختلف قرار گرفت. طبق جدول مقایسه میانگین در مراحل

اولیه رشد تیمار T2 (NPK) و در مراحل بعدی T8 (کود گاوی و اسید هیومیک) و T9 (کمپوست + اسید هیومیک) بیشترین تأثیر را بر قطر ساقه داشتند، در ضمن تأثیر کودهای آلی توأم با محلول پاشی اسید هیومیک بر قطر ساقه، بیشتر از اثر استفاده جداگانه‌ی این کودها بود (جدول ۳)، پوستوما و همکاران (۲۱) نیز در چای ترش تحت شرایط مزرعه‌ای، نتایج مشابهی را گزارش کردند. گیاهان در مراحل اولیه رشد، عناصر غذایی قابل جذب کودهای شیمیایی را در مقایسه با کودهای آلی، راحت‌تر جذب می‌کنند، در نتیجه کودهای شیمیایی نسبت به کودهای آلی باعث رشد رویشی بیشتر یا بهتری می‌شوند. در مراحل بعدی رشد، کودهای آلی ضمن حفظ مقادیر بیشتر رطوبت، افزایش تعادل کاتیونی خاک، بهبود تهویه و نگهداری رطوبت خاک، عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف لازم را در اختیار گیاه قرار می‌دهند؛ همچنین هیومیک اسید با تحریک هورمون‌های رشد و بهبود فتوسنتز در نتیجه باعث برتری تیمارهای آلی توأم با اسید هیومیک (T8، T9 و T10) نسبت به استفاده مجزای این تیمارها و تیمار کود شیمیایی در متغیرهای ارتفاع، تعداد شاخه‌های جانبی و قطر ساقه گردید.

وزن تر اندام هوایی

بیشترین وزن تر اندام هوایی در نتیجه‌ی کاربرد تیمار T3 (کود گاوی) حاصل شد که در مقایسه با T2 (NPK) تفاوت معنی‌داری نداشت، ولی نسبت به شاهد ۴۱/۱۱ درصد برتری نشان داد (جدول ۴). به طور کلی، استفاده از کود گاوی به دلیل تولید سطح سبز بیشتر و در نتیجه افزایش فتوسنتز و به دنبال آن افزایش تولید ماده خشک (۱۷)، سبب برتری این تیمار در افزایش وزن تر اندام‌های هوایی نسبت به سایر تیمارها گردید. ناردی و همکاران (۱۸) بیان کردند که کاربرد اسید هیومیک، بر اندام‌های زیرزمینی گیاه تأثیر بیشتری داشته و احتمالاً کاهش میزان وزن بوته به دلیل توسعه اندام‌های زیرزمینی در مقایسه با اندام‌های هوایی بوده است.

تعداد میوه و تعداد دانه در بوته

تعداد میوه در بوته تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت، به‌طوری‌که بیشترین مقدار آن در نتیجه‌ی کاربرد تیمار T9 (کمپوست + اسید هیومیک) بدست آمد که در مقایسه با تیمار T2 (NPK) تفاوت معنی‌داری نشان نداد، هرچند نسبت به شاهد ۴۱/۹۸ درصد برتری داشت (جدول ۴) که با نتایج سایر محققان (احمد و همکاران (۲)، اکنبی و همکاران (۳) و دهمرده (۹)) در چای ترش مطابقت دارد. تیمارهای کودی تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در بوته داشتند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که بیشترین

تعداد دانه در بوته با میانگین (۲۰۳۴/۷ عدد) به تیمار T9 (کمپوست + اسید هیومیک) و کمترین آن با میانگین (۱۳۰۳/۴ عدد) به شاهد اختصاص داشت و تیمار T9 (کمپوست + اسید هیومیک) نسبت به شاهد ۵۶/۱۰ درصد برتری داشت. در مورد اکثر صفات اندازه‌گیری شده، تأثیر کودهای آلی به مراتب بیشتر از کود شیمیایی بود که احتمالاً به فراهمی بیشتر عناصر غذایی موجود در کودهای آلی در تمام طول دوره رویشی و زایشی گیاه مربوط می‌شود. احمد و همکاران (۲) نیز افزایش تعداد دانه در بوته را با کاربرد توأم کمپوست به علاوه محلول پاشی اسید هیومیک گزارش کردند. جندی و همکاران (۱۱) نیز بهبود معنی‌دار تعداد دانه در بوته در چای ترش را تحت تأثیر افزایش مصرف کودهای آلی گزارش کردند.

طول گل‌آذین

طول گل‌آذین تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت (جدول ۴). بیشترین طول گل‌آذین با میانگین ۹۱ و ۸۳/۷۵ سانتی‌متر، به ترتیب تحت تأثیر تیمارهای T5 (ورمی کمپوست) و T8 (کود گاوی + اسید هیومیک) به‌دست آمد و در یک گروه آماری قرار گرفتند، کمترین طول گل‌آذین (۶۱/۲۵ سانتی‌متر) از تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۴). افزایش طول گل‌آذین چای ترش تحت تأثیر مصرف کود گاوی توسط رئیس (۲۲) نیز گزارش شده است. وو و همکاران (۲۷) افزایش طول سنبله ذرت بر اثر کاربرد کودهای آلی را، بدلیل افزایش جذب عناصر غذایی، بهبود فتوسنتز و تولید مواد پرورده، و در نتیجه‌ی افزایش سطح برگ عنوان کردند.

طول و قطر میوه

نتایج نشان داد که تیمارهای کود گاوی + اسید هیومیک و اسید هیومیک بیشترین و شاهد کمترین قطر و طول میوه را داشتند (جدول ۴). به نظر می‌رسد که اثرات مثبت کود گاوی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و از طرف دیگر تأثیر محلول‌پاشی در تولید هورمون‌های رشد، سبب برتری این کودها از نظر تأثیر بر طول و قطر میوه نسبت به سایر تیمارها گردید.

وزن تر میوه، وزن تر و خشک کاسبرگ در بوته

تأثیر تیمارهای کودی بر وزن میوه در بوته در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵)، به طوری‌که بالاترین وزن میوه در اثر تیمار T9 (کمپوست + اسید هیومیک) بدست آمد که در مقایسه با تیمار T2 (NPK) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی نسبت به شاهد ۲۳/۹۴ درصد برتری نشان داد (جدول ۶).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های رویشی چای ترش تحت تاثیر کودهای آلی و شیمیایی در مراحل مختلف رشدی

Table 3- Mean comparison for chemical and organic manure effects on vegetative growth characters of roselle plants									
کود Fertilizer	ارتفاع بوته Plant height (cm)			تعداد شاخه جانبی بوته Number of branches			قطر ساقه Stem diameter (cm)		
	بسته شدن Canopy closure	شروع گلدهی Beginning of flowering	ارتفاع نهایی Final height	بسته شدن Canopy closure	شروع گلدهی Beginning of flowering	ارتفاع نهایی Final height	بسته شدن Canopy closure	شروع گلدهی Beginning of flowering	ارتفاع نهایی Final height
شاهد: T1 Control	67.92b	111.00c	147.50c	6.42b	7.20ab	7.25b	1.78c	1.40e	2.63c
NPK: T2	78.08a	122.31abc	171.19ab	9.42a	9.58ab	9.68ab	2.16a	2.87ab	3.01a
کود گاوی: T3 Cattle manure	73.80ab	133.24ab	176.56ab	9.08ab	9.60ab	9.53ab	1.93abc	2.76abc	2.98ab
کمیوست: T4 Compost	73.50ab	121.69abc	164.94ab _c	8.17ab	10.31a	10.48a	2.08ab	2.92a	2.94ab
ورمی کمیوست: T5 Vermicompost	75.26ab	121.06bc	164.00bc	8.00ab	9.13ab	9.90ab	1.80c	2.62bcde	2.86abc
اسید هیومیک: T6 Humic acid	72.58ab	115.86bc	168.75ab	7.58ab	9.31ab	8.80ab	2.02abc	2.46de	2.67c
۵۰ درصد T2: T7 T6	73.25ab	125.81bc	181.25ab	10.33a	10.38a	10.35a	1.84bc	2.72abc	2.89abc
50% of T2 + T6 + T3 درصد ۵۰: T8 T6	75.42ab	139.44a	186.19a	8.17ab	9.50ab	10.18a	1.97abc	2.56cde	3.03a
50% of T3 + T6 + T4 درصد ۵۰: T9 T6	75.25ab	128.75abc	175.38ab	10.18a	11.38a	11.38a	2.16a	2.92a	3.01a
50% of T4 + T6 + T5 درصد ۵۰: T10 T6	75.08ab	132.19ab	147.25ab	8.75ab	10.05ab	10.05ab	1.87bc	2.66abcde	2.71bc
50% of T5 + T6									

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل دامنه معنی داری دلگن در سطح احتمال ۵ درصد، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.
Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan multiple range tests at 5% level.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در بوته چای ترش تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی

Table 3- Mean comparison for chemical and organic manure effects on some measured characters of roselle plants

کود Fertilizer	قطر میوه fruit diameter (cm)	طول میوه fruit length (cm)	طول گل‌آذین inflorescence length (cm)	تعداد دانه در بوته Number of seed/plant	تعداد میوه در بوته Number of fruit/plant	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight (g/plant)
T1: شاهد Control	2.60b	3.20c	61.25c	1303.40c	49.88c	843.45c
T2: NPK Cattle manure	2.75ab	3.73abc	81.25ab	1961.20ab	70.44a	1190.63a
T3: کود گاوی Compost	2.88ab	3.98ab	81.50ab	1970.10ab	66.00ab	1191.88a
T4: کمپوست Vermicompost	2.90ab	4.05ab	68.00bc	1969.70ab	67.25ab	1097.50ab
T5: ورمی کمپوست Homoc acid	2.70ab	3.95ab	91.00a	1769.10ab	62.13abc	921.88bc
T6: اسید هیومیک T6 + T2: ۵۰ درصد	3.05a	3.98ab	78.75ab	1715.00ab	57.19bc	932.50bc
T7: ۵۰ درصد T2 + T6 T6 + T3: ۵۰ درصد	2.78ab	3.50ab	77.50abc	1542.90bc	57.82abc	1113.88abc
T8: ۵۰ درصد T3 + T6 T6 + T4: ۵۰ درصد	2.90ab	4.20ab	83.75a	1850.90ab	66.19ab	1084.38ab
T9: ۵۰ درصد T4 + T6 T6 + T5: ۵۰ درصد	2.88ab	4.10ab	79.50ab	2034.70a	70.82a	1115.00ab
T10: ۵۰ درصد T5 + T6	2.88ab	3.95ab	81.50ab	1977.10ab	63.38a	956.50bc

میانگین دارای حروف یکسان در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل دامنه معنی‌داری دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan multiple range tests at 5% level.

کودهای مختلف بسیار معنی‌دار شد (جدول ۵). بالاترین میزان آنتوسیانین در اثر تیمار T8 (کود گاوی + اسید هیومیک) بدست آمد (جدول ۶). تأثیر تیمار کودهای آلی و شیمیایی توأم با محلول پاشی اسید هیومیک بر مقدار آنتوسیانین بیشتر از استفاده‌ی جداگانه‌ی این کودها بود. جندی و همکاران (۱۱) و احمد و همکاران (۲) نیز نتایج مشابهی را در چای ترش گزارش کردند. کودهای کمپوست، ورمی کمپوست و گاوی دارای مواد هیومیکی هستند، اسید هیومیک (مشتقات ترکیب فنلی) به عنوان پیش ماده سنتز آنتوسیانین (ساختار فلاونوئید) می‌باشد، در نتیجه می‌توانند با افزایش آنتوسیانین در تیمارهای کودهای آلی و شیمیایی توأم با اسید هیومیک در ارتباط باشند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که تمامی تیمارهای کودی مورد استفاده باعث بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه چای ترش نسبت به شرایط عدم استفاده از کود شدند. با این وجود تأثیر کودهای آلی توأم با اسید هیومیک نسبت به استفاده‌ی مجزای این کودها و کودهای شیمیایی، بر ویژگی‌های رویشی، عملکرد کاسبرگ و میزان مواد مؤثره آنتوسیانین بیشتر بود. بنابراین، جهت حصول حداکثر عملکرد و میزان مواد مؤثره، استفاده از کودهای آلی توأم با اسید

تأثیر تیمارهای کودی مختلف بر وزن تر و خشک کاسبرگ به طور معنی‌داری متفاوت بود (جدول ۵). بیشترین وزن تر و خشک کاسبرگ در اثر تیمار T9 (کمپوست + اسید هیومیک) به ترتیب با مقادیر ۱۵۷/۳۱، ۲۲/۶۹ گرم و کمترین وزن تر و خشک کاسبرگ به ترتیب با مقادیر ۱۱۳/۱۹ و ۱۴/۳۸ در نتیجه‌ی تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۶). گزارش شده است که اثر کمپوست با محلول پاشی اسید هیومیک روی چای ترش سبب افزایش تعداد میوه، وزن تر و خشک کاسبرگ گردید (۲). کندیل و همکاران (۱۴) و جندی و همکاران (۱۱) نیز نتایج مشابهی را در چای ترش گزارش کردند. عزیزی و همکاران (۸) نیز بیان کردند که تحت تأثیر افزایش مصرف کودهای آلی طول، قطر نهنج و عملکرد گل بابونه به صورت معنی‌دار بهبود می‌یابند. چنین به نظر می‌رسد که با اعمال کمپوست + اسید هیومیک، به دلیل بهبود شرایط رشد حاصل از افزودن کود کمپوست و همچنین تحریک تولید هورمون رشد و افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه، متأثر از کاربرد کود اسید هیومیک؛ عملکرد بیشتری نسبت به سایر تیمارها حاصل شد.

آنتوسیانین

آنتوسیانین یک ترکیب فلاونوئیدی است که به مقدار زیاد در کاسبرگ‌های چای ترش وجود دارد. میزان آنتوسیانین تحت تأثیر

هیومیک بهتر از سایر تیمارهای کودی در این تحقیق بود. یکی از دلایل اصلی عدم مصرف نهاده‌های شیمیایی در گیاهان دارویی و فراورده‌های آن‌ها حفظ سلامت و طبیعی ماندن این محصولات است. بنابراین با توجه به پاسخ مثبت گیاه دارویی چای ترش به کاربرد

کودهای آلی، به نظر می‌آید که بکارگیری این کودها ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیز عدم عواقب سوء زیست محیطی، روش مناسبی برای افزایش عملکرد این محصول می‌باشد.

جدول ۵- تجزیه واریانس عملکرد و میزان آنتوسیانین چای ترش تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی

Table 5- Variance analysis of yield and anthocyanin amount of roselle plants under chemical and organic manure treatments

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of Squares			
		وزن تر میوه Fruit weight (g/plant)	وزن تر کاسبرگ Sepals fresh weight (g/plant)	وزن خشک کاسبرگ Sepals dry weight (g/plant)	آنتوسیانین Anthocyanin content (μM)
تکرار Replication	3	144.89	366.09	14.27	0.003
تیمار Treatment	9	2558.26*	603.63*	20.17*	0.005**
خطا Error	27	1095.15	244.92	46.41	0.001
ضریب تغییرات CV (%)	-	8.52	11.19	13.12	16.41

*, ** به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و ^{ns} غیر معنی‌دار می‌باشند.

*, ** significantly at the 5% and 1% levels of probability respectively and ^{ns} (non significant).

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد و میزان آنتوسیانین چای ترش تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی

Table 6- Mean comparison for chemical and organic manure effects on yield and anthocyanin amount of roselle plants

کود Fertilizer	وزن تر میوه Fruit weight (g/plant)	وزن تر کاسبرگ Sepals fresh weight (g/plant)	وزن خشک کاسبرگ Sepals dry weight (g/plant)	آنتوسیانین Anthocyanin (μM)
T1: شاهد Control	342.50c	113.19c	14.38c	0.22bc
T2: NPK	417.25a	147.81ab	20.56ab	0.21bc
T3: کود گاوی Cattle manure	391.75abc	138.75ab	18.38b	0.23abc
T4: کمپوست Compost	392.25abc	140.31ab	19.06ab	0.18c
T5: ورمی کمپوست Vermicompost	380.00abc	136.63abc	18.75ab	0.22bc
T6: اسید هیومیک Homic acid	360.75bc	130.31bc	18.56ab	0.22bc
T7: ۵۰ درصد T2 + T6 50% of T2 + T6	371.50abc	136.25abc	19.00ab	0.24abc
T8: ۵۰ درصد T3 + T6 50% of T3 + T6	408.50ab	151.25ab	21.75ab	0.29a
T9: ۵۰ درصد T4 + T6 50% of T4 + T6	424.50a	157.31a	22.69a	0.28a
T10: ۵۰ درصد T6 + T5 50% of T5 + T6	395.75abc	145.63ab	19.75ab	0.25ab

میانگین دارای حروف یکسان در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل دامنه معنی‌داری دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، اختلاف معنی‌دار ی با یکدیگر ندارند.

Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan multiple range tests at 5% level.

منابع

- Abbasi P.A., Al-Dahmani J., Sahin F., Hoitink H.A.J., and Miller S.A. 2002. Effect of compost amendments on

- diseases severity and yield of tomato in conventional and organic production systems. *Plant Disease*, 86: 156-161.
- 2- Ahmad Y.M., Shahlabi E.A., and Shnan N.T. 2011. The use of organic and inorganic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of roselle plants (*Hibiscus sabdariffa* L.). *African Journal of Biotechnology*, 10(11): 1988-1996.
- 3- Akanbi W.B., Oaniyn A.B., Togum A.O., Ilupeju A.E.O., and Olairan O.A. 2009. The effect of organic fertilizer on growth, calyx yield and quality of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Amrican Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 3(4): 652-657.
- 4- Akbari A., Ghalavand A., Sefidkon F., Rezaee M.B., and Sharafi A. 2004. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure and mixture of them on seed yield and main, compositions of essential oil of Ajowan (*Trachyspermum copticum*). *Journal Pajouhesh & Sazandegi*, 61: 32-41. (with English abstract in Persian)
- 5- Arancon N., Edwards C.A., Bierman P., Welch C., and Metzger J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Journal of Bioresource Technology*, 93: 145-153.
- 6- Ayala S. 2002. Perspective of soil fertility management with a focus on fertilizer use for crop productivity. *Current Science*, 82: 797-807.
- 7- Aziz E., Gad N., and Badran N.M. 2007. Effect of Cobalt and Nickel on Plant Growth, Yield and Flavonoids Content of *Hibiscus sabdariffa* L. *Australian Journal of Basic Applied Sciences*, 1(2): 73-78.
- 8- Azizi M., Rezvani F., Hassan Zadeh Khayat M., Lekzian A., and Nemati A. 2008. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricaria recutita*) C.V. Goral. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 24(1): 82-93. (in Persian with English abstract)
- 9- Dahmardeh M. 2012. Effect of mineral and organic fertilizers on the growth and calyx yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *African Journal of Biotechnology*, 11(48): 10899-10902.
- 10- Faraji M., and Tarkhani A. 1999. The effect of sour tea (*Hibiscus sabdariffa*) on essential hypertension. *Journal of Ethnopharmacology*, 65: 231-236.
- 11- Gendy A.S.H., Said-Al Ahl H.A.H., and Mahmoud A.A. 2012. Growth, Productivity and Chemical Constituents of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Plants as Influenced by Cattle Manure and Biofertilizers Treatments. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(5): 1-12.
- 12- Guvence I., Dursun A., Turan M., Tuzel Y., Burrage S.W., Bailey B.J., Gul A., Smith A.R., and Tuncay O. 1999. Effect of different foliar fertilizers on growth, yield and nutrient content of lettuce and crisp lettuce. *Acta Horticulturae*, 491: 247-252.
- 13- Hornick S.B. 1998. Use of organic amendments to increase the productivity of sand and gravel soils: Effect on yield and composition of sweet corn. *American Journal of Alternative Agriculture*, 3: 156-162.
- 14- Kandil M., Ahmed S., Stor C., and Schnug E. 2002. Effect of organic and inorganic fertilization on fruit and essential oil yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) grown in Egypt. In: *Proceeding Fachtag für Heil-und Gewuerzpflanzen Ahrweiler (im Druck)*. *Journal of Bioresour Technology*, 49: 167-173.
- 15- Majnun Hosseini N., and Davazdah Emami S. 2008. Cultivation and Production of Certain Herbs and Spices. University of Tehran Press. 300 p. (in Persian)
- 16- Mallikarjuna M., Govindasamy R., and Chandrasekaran S. 1987. Effect of humic acid on *Sorghum vulgare* var. CSH-9. *Current Science*, 56(24): 1273-1276.
- 17- Moradi R., Nasiri Mahallati M., Rezvani Moghadam P., Lakzian A., and Nejad Ali A. 2011. The effect of application of organic and biological fertilizers on quantity and quality of essential oil in fennel (*Foeniculum vulgare*). *Journal of Horticulture Sciences*, 25(1): 25-33. (in Persian)
- 18- Nardi S., Diego P., Muscolo A., and Vianello A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 1527-1536.
- 19- Nikbakht A., Kafi M., Babalar M., Xia Y.P., Luo A., and Etemadi N.A. 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake and post harvest life of Gerbera. *Journal of Plant Nutrition*, 31: 2155-2167.
- 20- Olaniya J.O., Akanbi W.B., Olaniran O.A., and Ilupeju O.T. 2010. The effect of organo-mineral and inorganic fertilizers on the growth, fruit yield, quality and chemical compositions of okra. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 9: 1135-1140.
- 21- Postma J., Montanari M., Vanden P., and Boogert H.J.F. 2003. Microbial enrichment to enhance the disease suppressive activity of compost. *European Journal of Soil Biology*, 39: 157-163.
- 22- Raeisi M. 2010. Effects of different levels of animal manure and water stress on quantitative and qualitative yield of roselle in Jiroft. M.Sc. Thesis, Agriculture. Agriculture University of zabol. (with English abstract in Persian)
- 23- Saeid Nejad A.H., and Rezvani Moghaddam P. 2011. Evaluation of compost, vermicompost and cattle manure opplication on yield, yield components and essential oil percent in cumin (*Cuminum cyminum*). *Journal of Horticulture Sciences*, 24(2): 142-148. (in Persian)
- 24- Sanjuli N. 2008. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer ,manure and mixture of them on on soil characteristics, yield and yield components in maize (*Zea mays* L.) var.SC-704. M.Sc. Thesis, Agriculture. Agriculture University of zabol. (with English abstract in Persian)

- 25- Shata S.M., Mahmoud A., and Siam S. 2007. Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. *Reacerch Journal of Agriculture and Biological Sciences*, Pp: 123-165.
- 26- Wagner G.J. 1979. Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutralsugars, free amino acids and anthocyanins in protoplasts. *Plant Physiology*, 64: 88-93.
- 27- Wu S.C., Cao Z.H., Li Z.G., Cheung K.C., and Wong M.H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*, 125: 155-166.
- 28- Yadav R.L., Keshwa G.L., and Yadav S.S. 2003. Effect of integrated use of FYM and sulphure on growth and yield of isabgol. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 25: 668-671.



اثر ورمی کمپوست و نیتروکسین بر رشد رویشی و برخی صفات بیوشیمیایی در گیاه دارویی اکلیل کوهی (*Rosmarinus officinalis* L.)

فرزانه نوربخش^۱ - ویدا چالوی^{۲*} - وحید اکبرپور^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۱/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۶

چکیده

اکلیل کوهی (*Rosmarinus officinalis* L.) گیاهی چندساله، همیشه سبز و معطر از خانواده نعناعیان است. بخش‌های رویشی این گیاه حاوی اسانس و دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد باکتریایی بوده و در صنایع داروسازی، غذایی و آرایشی و بهداشتی بطور گسترده کاربرد دارند. به منظور بررسی اثر کودهای بیولوژیک بر عملکرد رشد، میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی، فلاونوئیدها، درصد و عملکرد اسانس در گیاه دارویی اکلیل کوهی آزمایشی به صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل ورمی کمپوست (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد حجم گلدان) و نیتروکسین (تلقیح و عدم تلقیح) با ۴ تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال‌های ۹۲-۱۳۹۱ به اجرا در آمد. نتایج نشان داد که بیشترین میزان وزن تر (۷۱/۵۵ گرم) و خشک در بوته (۳۱/۳۷ گرم) در تیمار ۴۰ درصد ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین بدست آمد. بیشترین میزان کلروفیل a (۲۵/۸۹ میلی گرم در گرم) و کلروفیل b (۲۷/۷۷ میلی گرم در گرم) در تیمار ۲۰ درصد ورمی کمپوست (به ترتیب ۲/۱۳ و ۱/۸۱ میلی گرم در گرم) و کلروفیل کل (۲۷/۷۷ میلی گرم در گرم) در تیمار ۲۰ درصد ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین مشاهده شد. میزان فلاونوئیدهای برگ در تیمار ۱۰ درصد ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین بالاترین مقدار (۶/۳۵ میلی گرم در گرم) بود و بیشترین عملکرد اسانس نیز در تیمارهای ۲۰ و ۳۰ درصد ورمی کمپوست (به ترتیب ۰/۲۶۳ و ۰/۲۷۲ گرم در بوته) بدست آمد. این نتایج نشان می‌دهند که کاربرد ورمی کمپوست و نیتروکسین به تنهایی و یا به طور همزمان تاثیر مثبت بر رشد، رنگیزه‌ها و اسانس اکلیل کوهی دارند.

واژه‌های کلیدی: عملکرد اسانس، فلاونوئید، کودهای بیولوژیک

مقدمه

برای گیاهان دارویی، می‌توان با بهره‌گیری بهینه از نهاده‌های شیمیایی سبب کاهش هزینه‌های تولید و افزایش عملکرد گیاه در واحد سطح شد. استفاده مداوم و بیش از حد از نهاده‌های شیمیایی در کشاورزی منجر به کاهش عملکرد زراعی گیاهان و ایجاد خطرات زیست محیطی وسیعی خواهند شد (۱ و ۱۲). بنابراین استفاده از کودهای بیولوژیک مانند ورمی کمپوست و نیتروکسین که علاوه بر تامین نیاز غذایی گیاه و تضمین عملکرد بالا، سبب افزایش کیفیت محصولات شده و اثرات مخرب زیست محیطی هم ندارند، می‌توانند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشند (۲۳).

کاربرد کودهای بیولوژیک ورمی کمپوست و نیتروکسین با افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی به ویژه نیتروژن و تولید برخی هورمون‌های محرک رشد در گیاه موجب افزایش عملکرد در گیاه می‌شوند (۱۹). در بررسی تأثیر نهاده‌های زیستی و آلی در گیاه انیسون مشخص شد کاربرد ورمی کمپوست و نیتروکسین با تأثیر مثبت بر بستر رشد گیاه موجب گسترش و افزایش سطح ریشه و در پی آن

عوارض جانبی ناشی از مصرف داروها و مواد شیمیایی سبب روی آوردن بسیاری از مردم به استفاده از فراورده‌های طبیعی و در نتیجه رونق کشت و پرورش گیاهان دارویی در جهان شده است (۱۴ و ۴). اکلیل کوهی (*Rosmarinus officinalis* L.) بوته‌ای، همیشه سبز و بسیار معطر متعلق به تیره نعناعیان (*Lamiaceae*) است و پیکر رویشی گیاه دارای مواد موثره ارزشمندی مانند ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها، مواد تلخ و اسانس می‌باشد. اسانس اکلیل کوهی بی‌رنگ و دارای بویی مطبوع است که خاصیت ضد باکتری و آنتی‌اکسیدانی قوی دارد و مقدار آن گاهی به حدود ۲ درصد نیز می‌رسد (۲۵). با توجه به محدود بودن منابع آب و خاک و تقاضای رو به رشد

۱، ۲ و ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیاران گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*)-نویسنده مسئول: (Email: v.chalavi@sanru.ac.ir)

این آزمایش مورد تجزیه فیزیکی و شیمیایی قرار گرفتند که نتایج آن در جدول ۱ آمده است.

شرایط کاشت و نگهداری گیاهان: بسترهای کشت با مخلوط کردن سطوح مختلف ورمی کمپوست با خاک پایه در گلدان آماده شدند. سپس، قلمه‌های یکساله ریشه‌دار شده و یکنواخت از نظر اندازه برای استفاده در آزمایش تهیه و انتخاب شدند. ریشه قلمه‌ها کاملاً از خاک اولیه جدا شد و پس از شستشو و هرس، در بسترها کاشته شدند. در تیمارهای تلقیح با نیتروکسین ریشه گیاهان به مدت ۱۰ دقیقه در محلول نیتروکسین آماده شده (نسبت ۱ به ۱۰ با آب) غوطه‌ور شده و سپس کاشته شدند. کوددهی با محلول نیتروکسین در طی ۲ مرحله بر اساس توصیه شرکت تولید کننده به فاصله ۴۵ روز انجام شد. آبیاری با توجه به نیاز گیاه در طول مرحله رشد انجام شد.

اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی، فلاونوئیدها و اسانس: پیکر رویشی گیاه برای انجام آزمایشات در مرداد ماه برداشت شد. رنگیزه‌های فتوسنتزی بر اساس روش استخراج با متانول و اندازه‌گیری طیف نور جذبی محلول به روش پورا و همکاران (۱۷) و فلاونوئیدها با استفاده از معرف آلومینیوم کلرید و دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شدند (۵). وزن تر و وزن خشک بوته پس از خشک شدن در آون ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ توزین شدند. استخراج اسانس از پودر خشک گیاه و به روش تقطیر با آب به مدت ۳ ساعت و با استفاده از دستگاه کلونجر انجام شد. درصد اسانس پس از رطوبت‌زدایی آن توسط سولفات سدیم به صورت حجمی محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS ver 9.1 و MSTAT-C انجام شد. تجزیه واریانس صفات به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد.

افزایش فعالیت فتوسنتزی و تجمع متابولیت‌ها شدند که در نهایت درصد و عملکرد اسانس در گیاه افزایش یافت (۱۰). در پژوهشی دیگر ورمی کمپوست و کمپوست و کود بیولوژیک حاوی ازوتوباکتر و سودوموناس در رازیانه به بهبود عملکرد اسانس منجر شدند، هر چند درصد اسانس کاهش نشان می‌دهد، اما ورمی کمپوست و کمپوست با افزایش جذب آب و مواد غذایی از ریشه سبب افزایش رشد رویشی می‌شوند که در نهایت عملکرد اسانس در بوته را افزایش می‌دهد (۱۵). همچنین گزارش شده در بابونه‌ی آلمانی، کاربرد ورمی کمپوست به میزان ۱۰ تن در هکتار و کود زیستی نیز ضمن بهبود شرایط بستر با تولید هورمون‌هایی اطراف ریشه گیاه موجب بهبود جذب عناصر غذایی به ویژه نیتروژن شده و عملکرد بیولوژیک و میزان اسانس گیاه را افزایش داده‌اند (۲۰). کاربرد کودهای بیولوژیک موجب افزایش میزان اسانس در علف لیمو نیز شده است (۱۸). با توجه به اهمیت تولید ارگانیک گیاهان دارویی و کمبود دانش علمی در این زمینه برای گیاه دارویی اکلیل کوهی، پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر ورمی کمپوست و نیتروکسین بر عملکرد بیولوژیک، رنگیزه‌های فتوسنتزی، میزان فلاونوئیدها، درصد و عملکرد اسانس در اکلیل کوهی انجام گردید.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به صورت گلدانی در سال ۹۲-۱۳۹۱ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. این منطقه دارای طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی است و در ارتفاع ۱۶ متر از سطح دریا قرار دارد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار شامل سطوح ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد ورمی کمپوست (V_x)، ۲ سطح تلقیح و عدم تلقیح با نیتروکسین (Ni) و ۴ تکرار اجرا شد. پیش از شروع آزمایش نمونه خاک پایه و ورمی کمپوست مورد استفاده در

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و ورمی کمپوست مورد استفاده
Table 1- Some physical and chemical properties of applied soil and vermicompost

پتاسیم Potassium	فسفر Phosphorus	نیتروژن Nitrogen	هدایت الکتریکی EC	اسیدیته pH	بافت texture
(Ppm)		(%)	(ds/m)		
292	5.5	0.26	0.85	رس-لومی Clay-Loam	Soil خاک
4000	4000	1.55	1.12	7.64	ورمی کمپوست Vermicompost

نتایج

تأثیر تیمارها روی صفات ظاهری و بیوشیمیایی عملکرد ماده تر و خشک

بررسی جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر متقابل ورمی کمپوست و نیتروکسین بر میزان وزن تر بخش هوایی گیاه در سطح یک درصد معنی داری شد. بر همین اساس، بالاترین عملکرد ماده تر در تیمار ۴۰ درصد ورمی کمپوست به همراه تلقیح با نیتروکسین به میزان ۷۱/۵۵ گرم ماده تر و کمترین میزان در تیمارهای ورمی کمپوست ۱۰ درصد با تلقیح نیتروکسین و شاهد به ترتیب ۴۴/۴۰ و ۴۵/۶۲ گرم بدست آمد (جدول ۳). عملکرد وزن خشک اندام‌های هوایی نیز تحت تأثیر اثر متقابل کاربرد ورمی کمپوست و نیتروکسین اختلاف معنی داری در سطح یک درصد نشان داد و بالاترین مقدار وزن خشک ۳۱/۳۷ گرم در تیمار ورمی کمپوست ۴۰ درصد با تلقیح نیتروکسین و کمترین میزان وزن خشک در تیمارهای شاهد و کاربرد نیتروکسین (VONi) به ترتیب ۱۸/۷۹ و ۱۷/۶۸ گرم بدست آمدند.

رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، b و کل)

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) مشخص گردید،

میزان کلروفیل a و کلروفیل کل تحت اثر متقابل ورمی کمپوست و نیتروکسین قرار گرفتند اما میزان کلروفیل b تنها به تیمارهای ورمی کمپوست واکنش نشان داد. بیشترین میزان کلروفیل a ۲۵/۸۹ میلی گرم در گرم در تیمار ۳۰ درصد ورمی کمپوست بدست آمد که از لحاظ آماری با تیمارهای ۲۰ درصد ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین (۲۵/۴۰ میلی گرم در گرم) و ۱۰ درصد ورمی کمپوست به همراه تلقیح با نیتروکسین (۲۵/۶۹ میلی گرم در گرم) در یک سطح قرار گرفت و کمترین میزان کلروفیل a در تیمار تلقیح نیتروکسین بدون کاربرد ورمی کمپوست به میزان ۲۱/۳۱ میلی گرم در گرم بود (جدول ۳). بیشترین مقدار کلروفیل b در تیمار ۲۰ درصد ورمی کمپوست به میزان ۲/۱۳ میلی گرم در گرم بود که با تیمار ۳۰ درصد ورمی کمپوست (۱/۸۱ میلی گرم در گرم) تفاوت معنی داری ندارد (جدول ۶). بالاترین میزان کلروفیل کل در تیمار ۲۰ درصد ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین به میزان ۲۷/۷۷ میلی گرم در گرم حاصل شد که با تیمارهای ۱۰ درصد ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین (۲۷/۳۳ میلی گرم در گرم)، ۳۰ درصد ورمی کمپوست (۲۷/۳۰ میلی گرم در گرم) و ۳۰ درصد ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین (۲۶/۲۹ میلی گرم در گرم) در یک رده آماری قرار دارد (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر ورمی کمپوست و نیتروکسین بر عملکرد بیولوژیک و رنگیزه‌های فتوسنتزی در اکلیل کوهی
Table 2- Analysis of variance for vermicompost and nitroxin effects on biological yield and photosynthetic pigments in rosemary

میانگین مربعات (MS)						
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total Chlorophyll	وزن تر اندام هوایی Fresh weight	وزن خشک اندام هوایی Dry weight
ورمی کمپوست (A) Vermicompost	4	10.21**	1.43**	17.2**	523.64**	125.38**
نیتروکسین (B) Nitroxin	1	3.48 ns	0.82 ns	0.9 ns	1.64 ns	0.56 ns
A*B	4	5.13**	0.53 ns	8.5**	101.46**	24.5**
خطای آزمایش Error	30	1.15	0.22	1.49	20.01	5.81
ضریب تغییرات (%) C.V	—	4.43	30.19	4.75	7.97	9.99

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

***, * and ns significant at 5 and 1% levels of probability and non-significant; respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل کاربرد ورمی کمپوست × نیتروکسین بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه اکلیل کوهی
 Table 3- Mean comparison for interaction effect of vermicompost × nitroxin application on morphological and physiological characteristics of rosemary plant

تیمار Treatment	وزن تر اندام هوایی Fresh weight (g)	وزن خشک اندام هوایی Dry weight (g)	کلروفیل a Chlorophyll a (mg/g)	کلروفیل کل Total Chlorophyll (mg/g)
Control	45.62 ef	18.79 e	23.82 c	24.96 cd
V0+Ni	44.4 f	17.68 e	21.31 d	22.00 e
V10	53.97 cd	22.44 d	24.69 abc	25.66 bcd
V10+Ni	51.12 de	23.31 cd	25.69 ab	28.33 ab
V20	57.95 bc	24.02 cd	24.26 bc	25.85 bcd
V20+Ni	60.55 b	25.45 bcd	25.40 ab	27.77 a
V30	61.96 b	28.07 ab	25.89 a	27.30 ab
V30+Ni	52.03 cde	23.31 cd	24.41 abc	26.29 abc
V40	61.15 b	26.61 bc	24.31 bc	25.48 cd
V40+Ni	71.55 a	31.37 a	23.19 c	24.37 d

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک باهم اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ با استفاده از آزمون LSD درصد ندارند.
 In each column, means having at least one similar letter are not significantly different at 5% level according LSD test.

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر ورمی کمپوست و نیتروکسین بر صفات بیوشیمیایی در اکلیل کوهی
 Table 4- Analysis of variance for vermicompost and nitroxin effects on biochemical properties of rosemary

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of Squares		
		فلاونوئید برگ Leaf flavonoid (Mg/g)	اسانس Essential oils (%)	عملکرد اسانس Essential oils yield
ورمی کمپوست (A) vermicompos	4	5.69**	0.131**	0.0115**
نیتروکسین (B) Nitroxin	1	0.002 ns	0.06*	0.048 ns
A×B	4	7.18**	0.047**	0.004*
خطای آزمایش Error	30	0.68	0.01	0.0012
ضریب تغییرات (%) C.V	—	18.61	11.57	16.33

***، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار
 *، ** and ns Significant at 5 and 1% levels of probability and non- significant; respectively.

فلاونوئید برگ

بیشترین میزان فلاونوئید برگ در اثر کاربرد ورمی کمپوست ۱۰ درصد با تلقیح نیتروکسین به مقدار ۶/۳۵ میلی‌گرم در گرم) بدست آمد و پس از آن تیمارهای ورمی کمپوست ۲۰ درصد (۵/۶۸ میلی‌گرم در گرم) و کاربرد نیتروکسین بدون ورمی کمپوست (۵/۶۰ میلی‌گرم در گرم) قرار گرفته‌اند (جدول ۵) که همگی در یک گروه آماری قرار دارند و با سایر تیمارها اختلافی معنی‌داری در سطح یک درصد نشان می‌دهند (جدول ۴).

درصد و عملکرد اسانس

بر اساس نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (۴) اثر متقابل بین ورمی کمپوست و نیتروکسین بر درصد و عملکرد اسانس به ترتیب تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد داشتند. بیشترین درصد اسانس در تیمار ۲۰ درصد ورمی کمپوست به مقدار ۱/۱ بدست آمد که با تیمارهای ۱۰ درصد ورمی کمپوست (۱/۰۲۵)، ۱۰ درصد ورمی کمپوست به همراه تلقیح با نیتروکسین (۱/۰۱۲) و ۳۰ درصد ورمی کمپوست (۰/۹۶۲) در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین میزان درصد اسانس نیز مربوط به تیمارهای ۴۰ درصد

ورمی کمپوست به همراه تلقیح با نیتروکسین (۰/۶۳۷) و شاهد (۰/۷۵) و ۱۰ درصد ورمی کمپوست به همراه تلقیح با نیتروکسین (۰/۲۳۸) گرم) بود. همچنین بالاترین عملکرد اسانس در تیمارهای ۲۰ و ۳۰ درصد ورمی کمپوست به ترتیب ۰/۲۶۳ و ۰/۲۷۲ گرم در بوته بدست آمد که با تیمارهای ۲۰ درصد به همراه تلقیح با نیتروکسین (۰/۲۳۲) گرم) دارند، کمترین عملکرد اسانس در تیمار شاهد به میزان ۰/۱۴۱ گرم در بوته حاصل شد (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل کاربرد ورمی کمپوست × نیتروکسین بر صفات بیوشیمیایی گیاه اکلیل کوهی
Table 5- Mean comparison for interaction effect of vermicompost × nitroxin application on biochemical characteristics of rosemary plant

تیمار Treatment	فلاونوئید برگ Leaf flavonoid (mg/g dry weight)	درصد اسانس Essential oil (%)	عملکرد اسانس Essential oils yield (g.plant ⁻¹)
Control	3.79 de	0.75 de	0.141 e
V0+Ni	5.60 ab	0.912 bc	0.16 de
V10	5.05 bc	1.025 ab	0.229 ab
V10+Ni	6.35 a	1.012 ab	0.238 ab
V20	5.68 ab	1.1 a	0.263 ab
V20+Ni	3.14 e	0.912 bc	0.232 ab
V30	4.61 bcd	0.962 ab	0.272 ab
V30+Ni	3.12 e	0.762 de	0.177 cde
V40	3.08 e	0.788 cd	0.21 bc
V40+Ni	3.93 cde	0.637 e	0.198 bcd

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک باهم اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ با استفاده از آزمون LSD درصد ندارند.

In each column, means having at least one similar letter are not significantly different at 5% level according LSD test..

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر ساده ورمی کمپوست بر مقدار رنگیزه کلروفیل b در گیاه اکلیل کوهی
Table 6- Mean comparison for effect of vermicompost on the chlorophyll b pigments in rosemary plant

تیمارها Treatment	V0	V10	V20	V30	V40
کلروفیل b Chlorophyll b (mg/g)	1.05 c	1.46 bc	2.13 a	1.81 ab	1.33 bc

بحث

کاربرد ورمی کمپوست موجب افزایش عملکرد گیاه گردید (۷) که با نتایج این آزمایش مشابه می‌باشند. ورمی کمپوست ضمن غنی بودن از نظر مواد غذایی، شرایط مناسبی برای رشد میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی از جمله باکتری‌های موجود در نیتروکسین فراهم می‌آورد. این میکروارگانیسم‌ها نیز با افزایش میزان نیتروژن در دسترس گیاه و تولید و ترشح هورمون‌های محرک رشد اکسین، جیبرلین و ویتامین‌ها در اطراف ریشه موجب تحریک رشد و تقسیم سلولی و افزایش فتوسنتز در گیاه می‌شوند که در نتیجه آن بیوماس گیاه افزایش می‌یابد. در پژوهشی بر روی ریحان، استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین به همراه پلیمرهای سوپر جاذب و بیوسولفور توانسته‌اند میزان وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه را افزایش دهند (۲۲). در آزمایشی دیگر، کاربرد کودهای بیولوژیک نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس به همراه کود اوره سبب افزایش قابل توجه وزن تر و

افزایش عملکرد ماده تر و خشک گیاه را می‌توان، احتمالاً، به دلیل فراهم شدن شرایط مناسب رشد به خاطر وجود ورمی کمپوست در بسترهای کشت دانست. کاربرد این کود با افزایش مواد آلی سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب و تهویه بهتر هوای اطراف ریشه می‌شود. همچنین فرم قابل جذب عناصر غذایی موجود در آن امکان جذب بیشتر و آسان‌تر این مواد برای گیاه را فراهم می‌کند که منجر به افزایش رشد و عملکرد ماده خشک در گیاه خواهد شد (۳). در همین زمینه گزارش شده است که مصرف تلفیقی ورمی کمپوست به میزان ۵ تن در هکتار به همراه کود شیمیایی سبب بهبود شرایط بیولوژیکی خاک و فراهم نمودن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و افزایش محسوس در عملکرد ریحان شد (۲). همچنین در رازیانه،

در تفسیر نتیجه حاصل از بهبود اسانس ممکن است که دسترسی گیاه به مقدار مناسب مواد غذایی، توانسته باشد که درصد و عملکرد اسانس را بهبود ببخشد. از سویی جذب عناصر غذایی از طریق تأثیر بر فعالیت‌های متابولیسمی و ساخت و ساز بر افزایش عملکرد در گیاه تأثیر می‌گذارد، نیتروژن از طریق شرکت در ساختار کلروفیل و تولید کربوهیدرات‌های لازم جهت بیوسنتز و رشد، در پدیده فتوسنتز مؤثر است (۹ و ۱۲) و از سویی دیگر بین فتوسنتز و تولید فرآورده‌های فتوسنتزی و تولید اسانس رابطه‌ی مستقیمی وجود دارد (۱۱). فرآیند فتوسنتز منجر به تولید کربوهیدرات‌هایی چون گلوکز که پیش ماده مناسب در سنتز اسانس به ویژه منوترین‌ها می‌شود (۶). همچنین با افزایش رشد رویشی و تعداد برگ در گیاه، تعداد روزنه‌ها (در بوته) به عنوان مسیر ورودی CO_2 و گلوکز تولیدی طی فتوسنتز بیشتر شده و انرژی لازم جهت سنتز ترکیبات اسانس فراهم و میزان اسانس افزایش می‌یابد (۱۶).

طبق بررسی‌های انجام شده، این اولین گزارشی است که اثر کاربرد همزمان ورمی کمپوست و نیتروکسین بر گیاه دارویی اکلیل کوهی را مورد بررسی قرار داده است. یافته‌های این پژوهش به خوبی نشان می‌دهند که کاربرد همزمان این کودهای بیولوژیکی تأثیر مثبت بر رشد، میزان مواد مؤثره و اسانس گیاه دارویی اکلیل کوهی دارند.

خشک برگ و ساقه نسبت به تیمار شاهد (بدون کود) در نئاع فلقلی شد (۱۳) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارند. استفاده از ورمی کمپوست و نیتروکسین علاوه بر فراهم نمودن مقدار زیادی عناصر غذایی بخصوص نیتروژن، با تعدیل pH خاک جذب بسیاری از ریزمغذی‌ها مانند روی و آهن را، که در چرخه‌های فتوسنتزی و ساختمان سیتوکروم‌ها نقش دارند، افزایش می‌دهد. افزایش جذب این ریز مغذی‌ها که نقش اساسی در ساختار و تولید کلروفیل دارند سبب افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌شوند. در همین زمینه، در پژوهشی بر روی ریحان، گزارش شده که استفاده از نیتروکسین به همراه کود شیمیایی به واسطه افزایش میزان نیتروژن قابل جذب برای گیاه توسط باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن موجود در نیتروکسین سبب افزایش میزان کلروفیل می‌شود (۲۴). کاربرد کمپوست نیز موجب افزایش رشد، تولید برگ بیشتر، افزایش میزان کلروفیل a و b و در نتیجه آن افزایش سطح فتوسنتز در کدو شده که دلیل آن، افزایش جذب ازت توسط ریشه بیان شد (۲۱). همچنین در پژوهش حاضر، بهبود شرایط رشد گیاه تا حدی موجب افزایش میزان فلاونوئیدهای موجود در برگ شد که با نتایج حاصل از آزمایش دهقانی مشکانی (۸) مبنی بر افزایش میزان فلاونوئیدها با کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و سوپر نیتروپلاس در بابونه شیرازی مشابه می‌باشد.

منابع

- 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.
- Anwar M., Patra D. D., Chand S., Alpesh K., Naqvi A. A., and Khanuja S. P. S. 2005. Effects of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation and oil quality of French basil. *Communications in Soil Sciences and Plant Analysis*. 36: 1737-1746.
- Arancon N., Edwards C.A., Bierman P., Welch C and Metzger J.D., 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technology*. 93: 145-153.
- Carruba A., La Torre R., and Matranga A. 2002. Cultivation trials of some aromatic and medicinal plants in a semiarid Mediterranean environment. *Proceeding of an international conference on MAP. Acta Horticulture (ISHS)*. 576: 207-213.
- Chang CC., Yang M.H., Wen HM and Chern J.C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Food Drug Anal.* 10: 178 – 82.
- Croteau r., Burbott A.Y. and Lommis W.D. 1972. Biosynthesis of monoed sesquiterpenes in peppermint. *phytochemistry*. 11:2937-2948.
- Darzi M.T., Ghalavand A., and Rejali F. 2008. Effect of mycorrhiza, vermicompost and phosphate biofertilizer application on flowering, biological yield and root colonization in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Crop Sciences*. 10 (1):88-109.
- Dehghani moshkani M. R., Naghdi badi H., Darzi M.T., Mehrafarin A., Rezazadeh Sh., and Kadkhoda Z. 2011. Effect of biological and chemical fertilizers on yield and quality of Shirazi chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Journal of Medicinal Plants*. 10(2): 35-48.
- Ebrahimzadeh J. 1998. *Plant Physiology*. vol 1: 78-79.
- Khalesro Sh., Ghalavand A., Sefidkon F., and Asgharzadeh A. 2012. The effect of biological and organic inputs on quantity and quality of essential oil and some elements content of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 27(4): 551-560.
- Kokkini s., Karousou D., and Vokou D. 1994. Pattern of geographic variation of *organum Vulgari* trichumes and essential oil content in Greece. *Biochem syst Ecol*. 22: 517-528.
- Malakooti M. 1996. Sustainable agriculture and increase application performance optimization in Iran. *Publication of Agricultural Education*. 377-379.

- 13- Mehrafarin A., Nghdi badi H., Poorhadi M., Hadavi A., Ghavami N., and Kadkhoda Z. 2011. Phytochemical and field response of Peppermint (*Mentha piperita* L.) to use of bio-fertilizers and urea. *Journal of Medicinal Plants*. 10(4): 107-118.
- 14- Moradi R. 2009. Effects of biological and organic fertilizers on yield, yield components and the essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare*). MS Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.
- 15- Moradi R., Rezvani Moghaddam P., Nasiri Mahallati M., and Nezhadali A. 2011 . Effects of organic and biological fertilizers on fruit yield and essential oil of sweet fennel (*Foeniculum vulgare* var. dulce). *Spanish Journal of Agricultural Research*. 9(2):546-553.
- 16- Niakan M., Khavari nezhad R., and Rezai M. 2004. Effect of Different ratios of three fertilizer N, P, K on fresh weight and dry weight, leaf area and plant essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 20(2): 131-148.
- 17- Porra R., J., Thomposon W.A., and Kriedemann P.E. 1989. Determination of accurate extinction coefficients Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. *Photosynthesis Research*. 975: 384-394.
- 18- 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.
- 19- Saleh rastin N. 1998. Biofertilizers. *Journal of Water and Soil Sciences*. 12(3): 1-36.
- 20- Salehi A., Ghalavand A., Sefidkon F., and Asgharzade A. 2011. The effect of zeolite, PGPR and vermicompost application on N, P, K concentration, essential oil content and yield in organic cultivation of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 27(2):188-201.
- 21- Sedghi moghadam M., and Mirzai M. 2008. Effects of municipal solid waste compost on some quantitative and qualitative properties of pumpkin. *Proceedings of the Third National Congress of recycling and use of renewable resources in organic farming*. April. 2008.
- 22- Shah hoseini R., Omidbaigi R., and kiani D. 2012. Effect of Nitroxin and biosulfur bio-fertilizers and Super absorbent Polymers on growth, yield and quality of essential oil of basil herb. *Journal of Horticultural Science*. 26(3): 246-254.
- 23- Sharma A.K. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture Agrobios, India.300p.
- 24- Weisany W., Rahimzadeh S., and Sohrabi Y. 2012. Effect of biofertilizers on morphological, physiological characteristic and essential oil content in basil (*Ocimum basilicum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 28(1): 73-87.
- 25- Zargari A. 1997. *Medicinal Plants*. vol 4: 71-75.



بررسی نقش حفاظتی نیتریک اکسید در کاهش صدمات ناشی از تنش شوری در گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L. cv. Gitan Orange)

مریم جبارزاده^{۱*} - علی تهرانی فر^۲ - جعفر امیری^۳ - بهرام عابدی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۶

چکیده

شوری یکی از فاکتورهای مهم محیطی است که رشد و نمو گیاهان را تحت تاثیر قرار داده و تولید گیاهان را محدود می کند. سدیم نیترو پروسید (SNP) به طور معمول به عنوان ترکیب رها کننده نیتریک اکسید (NO) در گیاهان استفاده می شود. نیتریک اکسید رادیکال گازی نسبتاً پایداری است که در غلظت های پایین با ممانعت از تولید رادیکال های فعال اکسیژن مانع خسارت آن ها می گردد. این پژوهش به صورت فاکتوریل با طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار، تیمار کلرید سدیم در پنج سطح صفر (شاهد)، ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵ و ۱۰۰ میلی مولار و سدیم نیتروپروسید به صورت محلول پاشی برگی در چهار غلظت صفر (شاهد)، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی مولار انجام شد. بنابر نتایج بدست آمده در این پژوهش، تنش شوری باعث کاهش رشد رویشی گردید و با افزایش غلظت نمک، بیشتر ویژگی های مورفولوژیک گیاه تحت تاثیر منفی تنش قرار گرفتند. تنش شوری، نیز دارای اثرات منفی قابل توجهی بر ویژگی های فیزیولوژیکی بود به گونه ای که باعث کاهش کلروفیل شد و از طرفی باعث افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی، پرولین، قند محلول و نشت الکترولیت در گیاه گردید. تیمارهای مختلف سدیم نیتروپروسید توانست به طور معنی داری اثر منفی شوری به ویژه در سطوح پایین شوری بر گیاه را کاهش دهد. در بین غلظت های مختلف سدیم نیتروپروسید، غلظت ۰/۲۵ و ۰/۵ میلی مولار بر روی بهبود صفات مورفولوژیکی، غلظت های ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی مولار بر روی بهبود صفات فیزیولوژیکی و غلظت های ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی مولار بر روی بهبود صفات بیوشیمیایی موثر واقع شدند.

واژه های کلیدی: پرولین، گونه های فعال اکسیژن، سدیم نیتروپروسید، قند محلول

مقدمه

در برابر تنش شوری در گیاهان تجمع یون های فلزی ضروری مانند K^+ و قندهای محلول شامل ساکارز، فروکتوز، گلوکز، تراهالوز و رافینوز می باشد (۳۳). افزایش در غلظت ساکارز و سطح قندهای محلول در شرایط تنش شوری احتمالاً در سازگاری و ایجاد تحمل به شوری نقش دارد و از بین ترکیبات آلی مختلف، قندها بیش از ۵۰ درصد مجموع مواد تشکیل دهنده پتانسیل اسمزی را تشکیل می دهند (۱۷). اثر شوری در دیواره سلولی گیاهان با کاهش بزرگ شدن سلول های آن ها به دلیل از دست رفتن فشار تورگر مشخص می شود (۱۹). شوری با افزایش لیگنین (۷)، باعث ضخیم تر و سخت تر شدن دیواره گشته (۳۵) و در نتیجه با کاهش قابلیت ارتجاعی آن، بزرگ شدن سلول را دچار اختلال می نماید. در تنش شوری تولید گونه های فعال اکسیژن در محیط سلول، موجب ایجاد تنش ثانویه ای به نام تنش اکسیداتیو نیز می گردد (۱۱). دفاع آنتی اکسیدانی برای محافظت از یاخته ها در برابر تاثیرهای خطرناک گونه های اکسیژن فعال وارد عمل می شود. گیاهان سیستم های سلولی و زیر سلولی خود را از تاثیرهای

شوری، از مشکلات عمده در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است و برآوردها، حاکی از آن است که بیش از ۸۰۰ میلیون هکتار برابر با بیش از ۶ درصد زمین های جهان تحت تاثیر سطوح مختلف شوری هستند (۱۶). تنش شوری موجب کاهش پتانسیل اسمزی می شود. تنظیم اسمزی در گیاهان، یکی از مهم ترین راهکارهای اجتناب از تنش های خشکی در محیط های شور می باشد. افزایش پرولین، نشان دهنده نقش این اسید آمینه در تنظیم پتانسیل اسمزی به عنوان یک اسمولیت سازگار می باشد (۴). از راه های دیگر مقاومت

۱، ۲ و ۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(*)-نویسنده مسئول: Email: Jabbarzadehmaryam214@yahoo.com

۳-استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در گلخانه نهالستان سازمان پارک‌ها و فضای سبز ارومیه در تابستان ۱۳۹۲ به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. بذره‌های همیشه بهار *Calendula officinalis* cv. Gitan Orange ابتدا در سینی‌های کشت توپی کشت شدند و سپس در مرحله ۴ برگه به گلدان‌های سفالی حاوی محیط کشت شامل ۲ قسمت خاک مزرعه، ۱ قسمت ماسه و ۱ قسمت خاکبرگ منتقل گردیدند. پس از استقرار کامل گیاهان (در مرحله ۶-۴ برگ کامل) به منظور اعمال تنش شوری از نمک کلرید سدیم در پنج غلظت صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار به مدت ۱۴ روز استفاده شد. همچنین هفته‌ای یک بار، شستشوی کامل محیط ریشه گیاهان با آب مقطر انجام گرفت تا تغییرات EC و pH ناشی از تجمع نمک‌ها در بستر کاشت در اثر انجام عمل آشوبی به کمترین حد ممکن برسد. هم‌زمان با تیمار شوری، از ماده سدیم نیترو پروسید به عنوان منبع نیتریک اکسید در غلظت‌های صفر (شاهد)، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی‌مولار به صورت محلول پاشی برگه در دو مرحله (در زمان شروع تیمار شوری و ۹ روز بعد از اولین تیمار) استفاده شد. اندازه‌گیری داده‌ها ۱۴ روز بعد از اعمال تیمار شوری و نیتریک اکسید انجام شد. اندازه‌گیری سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (Leaf area meter AM 200) و تعداد برگ با شمارش دستی انجام گرفت. برای اندازه‌گیری نشت الکترولیت غشاء سلول‌های برگ به صورت درصد با روش لوتیس و همکاران (۲۶) با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$[EC_1/EC_2] \times 100 = \text{نشت الکترولیت غشاء برگ (درصد)}$$

برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی اکسیدانی و ارزیابی فعالیت خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد از روش DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) (۹) استفاده گردید. برای اندازه‌گیری کلروفیل a و b و کارتنوئید از روش دری و همکاران (۱۴) استفاده شد. سپس جذب فاز بالایی هر یک از نمونه‌های سانتریفیوژ شده، توسط اسپکتروفتومتر (Cecil 2502) در طول موج‌های ۶۵۳، ۶۶۶ و ۴۷۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری پروکلین و قندهای محلول، عصاره گیری از برگ از روش ایریگوئن و همکاران (۲۰) صورت گرفت. برای تعیین غلظت پروکلین، استانداردهایی از پروکلین از غلظت صفر تا ۰/۱ میکرومول بر میلی‌لیتر تهیه گردید و نهایتاً میزان جذب محلول‌های استاندارد و نمونه‌ها در طول موج ۵۱۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد (۵). برای اندازه‌گیری قندهای محلول، از روش ایریگوئن و همکاران (۲۰) استفاده شد و نهایتاً میزان جذب نمونه‌ها، در طول موج ۶۲۵ نانومتر، با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید.

نتایج حاصل به کمک نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل

گونه‌های اکسیژن فعال به وسیله آنزیم‌هایی از قبیل سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز، گلوتاتیون ردوکتاز، پلی فنل اکسیداز و آنتی اکسیدان‌های غیر آنزیمی نظیر آسکوربات و گلوتاتیون محافظت می‌کنند (۱). نیتریک اکسید (NO) یا مونوکسید نیتریک به صورت رادیکال آزاد گازی می‌باشد. این مولکول محتوی یک الکترون جفت نشده است. NO سرعت انتشار بالایی دارد و به صورت یک رادیکال چربی دوست می‌تواند در سراسر غشای سلولی منتشر شود و همچنین از طریق سیتوپلاسم با تعداد معینی از مولکول‌ها مانند پروتئین‌ها، لیپیدها، اسیدهای نوکلئیک و غیره واکنش دهد (۱۳). در گیاهان NO از منابع آنزیمی مثل نیتریک اکسید سینتاز، نیترات ردوکتاز، گزانتین اکسید ردوکتاز و گزانتین دی هیدروناز تولید می‌شود (۳۴). گزارش شده است که NO در جوانه‌زنی (۶)، رشد و تکثیر سلولی (۳۷)، بلوغ و پیری (۱۳) و حرکت روزنه‌ها (۳۱) نقش دارد. NO در پاسخ به تنش‌های زنده و غیر زنده از جمله تنش خشکی (۳۰)، تنش گرمایی (۴۲)، فلزات سنگین (۴۱) و اشعه UV (۳۹) دخیل می‌باشد. در شرایط شوری، کاربرد NO با کاهش آسیب‌های اکسیداتیوی (۴۹) و با تحریک فعالیت پمپ‌های پروتئینی و آنتی پورتر H^+ / Na^+ در غشاء تونوپلاست و اکوئل (۴۵ و ۴۸) و افزایش نسبت K^+ / Na^+ در سیتوزول (۳۴ و ۴۵) موجب افزایش تحمل به شوری می‌شود. فان و همکاران (۱۵) نشان دادند که کاربرد خارجی نیتریک اکسید در غلظت ۱۰۰ میکرومولار به طور معنی‌داری باعث کاهش صدمه شوری و نیز باعث افزایش رشد دانه‌های خیار شد. ژانگ و همکاران (۴۸) گزارش کردند، پیش تیمار ذرت با ۱۰۰ میکرومولار سدیم نیتروپروسید در شرایط تنش شوری باعث بهبود رشد، افزایش تجمع ماده خشک، میزان کلروفیل و کاهش نشت الکترولیت شد. سدیم نیتروپروسید باعث افزایش میزان کلروفیل در کاهو، سبب زمینی و آرابیدوپسیس شد (۶). کاربرد سدیم نیتروپروسید در دو رقم از گوجه فرنگی در شرایط تنش شوری نشان داد که نیتریک اکسید باعث افزایش شاخص‌های رشدی و قندهای محلول شد (۴۶). گیاه همیشه بهار *Calendula officinalis* L. گیاهی علفی، یکساله و بندرت دوساله با ساقه منشعب و سفت می‌باشد. همیشه بهار رشد سریعی دارد، به طوری که ۴۰-۵۰ روز بعد از سبز شدن به گل می‌نشیند. زمان گلدهی از اوایل خرداد ماه شروع و تا شروع فصل سرما ادامه دارد و به مدت ۷۰-۱۲۰ روز گل می‌دهد. بذرها این گیاه به صورت فندقه می‌باشد و اندازه آن از انتها به مرکز کاهش می‌یابد (۱۷). در این پژوهش، اثر تیمار سدیم نیتروپروسید به عنوان ترکیب رها کننده NO در تخفیف صدمات ناشی از تنش شوری در گیاه همیشه بهار مطالعه و مقایسه گردید.

آماري قرار گرفت و ميانگين داده‌ها با آزمون چند دامنه‌اي دانكن در سطح آماري پنج درصد مقايسه شد.

نتايج و بحث

نتايج مربوط به سطح برگ و تعداد برگ نشان داد بين غلظت هاي متفاوت شوري و همچنين سطوح مختلف نيتريك اكسيد اختلاف معني داري وجود دارد (جدول ۱). از سوي ديگر برهمكش شوري و نيتريك اكسيد نيز بر مقادير سطح برگ و تعداد برگ به ترتيب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معني دار بود. با افزايش شوري سطح برگ و تعداد برگ كم شد. بدين ترتيب، تيمار شوري ۱۰۰ ميلي مولار سطح برگ و تعداد برگ را در مقايسه با شاهد به ترتيب برابر ۶۶/۸۶ و ۶۷/۵۴ درصد کاهش داد (جدول ۱). کاربرد سديم نيتروپروسيده ۰/۲۵ و ۰/۵ ميلي مولار تا شوري ۵۰ ميلي مولار باعث افزايش سطح برگ و تعداد برگ شد، ولي از شوري ۵۰ ميلي مولار به ۷۵ و ۱۰۰ ميلي مولار کاربرد سديم نيتروپروسيده موثر واقع نشد. در شوري ۵۰ ميلي مولار ميزان کاهش سطح برگ ۴۱/۹۹ درصد در مقايسه با شاهد بود. با کاربرد سديم نيتروپروسيده به ميزان ۰/۲۵ و ۰/۵ ميلي مولار ميزان کاهش اين شاخص ۲۵/۹۴ و ۲۰/۸۲ درصد شد (جدول). در غلظت ۲۵ و ۵۰ ميلي مولار كلريد سديم، کاربرد سديم نيتروپروسيده به ميزان ۰/۲۵ و ۰/۵ ميلي مولار در مقايسه با شاهد تعداد برگ را به ترتيب (۱۱/۱۲، ۷/۶۹ درصد) و (۱۶/۲۵، ۱۴/۵۳ درصد) افزايش داد (جدول ۱). کاهش سطح برگ در اثر شوري يا در نتيجه کاهش تعداد برگ به علت کاهش فتوسنتز و يا کاهش اندازه برگ در اثر کاهش فشار تورژانس است (۳۶). افزايش سطح برگ توسط SNP از طريق نقش آن در تنظيم آنزيم هاي $D-\beta$ -گلوكوناز دروني و بيروني در ديواره سلولي است (۲ و ۴۴). آنزيم هاي $D-\beta$ -گلوكوناز در هيدروليز پيوندهاي گليكوزيدي بين واحدهاي گلوکز داخل ديواره سلول نقش دارند كه اين باعث شل شدن و افزايش توسعه پذيري سلول مي شود (۴۷). کاربرد NO باعث افزايش سطح برگ در گوجه فرنگي شد (۱۸). نتايج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد اثرهاي ساده شوري و نيتريك اكسيد و همچنين بر همكش دو تيمار مورد بررسي روي نشت الكتروليت به ترتيب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معني دار بود. بدون کاربرد سديم نيتروپروسيده در شوري ۱۰۰ ميلي مولار ميزان نشت الكتروليت ۲/۹۴ برابر در مقايسه با شاهد بود. با کاربرد سديم نيتروپروسيده به ميزان ۰/۲۵ و ۰/۵ ميلي مولار تا شوري ۵۰ ميلي مولار باعث کاهش نشت الكتروليت شد، اما با افزايش شوري (به ويژه در ۷۵ و ۱۰۰ ميلي مولار)، از تاثير اين تركيبات بر نشت الكتروليت غشا ياخته هاي برگ كاسته شد (جدول). تنش هاي محيطي از طريق ايجاد راديكال هاي آزاد اكسيژن در داخل سلول، موجب کاهش پايداري غشا و نشت مواد سيتوپلاسمي از آن

شده و افزايش نسبت هدايت الكتريكي قبل از اتوكلاو به بعد از آن را به دنبال دارد (۳). افزايش نشت الكتروليت غشاء در اثر شوري در هميشه بهار (۱۰) و گوجه فرنگي (۴۳) به اثبات رسيده است كه نتايج بدست آمده در اين پژوهش با آن ها همسويي دارد. همچنين کاربرد NO به همراه كلريد سديم در جو نيز باعث کاهش درصد نشت الكتروليت در مقايسه با کاربرد كلريد سديم به نهايي شد (۲۵). NO مي تواند باعث بهبود كشت سلول هاي ديواره، لايه فسفوليپيدي و فلاونويدهاي غشائي شود كه اين باعث بهتر شدن فرايندهاي غشايي و رشد بهتر گياه مي گردد (۲۴). نتايج نشان مي دهد كه اثر سطوح مختلف شوري و نيتريك اكسيد و اثر متقابل اين دو فاكتر بر غلظت قندهاي محلول در سطح يك درصد معني دار بود (جدول ۱). با افزايش شوري ميزان قندهاي محلول افزايش يافت. بيشترين ميزان قندهاي محلول در شوري ۱۰۰ ميلي مولار بدون کاربرد سديم نيتروپروسيده ۴/۱۶ برابر نسبت به شاهد مشاهده شد. کاربرد سديم نيتروپروسيده ۰/۵ و ۰/۷۵ ميلي مولار در سطوح شوري مختلف باعث افزايش ميزان قندهاي محلول شد به طوري كه اختلاف آماري معني داري بين تيمارها وجود نداشت. با کاربرد سديم نيتروپروسيده به ميزان ۰/۵ ميلي مولار در شوري ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ ميلي مولار به ترتيب ۴/۲۸، ۴/۰۱ و ۳/۶۹ برابر و در غلظت ۰/۷۵ ميلي مولار سديم نيتروپروسيده در شوري ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ ميلي مولار به ترتيب ۳/۵۴، ۳/۶۶ و ۳/۸۷ برابر در مقايسه با شاهد باعث افزايش ميزان قندهاي محلول شد. قندهاي محلول نقش مهمي در متابوليسم گياه دارند و به عنوان محافظ اسمزي از طريق تثبيت غشا سلولي و حفظ فشار تورژانس عمل مي كنند (۱۲). در سلول هاي گياهي مولكول هاي پليمري به مولكول هاي كوچك تر شكسته مي شوند به عنوان مثال نشاسته به ساكارز و سپس به مولكول هاي كوچك تري مانند گلوکز و فروكتوز تبديل مي شوند (۳۲). کاربرد نيتريك اكسيد به طور قابل توجهي قندهاي محلول را افزايش داد. نيتريك اكسيد باعث افزايش قندهاي محلول در بذرهاي گندم (۵۰) و گوجه فرنگي (۴۶) در تنش شوري مي شوند. با توجه به نتايج حاصل در جدول اثر سطوح مختلف شوري و نيتريك اكسيد و همچنين اثرهاي متقابل اين دو فاكتر بر ميزان كلروفيل a، كلروفيل b و كارتنوئيد از نظر آماري معني دار بودند. با افزايش شوري ميزان كلروفيل a و كلروفيل b کاهش يافت طوري كه كمترين ميزان كلروفيل a و كلروفيل b در تنش شوري ۱۰۰ ميلي مولار مشاهده شد. کاربرد سديم نيتروپروسيده بر روي ميزان كلروفيل a و كلروفيل b تا حدودي مثبت بود ولي در سطوح شوري بالا ضعيف عمل نمود. با کاربرد سديم نيتروپروسيده به ميزان ۰/۷۵ ميلي مولار در شوري ۵۰ ميلي مولار ميزان کاهش كلروفيل a به ۲۰/۲۲ درصد رسيد (جدول ۱). ميزان کاهش كلروفيل b در سطوح شوري ۵۰ ميلي مولار با کاربرد ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ ميلي مولار سديم

نیتروپروپوسید به ترتیب ۳۹/۶۷، ۴۰/۱۴ و ۲۷/۴۹ درصد در مقایسه با شاهد بود (جدول ۱). با افزایش تنش شوری میزان کارتنوئید هم افزایش یافت. با کاربرد ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی مولار سدیم نیتروپروپوسید در شوری ۱۰۰ میلی مولار میزان کاهش کارتنوئید به ترتیب ۲/۱۰ و ۲/۳۵ برابر در مقایسه با شاهد شد (جدول ۱). کلروفیل b و کلروفیل a کارتنوئیدها به عنوان رنگدانه های کمکی و حفاظتی از کلروفیل a واقع در فتوسیستم های کلروپلاست عمل کرده و در جذب و انتقال انرژی نورانی دریافتی به کلروفیل a نقش موثری دارد (۱).

جدول ۱- اثر سطوح مختلف کلرید سدیم و نیتریک اکسید بر روی صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی همیشه بهار رقم Gitan Orange

Table - Effect of different concentrations of NaCl and NO on morphological, physiological and biochemical traits of *Calendula officinalis* cv. Gitan Orange

ظرفیت آنتی اکسیدانی DPPH radical activity (%)	پرولین Proline (mg/gFW)	کارتنوئید Cartooned (μm/g FW)	کلروفیل b Chlorophyll b (μm/g FW)	کلروفیل a Chlorophyll a (μm/g FW)	قند محلول Soluble Sugar (mg/gFW)	نشت الکترولیت Ion electrolyte (%)	تعداد برگ Leaf number	سطح برگ Leaf area (cm ²)	نیتریک اکسید NO (mM)	کلرید سدیم NaCl (mM)
35.28 ^{gh}	72.59 ⁱ	2.53 ^{gh}	12.73 ^a	24.67 ^{ab}	0.813 ^{ij}	20.58 ^{hi}	39 ^a	36.15 ^a	0	0
33.23 ^{hi}	77.59 ⁱ	1.95 ^h	9.28 ^b	25.57 ^a	1.211 ^{h-j}	19.45 ⁱ	37.33 ^{ab}	33.57 ^{ab}	0.25	
41.72 ^{ef}	83.65 ⁱ	2.72 ^{gh}	10.28 ^{bc}	22.65 ^{a-c}	0.703 ^j	19.79 ⁱ	37 ^{ab}	34.62 ^a	0.5	
37.81 ^{fg}	93.52 ^{hi}	2.31 ^{gh}	11.14 ^b	23.50 ^{a-c}	0.877 ^{ij}	19.53 ⁱ	36 ^{ab}	32.01 ^{a-c}	0.75	
49.77 ^d	117.13 ^{gh}	2.91 ^{f-h}	8.87 ^{cd}	20.47 ^{b-d}	1.45 ^h	30.16 ^{fg}	30.33 ^{c-e}	25.17 ^{de}	0	25
46.33 ^{de}	186.81 ^{bc}	3.2 ^{fg}	7.51 ^d	19.66 ^{cd}	1.314 ^{hi}	24.16 ^{g-i}	34.66 ^{a-c}	28.13 ^{b-d}	0.25	
56.18 ^c	231.25 ^a	2.30 ^{gh}	9.08 ^{cd}	22.73 ^{a-c}	2.58 ^{d-f}	22.51 ^{hi}	36 ^{ab}	30.87 ^{a-c}	0.5	
55.04 ^c	142.32 ^{fg}	2.04 ^h	11.41 ^{ab}	23.67 ^{a-c}	1.994 ^g	28.17 ^{gh}	28 ^{de}	23.54 ^{d-f}	0.75	
59.43 ^{bc}	141.92 ^{fg}	4.39 ^{de}	5.04 ^e	15.16 ^{ef}	2.069 ^{fg}	39.81 ^e	27 ^e	20.97 ^{e-g}	0	50
61.75 ^b	204.52 ^b	3.96 ^{ef}	7.68 ^d	12.31 ^{f-h}	2.271 ^{e-g}	27.4 ^{gh}	32.66 ^{b-d}	26.77 ^{cd}	0.25	
75.13 ^a	244.99 ^a	3.23 ^{fg}	7.62 ^d	17.35 ^{de}	3.252 ^{a-c}	21.01 ^{hi}	33/33 ^{b-d}	28.62 ^{b-d}	0.5	
73.91 ^a	150.32 ^{ef}	2.97 ^{f-h}	9.23 ^c	19.68 ^{cd}	2.87 ^{b-d}	36.48 ^{ef}	28 ^{de}	19.60 ^{fg}	0.75	
31.04 ^{h-j}	155.72 ^{d-f}	5.83 ^{bc}	3.61 ^{e-h}	13.03 ^{e-g}	3.09 ^{a-d}	52.14 ^{b-d}	19 ^f	15.95 ^{gh}	0	75
29.92 ^{h-j}	181.25 ^{b-d}	6.91 ^{ab}	3.96 ^{e-g}	14.21 ^{e-g}	2.685 ^{c-e}	49.05 ^{cd}	17 ^{fg}	9.01 ^{ij}	0.25	
34.91 ^{gh}	184.39 ^{b-d}	7.49 ^a	4.18 ^{ef}	12.06 ^{f-h}	3.473 ^a	47.28 ^d	17.33 ^f	12.08 ^{hi}	0.5	
26.88 ^{jk}	160.99 ^{c-f}	6.64 ^{ab}	3.51 ^{e-h}	12.15 ^{f-h}	2.971 ^{a-d}	50.74 ^{b-d}	15 ^{f-h}	10.70 ^{h-j}	0.75	
28.87 ^{ij}	173.65 ^{c-e}	6.87 ^{ab}	3.25 ^{f-h}	8.08 ^{hi}	3.37 ^{ab}	60.52 ^a	12.66 ^{gh}	11.98 ^{hi}	0	100
23.02 ^k	169.39 ^{c-f}	7.06 ^{a-c}	2.51 ^{gh}	9.76 ^{g-i}	3.06 ^{a-d}	57.48 ^{ab}	10.33 ^h	6.5 ^{ij}	0.25	
33.56 ^{g-i}	168.79 ^{c-f}	5.32 ^{cd}	3.62 ^{e-h}	6.85 ⁱ	2.995 ^{a-d}	52.95 ^{b-d}	11.33 ^h	9.2 ^{ij}	0.5	
30.13 ^{h-j}	167.32 ^{c-f}	5.97 ^{bc}	2.02 ^h	7.81 ^{hi}	3.145 ^{a-d}	55.84 ^{a-c}	10.66 ^h	5.91 ^j	0.75	

حروف غیر مشترک در هر ستون نشان می دهد، از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد طبق آزمون چند دامنه ای دانکن اختلاف معنی داری وجود دارد.

Different letters in the same column indicate significant differences between treatments at <0.05 according to Duncan's multiple rang test.

شوری باعث شکسته شدن کلروپلاست‌ها و عدم پایداری ترکیب‌های رنگیزه پروتئینی و در نهایت کاهش میزان کلروفیل می‌گردد. در اثر شوری تشکیل پلاستیدهای جدید کلروفیل a و b کاهش یافته و نسبت کلروفیل a به کلروفیل b تغییر می‌یابد (۴۰). کلروفیل و پروکلین هر دو از پیش ماده مشترکی به نام گلوتامات سنتز می‌شوند، بنابراین می‌توان گفت افزایش سنتز پروکلین در شرایط تنش شوری منجر به کاهش سنتز کلروفیل می‌گردد به عبارتی دیگر کاهش میزان کلروفیل می‌تواند به دلیل تغییر متابولیسم نیتروژن در رابطه با ساخت ترکیب‌هایی نظیر پروکلین باشد که در تنظیم اسمزی به کار می‌روند. دوام فتوسنتز و حفظ کلروفیل برگ در شرایط تنش از جمله شاخص‌های فیزیولوژیکی تحمل به تنش است (۳۸). به نظر می‌رسد که اثر NO به واکنش آن با گونه فعال اکسیژن (ROS) برمی‌گردد، زیرا رادیکال‌های آزاد اکسیژن اصلی‌ترین عاملی هستند که در شرایط تنش باعث خسارت و شکستن رنگیزه‌های فتوسنتزی و پروتئین‌های ساختاری دستگاه فتوسنتزی می‌شوند (۲۲ و ۲۳). علاوه بر این، پروتئین‌هایی که در متابولیسم کلروفیل شرکت می‌کنند نیز می‌توانند هدف ROS ها قرار گرفته و تخریب شوند (۶). همچنین در برخی بررسی‌ها گزارش شده است که در حضور NO دسترسی گیاه به آهن بیشتر است و این نیز می‌تواند یکی از نقش‌های NO در حفظ محتوی کلروفیل گیاه باشد (۳۱). با توجه به نتایج جدول اثر سطوح مختلف شوری و نیتریک اکسید و اثر متقابل این دو فاکتور روی میزان پروکلین در سطح یک درصد معنی‌دار بود. تنش شوری باعث افزایش میزان پروکلین شد، اگر چه بین تیمارها اختلاف معنی‌دار نبود. کاربرد سدیم نیتروپروپوسید تا شوری ۵۰ میلی‌مولار باعث افزایش پروکلین شد ولی از شوری ۵۰ به ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار تاثیری نداشت به گونه‌ای که با تیمار شاهد در همین غلظت‌ها اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. سدیم نیتروپروپوسید ۰/۲۵ و ۰/۵ میلی‌مولار در شوری ۲۵ میلی‌مولار ۲/۵۷، ۳/۱۸ برابر و در شوری ۵۰ میلی‌مولار ۲/۸۱، ۳/۳۷ برابر باعث افزایش پروکلین شد و بیشترین تاثیر را بر روی میزان پروکلین داشت (جدول ۱). پروکلین دارای اثر مستقیم در ثبات بخشیدن به ماکرومولکول‌ها و لایه‌های هیدراسیون آن‌ها بوده و همچنین به علت خواص آنتی‌اکسیدانی خود یک عمل حفاظتی غیر مستقیم نیز بروز می‌دهد. نقش آنتی‌اکسیدانی پروکلین در توانایی آن برای غیرفعال کردن رادیکال‌های هیدروکسیل و

منابع

- 1-Agarwal S., and Pandey V. 2004. Antioxidant enzyme responses to NaCl stress in *Cassia angustifolia*. *Biologia Plantarum*, 48: 555-560.
- 2-An L., Liua Y., Zhang M., Chen T., and Wang X. 2005. Effects of nitric oxide on growth of maize seedling leaves in the presence or absence of ultraviolet-B radiation. *Journal of plant physiology*, 162:317-326.
- 3-Azari A., Modares Sanavi S.A.M., Askari H., Ghanati F., Naji A.M., and Alizadeh B. 2012. Effect of salt stress on

سایر ترکیبات دارای فعالیت بالا که تحت شرایط تنش تولید شده و در انتقال الکترون در کلروپلاست‌ها و میتوکندری‌ها اختلال ایجاد می‌کنند، تظاهر می‌یابد و از این طریق پروتئین‌ها و غشاها را در برابر آسیب محافظت می‌نماید (۸). افزایش تجمع پروکلین در شرایط شوری را می‌توان به کاهش میزان پروکلین اکسیداز نسبت داد که باعث تجزیه پروکلین می‌گردد همچنین افزایش در میزان ۵-کربوکسیلات سنتتاز (P5Cs) که سنتز پروکلین را افزایش می‌دهد، می‌تواند از دیگر دلایل افزایش میزان پروکلین باشد (۲۷). وو و همکاران گزارش کردند که کاربرد NO به همراه شوری باعث افزایش میزان پروکلین در گوجه‌فرنگی می‌شود (۴۶). با توجه به نتایج جدول اثرات شوری و نیتریک اکسید و نیز برهمکنش دو تیمار مورد بررسی بر روی درصد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. با افزایش تنش شوری تا ۵۰ میلی‌مولار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی افزایش یافت ولی بعد از آن کاهش یافت هر چند اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمار ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار وجود نداشت. بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار ۵۰ میلی‌مولار با کاربرد سدیم نیتروپروپوسید به میزان ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی‌مولار ۲/۱۲ و ۲/۰۹ برابر شاهد مشاهده شد (جدول ۱). فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های غیر آنزیمی با اندازه‌گیری میزان فعالیت مهار رادیکال DPPH انجام می‌گیرد (۲۱). شرایط تنش موجب تجمع گونه‌های اکسیژن فعال ROS در گیاهان می‌شود که باعث صدمات اکسیداتیو به چربی و پروتئین‌ها شده و باعث مرگ گیاه می‌شود (۲۸). NO به عنوان یک مولکول سیگنالی سیستم آنتی‌اکسیدانی سلول را فعال می‌کند و به طور مستقیم اکسیژن فعال را به پروکسی نیتريت تبدیل کرده و از سمیت آن به مراتب می‌کاهد در نتیجه آسیب سلولی را محدود می‌کند (۲۹). بنابراین، در مطالعه ما بر روی گیاه همیشه بهار تحت تنش شوری، به نظر می‌رسد که تیمارهای مختلف سدیم نیتروپروپوسید توانست به طور معنی‌داری اثر منفی شوری به ویژه در سطوح پایین شوری بر گیاهان را کاهش دهد. در اکثر موارد در بین غلظت‌های مختلف سدیم نیتروپروپوسید مورد استفاده غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ میلی‌مولار بر روی ویژگی‌های مورفولوژیکی، غلظت‌های ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی‌مولار بر روی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و غلظت‌های ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی‌مولار بر روی ویژگی‌های بیوشیمیایی موثر واقع شدند.

- morphological and physiological traits of two species of rapeseed (*Brassica napus* and *B. rapa*). Iranian Journal of Crop Sciences, 14(2):121-135. (in Persian with English abstract)
- 4-Bajji M., Lutts S., and Kinet J.M. 2001. Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars performing differently in arid conditions. Plant Science, 160: 669-681.
- 5-Bates L.S., Waldran R.P., and Teare I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water studies. Plant Soil, 39: 205-208.
- 6-Beligni M.V., Lamattina L. 2000. Nitric oxide stimulates seed germination and de-etiolation, and inhibits hypocotyl elongation, three light inducible responses in plants. Planta, 210:215-221.
- 7-Brayant J.P., Chapin F.S., and Klein D.R. 1983. Carbon nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. Oikos, 40: 357-368.
- 8-Bohnert H.J., and Jensen R.G. 1996. Strategies for engineering water stress tolerance in plants. Trends Biotechnol, 14: 89-97.
- 9-Celep E., Aydin A., Kirmizibekmez H., and Yesilada E. 2013. Appraisal of in vitro and in vivo antioxidant activity potential of cornelian cherry leaves. Food and Chemical Toxicology, 62: 448-455.
- 10-Chaparzadeh N., Amico M. D., Khavari-Nejad R., Izzo R., and Navari-Izzo F. 2004. Antioxidative responses of *Calendula officinalis* under salinity conditions. Plant Physiology and Biochemistry, 42: 695-701.
- 11-Chinnusamy V., Jagendorf A., and Zhu J.K. 2005. Understanding and improving salt tolerance in plants. Crop Sciences, 45: 437-448.
- 12-Coue'e I., Sulmon C., Gouesbet G., and Amrani A. 2006. Involvement of soluble sugars in reactive oxygen species balance and responses to oxidative stress in plants. Journal of Experimental Botany, 57:449-459.
- 13-Corpas F.J., Barroso J.B., Carreras A., Quiros M., Leo'n A.M., Romero- Puertas M.C., Esteban F.J., Valderrama R., Palma J.M., and Sandalio LM. 2004. Cellular and subcellular localization of endogenous nitric oxide in young and senescent pea plants. Plant Physiology, 136:2722-2733.
- 14-Dere S., Gines T. and Sivaci R. 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll- a, b and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. Turkish Journal of Botany, 22: 13-17.
- 15-Fan H., Guo S., Jiao Y., and Zhang R, Li. 2007. Effects of exogenous nitric oxide on growth, active oxygen species metabolism, and photosynthetic characteristics in cucumber seedlings under NaCl stress. Frontiers of Agriculture in China, 1:308-314.
- 16-FAO. 2011. FAO land and plant nutrition management service. Available at: <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush/>. Accessed 25 November 2011.
- 17-Geholt H. S., Purohit A., and Shekhawat N.S. 2005 Metabolic changes and protein patterns associated with adaptation to salinity in *Sesamun indicum* cultivars. Journal of Cell and Molecular Biology, 4: 31-39.
- 18-Hayat S., Yadav S., Wani A., Irfan M., and Ahmad A. 2011. Nitric Oxide Effects on Photosynthetic Rate, Growth, and Antioxidant Activity in Tomato, International Journal of Vegetable Science, 17: 333-348.
- 19-Iraki N.M., Bressan R.A., Hasegawa P.M. and Carpita N.C. 1989. Alteration of the Physical and Chemical Structure of the Primary Cell Wall of Growth-Limited Plant Cells Adapted to Osmotic Stress. Plant Physiology, 91: 39-47.
- 20-Irigoyen J.J., Emerich D.W., and Sa'nchez-D'iaz M. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiologia Plantarum, 84: 55-60.
- 21-Kang H. M. and Saltveit M.E. 2002. Effect of chilling on antioxidant enzymes and DPPH-radical scavenging activity of high- and low-vigour cucumber seedling radicles. Plant Cell Environment, 25: 1233-1238.
- 22-Kim J.H. and Lee C.H. 2005. In vivo deleterious effects specific to reactive oxygen species on photosystem II afterphotooxidative treatment of rice leaves. Plant Sciences, 168: 1115-1125.
- 23-Laspina N.V., Groppa M.D., Tomaro M L., and Benavides M.P. 2005. Nitric oxide protects sunflower leaves against Cd-induced oxidative stress. Plant Sciences, 169: 323-330.
- 24-Leshem Y.Y., and Hamaraty E. 1996. Plant aging: the emission of NO and ethylene and effect of NO-releasing compounds on growth of pea (*Pisum sativum* L.) foliage. Journal of Plant Physiology, 148, 258-263.
- 25-Li Q., Niud H., Yind J., Wanga M., Shaob H., Dengd D., Chend X., Rend J., and Li Y. 2008. Protective role of exogenous nitric oxide against oxidative-stress induced by salt stress in barley (*Hordeum vulgare*) . Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 65: 220-225.
- 26-Lutts S., Kinet J.M., and Bouharmont J. 1995. Changes in Plant response to NaCl during development of rice (*Oryza sativa* L.) varieties differing in salinity resistance. Journal of Experimental Botany, 46,1843-1852.
- 27-Misra N., and Saxena P. 2009. Effect of salicylic acid on proline metabolism in lentil grown nder salinity stress. Plant Science, 177: 181-188.
- 28-Molassiotis A., Sotiropoulos T., Tanou G., Diamantidis G., and Therios I. 2006. Boron-induced oxidative damage and antioxidant and nucleolytic responses in shoot tips culture of the apple rootstock EM9 (*Malus domestica* Borkh). Environmental and Experimental Botany, 56: 54-62.

- 29-Martinez G.R., Mascio P.D., Bonini M.G., Augusto O., Briviba K., and Sies H. 2000. Peroxynitrite does not decompose to singlet oxygen ($^1\text{O}_2$) and nitroxyl (NO^-). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97:10307–10312.
- 30-Nasibi F., and Kalantari K.M. 2009. Influence of nitric oxide in protection of tomato seedling against oxidative stress induced by osmotic stress. *Acta Physiologia Plantarum*, 31:1037–1044.
- 31-Neill S., Desikan R., Clarke A., and Hancock J.T. 2002 Nitric oxide is a novel component of abscisic acid signalling in stomatal guard cells. *Plant Physiology*, 128:13–16.
- 32-Pessarakli M. 1999: *Handbook of Plant and Crop Stress*. Second Edition. Marcel Dekker, Inc. New York. 545p.
- 33-Prabijot K.G., Arun D.S., Prabhjeet S., and Singh B. 2001. Effect of various abiotic stress on the grown in light and darkness. *Bulg. Journal of Plant Physiology*, 27: 72-84.
- 34-Qiao W., Xiao S., Yu L., and Fan L.M. 2009. Expression of a rice gene OsNOA1 re-establishes nitric oxide synthesis and stress-related gene expression for salt tolerance in Arabidopsis nitric oxide associated 1 mutant Atnoa1. *Environmental and Experimental Botany*, 65:90–98.
- 35-Radin J.W., and Ackerson, R.C. 1981. Water relations of cotton plants under nitrogen deficiency .II. Stomatal conductance, photosynthesis and abscisic acid. *Plant Physiology*, 67,115-119.
- 36-Rawson H.M., long M.j., and Munnus R. 1988. Growth and development in NaCl treated plant. *Journal of Plant Physiology*, 15:519-527.
- 37-Ribeiro E.A., Cunha F.Q., Tamashiro W.M.S.C., and Martins I.S. 1999. Growth phase-dependent subcellular localization of nitric oxide synthase in maize cells. *FEBS Letters*, 445:283–286.
- 38-Rosa-Ibara M.D.L., and Maiti R.K. 1995. Biochemical mechanism in glossary sorghum lines for resistance to salinity stress. *Plant Physiology*, 146:515-519.
- 39-Shi S.Y., Wang G., Wang Y.D., Zhang L.G., and Zhang L.X. 2005. Protective effect of nitric oxide against oxidative stress under ultraviolet-B radiation. *Nitric Oxide*, 13:1–9.
- 40-Singh A.K., and Dubey R.S. 1995. Changes in chlorophyll a and b contents and activities of photosystems 1 and 2 in rice seedlings induced by NaCl. *Photosynthetica*, 31: 489–499.
- 41-Singh H.P., Batish D.R., Kaur G., Arora K., and Kohli R.K. 2008 Nitric oxide (as sodium nitroprusside) supplementation ameliorates Cd toxicity in hydroponically grown wheat roots. *Environmental and Experimental Botany*, 63:158–167
- 42-Song L.L., Ding W., Zhao M.G., Sun B.T., and Zhang L.X. 2006. Nitric oxide protects against oxidative stress under heat stress in the calluses from two ecotypes of reed. *Plant Science*, 171:449–458.
- 43-Stevens J., Senaratna T., and Sivasithamparam K. 2006. Salicylic acid induces salinity tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Roma): associated changes in gas exchange, water relations and membrane stabilisation. *Plant Growth Regulation*, 49: 77–83.
- 44-Terasaki S., Sakurai N., Yamamoto R., Wada N., and Nevins D.J. 2001. Changes in cell wall polysaccharides of kiwifruit and the viscoelastic properties detected by laser Doppler method. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 70:572–580.
- 45-Wang H.H., Liang X.L., Wan Q., Wang X.M., and Bi Y.R. 2009. Ethylene and nitric oxide are involved in maintaining ion homeostasis in Arabidopsis callus under salt stress. *Planta*, 230:293–307.
- 46-Wu X., Zhu W., Zhang H., Ding H., and Zhang H. J. 2011. Exogenous nitric oxide protects against salt-induced oxidative stress in the leaves from two genotypes of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Acta Physiologiae Plantarum*, 33:1199-1209.
- 47-Zhang M., An L., Feng H., Chen T., Chen K., Liu Y., Tang H., Chang J., and Wang X. 2003. The cascade mechanisms of nitric oxide as a second messenger of ultraviolet-B in inhibiting mesocotyl elongations. *Photochemistry and Photobiology*, 77:219–225.
- 48-Zhang Y.Y., Wang L.L., Liu Y.L., Zhang Q., Wei Q.P., and Zhang W.H. 2006. Nitric oxide enhances salt tolerance in maize seedlings through increasing activities of proton-pump and Na^+/H^+ antiport in the tonoplast. *Planta*, 224:545–555.
- 49-Zhang Y., Han X., Chen X., Jin H., and Cui X. 2009. Exogenous nitric oxide on antioxidative system and ATPase activities from tomato seedlings under copper stress. *Scientia Horticulturae*, 123:217–223.
- 50-Zheng C.F., Dong J.G., Liu F.L., Dai T.B., Liu W.C., Jing Q., and Cao W.X. 2009. Exogenous nitric oxide improves seed germination in wheat against mitochondrial oxidative damage induced by high salinity. *Environmental and Experimental Botany*, 67:222–227.



بررسی تغییرات برخی خواص فیزیکی و شیمیایی میوه زیتون طی انبارمانی

روح اله منتقمی راد^۱ - ابراهیم احمدی^{۲*} - حسن ساریخانی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۶

چکیده

شرایط نگهداری محصول پس از برداشت و طول دوره انبارمانی فاکتورهای مهمی هستند که بر خواص کیفی محصولات شامل اسیدیته، مواد جامد محلول، ترکیبات فنلی و چگالی تاثیر بسزایی دارند. دانش کافی از خواص فیزیکی محصولات نیز در طراحی دستگاه‌ها، حمل و نقل و فرآوری محصول بسیار مهم می‌باشد. در این تحقیق دو نوع زیتون تلخ و شیرین شده با سود ۱/۵ درصد، جمع‌آوری و خواص فیزیکی آن‌ها (طول، عرض، ضخامت، قطر میانگین حسابی و هندسی، ضریب کرویت، جرم، حجم، چگالی و رطوبت اولیه) پیش از دوره انبارمانی مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس جهت بررسی طول دوره انبارمانی، زیتون شیرین شده در دو دما (دمای ۲۵ °C و یخچال با دمای ۴ °C) به مدت ۳ ماه نگهداری شد و در طول این مدت در فواصل زمانی ۱۰ روزه نمونه‌برداری انجام و میزان اسیدیته کل، مواد جامد محلول، ترکیبات فنلی و چگالی محصول اندازه‌گیری گردید. با انجام آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، تاثیر فاکتورهای مستقل دما و زمان انبارمانی بر چگالی و برخی ویژگی‌های شیمیایی میوه زیتون، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که زیتون شیرین شده با سود، از طول، عرض، ضخامت، جرم و حجم بیشتری نسبت به نوع تلخ برخوردار بود ولی در مقابل ضریب کرویت زیتون تلخ بیشتر از زیتون شیرین می‌باشد. همچنین با افزایش مدت زمان انبارمانی، چگالی زیتون شیرین افزایش و مواد جامد محلول و ترکیبات فنلی آن کاهش یافت. تغییرات اسیدیته زیتون طی دوره انبارمانی به صورت نوسانی بود و با افزایش دمای نگهداری از ۴ °C به ۲۵ °C مقدار چگالی و مواد جامد محلول افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته، ترکیبات فنلی، چگالی، مواد جامد محلول

فهرست نمادها Nomenclature		
واحد Unit	نماد Symbol	شرح Explanation
mm	L	طول Length
mm	W	عرض Width
mm	T	ضخامت Thickness
mm	D _a	قطر میانگین حسابی Arithmetic mean diameter
mm	D _g	قطر میانگین هندسی Geometric mean diameter
g	M	جرم میوه Fruit mass
g	M ₁	جرم میوه در هوا Fruit mass in air
g	M ₂	جرم بشر و آب Besher and water mass

جرم بشر، آب و میوه Beshher, water and fruit mass	M ₃	g
حجم زیتون Olive volume	V	cm ³
چگالی زیتون Olive density	ρ _o	g.cm ⁻³
چگالی آب Water density	ρ _w	g.cm ⁻³
اسیدیته کل Total acidity	C	mg gallic acid /100 ml
نرمالیتة سود NaOH normality	N	-
حجم سود NaOH volume	V _b	mL
وزن اکی‌والان Meq weight	E	-
حجم آب میوه Juice volume	V _j	mL

مقدمه

میوه زیتون با نام علمی *Olea europaea* متعلق به خانواده زیتون سانان می‌باشد. این میوه علاوه بر مواد معدنی گوناگونی از قبیل فسفر، پتاسیم، منیزیم، کلسیم، مس، آهن و ویتامین‌های A, B و C غنی از ترکیبات فنلی است و از جمله منابع مهم غذایی مورد نیاز انسان محسوب می‌شود. زیتون تازه به دلیل داشتن مواد شبه قلیایی، تلخ می‌باشد به همین منظور جهت تلخ‌زدایی، میوه‌ها را در سود (NaOH) با غلظت ۱/۵ تا ۳ درصد به مدت ۲ تا ۶ ساعت قرار داده و سپس با آب شستشو می‌دهند (۱۱). میوه زیتون در صنایع غذایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و به طور عمده برای تولید روغن خوراکی و مصرف کنسروی استفاده می‌شود. از میان ارقام زیتون معمولاً ارقام ماری و فیشمی با رنگ سبز روشن، برای کنسروسازی و ارقام رسیده زرد و روغنی برای روغن‌کشی به کار گرفته می‌شوند (۱۹). شرایط نامناسب نگهداری زیتون در زمان پس از برداشت، منجر به تغییر در طعم، مزه و خواص کیفی میوه و روغن استخراج شده از آن می‌شود. با توجه به افزایش سطح زیر کشت در سال‌های اخیر، زیتون یکی از محصولات مهم کشور می‌باشد که محصول فرآوری شده آن قابلیت انبارمانی زیادی دارد. بنابراین رعایت مسائل مختلف موثر بر کیفیت میوه از جمله شرایط آب و هوایی، روش برداشت، زمان مناسب برداشت، دمای نگهداری و مدت زمان انبارمانی در حفظ کیفیت زیتون و کاهش ضایعات، بسیار موثر خواهد بود. انبارمانی به

مدت طولانی با تغییرات چگالی، رطوبت، اسیدیته، مواد جامد محلول و ترکیبات فنلی محصول همراه است. میزان مواد جامد محلول شاخص مهم کیفی است که رابطه مستقیمی با کیفیت و رسیدگی میوه دارد (۱۳). علاوه بر این وجود ترکیبات فنلی، میزان جذب فنل و تغییر آن در محصول بر اثر فعالیت آنزیم اکسید پلی‌فنل موجب تغییراتی در رنگ می‌شود (۱۶). شکل، اندازه، قطر میانگین حسابی و هندسی، جرم، حجم، چگالی، و ضریب کرویت، بعضی از خواص فیزیکی محصولات هستند که در بسیاری از مسائل مربوط به طراحی دستگاه‌ها یا آنالیز رفتار ماده در حمل و نقل و جابجایی بسیار مهم می‌باشند. ابعاد فیزیکی میوه‌ها و غلات بر اساس سه بعد مختلف آن‌ها تعیین می‌شود. این سه بعد شامل طول، عرض، ضخامت می‌باشد. برای اندازه‌گیری ابعاد میوه‌ها معمولاً از کولیس یا میکرومتر استفاده می‌شود. بدین صورت که تعدادی میوه را به صورت تصادفی انتخاب و سپس ابعاد آن‌ها را در سه جهت عمود بر هم اندازه‌گیری می‌کنند و میانگین داده‌ها به صورت طول، عرض و ضخامت گزارش می‌شود. برای اندازه‌گیری چگالی میوه‌ها نیز بر اساس خاصیت ارشمیدسی یا شناوری، از روش معمول ترازوی کفه‌ای استفاده می‌شود (۱۲).

علی‌رغم مطالعات گسترده در زمینه خواص کیفی محصولات کشاورزی، پژوهش‌های انجام شده در کشورهای زیتون خیز جهان روی ویژگی‌های زیتون و خواص فیزیکی و شیمیایی آن اندک می‌باشد. گونر و کیلیچیکان (۹) خواص فیزیکی و مکانیکی رقم Gemlic زیتون و هسته آن را در ترکیه با استفاده از دستگاه تست مواد بیولوژیک تحت بارگذاری فشاری مطالعه نمودند. حزبای و همکاران (۶) برخی خواص فیزیکی و مکانیکی میوه و هسته زیتون را بررسی کردند. لواسانی و همکاران (۱۰) تاثیر اندازه و مدت زمان پس از برداشت بر خواص فیزیکی ارقام متداول زیتون در رودبار را مطالعه

۱ و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده

کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

(Email: eahmadi@basu.ac.ir)

*-نویسنده مسئول:

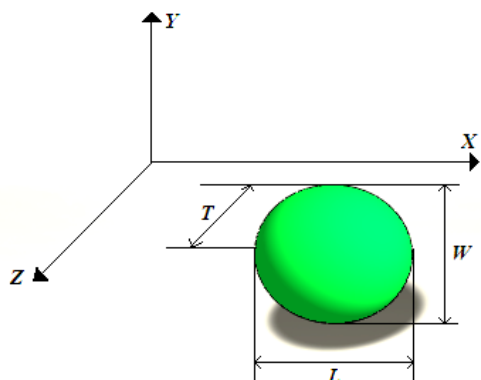
۳-دانشیار گروه مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

و ضریب کرویت (ϕ) آن‌ها با استفاده از روابط (۱) تا (۳) محاسبه شد (۱۲).

$$D_a = \frac{L + W + T}{3} \quad (۱)$$

$$D_g = \sqrt[3]{LWT} \quad (۲)$$

$$\phi = \frac{\sqrt[3]{LWT}}{L} \quad (۳)$$



شکل ۱- طرح کلی از ابعاد اصلی زیتون

Figure 1- General plan of the olive main dimensions

جرم هر یک از نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی (Lutron GM-300 P) با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. برای محاسبه حجم و چگالی هر دانه زیتون نیز از روش ترازوی کفه‌ای استفاده گردید، به این صورت که یک بشر استوانه‌ای روی ترازو قرار داده شد و تا ارتفاع معینی آب درون آن ریخته شد و توزین گردید، سپس میوه زیتون در آب غوطه‌ور شد و با استفاده از روابط (۴) و (۵)، حجم و چگالی هر دانه زیتون بدست آمد.

$$V = \frac{M_3 - M_2}{\rho_w} \quad (۴)$$

$$\rho_o = \frac{M_1}{V} \quad (۵)$$

که در آن V حجم هر دانه زیتون (cm^3)، M_1 جرم محصول در هوای آزاد (gr)، M_2 جرم بشر و آب (gr)، M_3 جرم بشر، آب و محصول (gr)، ρ_o چگالی هر دانه زیتون (gr.cm^{-3}) و ρ_w چگالی آب (gr.cm^{-3}) است که برابر با ۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب در نظر گرفته شد. برای تعیین درصد رطوبت نمونه‌ها بر پایه تر در قبل از دوره انبارمانی، ۲۰ گرم از میوه زیتون را توزین و در دمای 105°C در آون به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد تا خشک شود و با استفاده از فرمول مربوطه درصد رطوبت آن محاسبه گردید (۱).

صفات شیمیایی روی زیتون شیرین شده با سود ۱/۵ درصد، در دو

کردند. قمری و همکاران (۵)، برخی از خواص فیزیکی (ابعاد، قطر هندسی، کرویت) برای دو گونه زیتون زرد و روغنی را مشخص کردند. زارع و همکاران (۲۰) خواص فیزیکی، مکانیکی و آیرودینامیکی زیتون را مورد ارزیابی قرار دادند. پیگا و همکاران (۱۴) مقدار فنل، pH و درصد ماده خشک زیتون‌های سیاه در محلول آب-نمک را طبق روش بی‌هوازی بررسی کردند. درتاگلو و همکاران (۴) تاثیر انبارداری تحت کنترل اتمسفر را بر خواص کیفی زیتون‌های سبز شامل آنتوسیانین، ترکیبات فنلی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ویژگی‌های حسی مطالعه نمودند.

پژوهش حاضر به منظور بررسی تاثیر دمای نگهداری و مدت زمان انبارمانی بر خواص کیفی میوه زیتون انجام شد. تعیین خواص فیزیکی دو نوع زیتون تلخ و فراوری شده (شیرین شده) در قبل از دوره انبارمانی و ارائه روابط رگرسیونی متناسب با آن و بررسی روند تغییرات چگالی، خواص شیمیایی (اسیدیته، مواد جامد محلول و ترکیبات فنلی) زیتون شیرین شده در شرایط مختلف نگهداری و فواصل زمانی مشخص، از جمله اهداف این تحقیق می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش رقم سازگار و غالب منطقه طارم شهرستان رودبار (زیتون ماری) و از نوع سبز کنسروی مورد بررسی قرار گرفت. عملیات اجرای طرح در مهرماه ۱۳۹۲ و در آزمایشگاه خواص مکانیکی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان انجام گرفت. نمونه‌های مورد استفاده شامل زیتون تلخ و شیرین شده با سود ۱/۵ درصد بود. جهت تلخ‌زدایی، زیتون‌ها را در محلول سود (NaOH) با غلظت ۱/۵ درصد به مدت ۶ ساعت قرار داده و زمانی که سود در ۱/۲ تا ۳/۴ میوه نفوذ کرد، میوه‌ها را با آب شستشو داده تا سود اضافی آن‌ها حذف گردد و میوه شیرین شود. به منظور بررسی شرایط مختلف نگهداری پس از برداشت و تغییرات کیفی حاصل در زمان انبارمانی، نمونه‌های شیرین شده در ظروف پلاستیکی دربسته حاوی محلول آب-نمک با غلظت ۶ درصد جمع‌آوری و در دو محیط مختلف شامل شرایط محیطی (دمای 25°C) و یخچال با دمای 4°C نگهداری شد. در ابتدا خواص فیزیکی دو نوع زیتون شامل طول، عرض، ضخامت، قطر میانگین حسابی و هندسی، ضریب کرویت، جرم، چگالی و رطوبت اولیه پیش از دوره انبارمانی مورد بررسی قرار گرفت، سپس مقدار چگالی، اسیدیته، مواد جامد محلول و ترکیبات فنلی زیتون شیرین شده با سود، پس از دوره انبارمانی اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری ابعاد اصلی (طول L ، عرض W و ضخامت T) میوه زیتون، از هر نوع ۸۰ نمونه به صورت تصادفی انتخاب گردید و با استفاده از کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر مورد ارزیابی قرار گرفت، سپس قطر میانگین حسابی (D_a)، قطر میانگین هندسی (D_g)

جدول ۱، آورده شده است. مقادیر میانگین ابعاد اصلی (طول L، عرض W و ضخامت T) برای زیتون شیرین، به ترتیب و به میزان ۹/۷۲، ۱/۳۴ و ۱/۱۱ درصد بیشتر از نوع تلخ بود. علاوه بر این، مقایسه مقادیر میانگین جرم و حجم زیتون تلخ و شیرین نشان داد که زیتون شیرین به میزان ۰/۴۱ gT و ۰/۳۸ cm³ از جرم و حجم بیشتری برخوردار بود. نفوذ سود و جذب آن در زیتون و روش فرآوری محصول را می‌توان از جمله دلایل این افزایش دانست. نظر به اینکه مقدار ضریب کرویت زیتون تلخ بیشتر از زیتون شیرین بوده، می‌توان نتیجه گرفت که میوه زیتون پس از فرآوری، از حالت شبه کره درآمده و کشیده‌تر می‌شود. میانگین چگالی و رطوبت اولیه نمونه‌های تلخ و شیرین تفاوت چندانی با هم نداشت و تقریباً مشابه هم بود. در بین ۸۰ نمونه مورد آزمایش از هر نوع زیتون، بیشترین دامنه تغییرات خواص فیزیکی شامل عرض، ضخامت، قطر میانگین حسابی، قطر میانگین هندسی، جرم و حجم برای زیتون شیرین بدست آمد و بیشترین دامنه تغییرات طول، ضریب کرویت و چگالی نیز به زیتون تلخ اختصاص یافت.

روابط رگرسیونی بین برخی از خواص فیزیکی شامل ابعاد (طول L، عرض W و ضخامت T)، جرم و حجم برای زیتون تلخ و شیرین شده به ترتیب در جداول ۲ و ۳، نشان داده شده است. با توجه به این جداول می‌توان نتیجه گرفت که با دقت بالایی جرم و حجم میوه بر اساس ابعاد اصلی آن قابل تخمین می‌باشد، همچنین با داشتن حجم میوه، می‌توان جرم آن را به راحتی پیش‌بینی کرد. مقایسه ضرایب همبستگی در روابط رگرسیونی برای زیتون تلخ و شیرین شده با سود، نشان داد که تخمین حجم میوه بر اساس ابعاد آن در زیتون شیرین با ضریب همبستگی بالای ۹۹ درصد و دقت بیشتری نسبت به نوع تلخ همراه است در حالی که پیش‌بینی جرم میوه بر اساس ابعاد و نیز بر اساس حجم آن برای زیتون تلخ در مقایسه با زیتون شیرین دقیق‌تر بود. به طور کلی تخمین حجم میوه بر اساس ابعاد آن در هر نوع زیتون با ضریب همبستگی بزرگ‌تر از ۹۵ درصد نشان دهنده دقیق‌تر بودن این رابطه رگرسیونی نسبت به روابط دیگر می‌باشد، نتایج بدست آمده از این روابط در بسیاری از موارد از جمله طراحی دستگاه‌ها و خطوط فرآوری محصول، حمل و نقل، سورتنینگ و مسائل مربوط به پردازش تصویر کاربرد زیادی دارد.

نتایج تجزیه واریانس تغییرات چگالی زیتون شیرین طی دوره انبارمانی، در جدول ۴، به خوبی نمایان است. این نتایج نشان داد که اثرهای اصلی دما، زمان نگهداری و اثر متقابل دما × زمان نگهداری در سطح احتمال ۱ درصد بر چگالی محصول معنی‌دار شد.

دمای نگهداری و در فواصل زمانی ۱۰ روزه به مدت ۳ ماه انجام شد. برای بررسی تغییرات هر یک از صفات طی انبارمانی، ۳ تکرار در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری میزان اسیدیته کل^۱ (TA)، یک میلی‌لیتر آب میوه داخل ارلن ریخته شد و مقدار ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید. اسیدیته قابل تیتراسیون با استفاده از سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH نهایی ۰/۱ ± ۸/۱ تیتر شد. برای محاسبه مقدار اسیدیته کل از رابطه (۶) استفاده گردید.

$$C = \left(\frac{N \cdot V_b \cdot E}{V_j} \right) \times 100 \times 0.001 \quad (6)$$

که در آن C اسیدیته کل بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه، N نرمالیه سود مصرفی، V_b حجم سود مصرفی (mL)، E وزن اکی‌والان اسید گالیک (۴۵) و V_j حجم نمونه آب میوه (mL) می‌باشد.

میزان مواد جامد محلول^۲ (TSS) با استفاده از دستگاه رفاکتومتر دستی (مدل N1، ساخت شرکت آتاگو، ژاپن) در دمای اتاق تعیین گردید و مقدار آن بر حسب درصد بریکس بیان شد. برای اندازه‌گیری ترکیبات فنلی کل از معرف فولین - سیکالت^۳ استفاده گردید (۱۸). بدین منظور مقدار ۰/۵ گرم نمونه در داخل هاون در حضور ۳ میلی‌لیتر متانول ۸۵ درصد له، و پس از صاف کردن با کاغذ صافی، ۳۰۰ میکرولیتر برداشته شد و به آن ۱۲۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷ درصد افزوده شد و پس از ۹۰ دقیقه تکان دادن روی شیکر با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه در دمای اتاق و در شرایط تاریکی، جذب نمونه در طول موج ۷۶۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل کری ۱۰۰، ساخت شرکت واریان، آمریکا) تعیین گردید و مجموع فنل به صورت میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم وزن تازه گزارش شد.

برای آنالیز و تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از آزمون‌های شیمیایی و تغییرات چگالی طی انبارمانی، نرمال سازی داده‌ها با استفاده از نرم افزار 14 Minitab انجام شد، سپس به کمک نرم افزار SPSS 20 و با استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی تاثیر فاکتورهای مستقل دما و مدت زمان انبارمانی بر میزان اسیدیته، مواد جامد محلول، ترکیبات فنلی و چگالی محصول، مورد ارزیابی آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج آماری برای خواص فیزیکی

مقادیر میانگین و انحراف معیار خواص فیزیکی دو نوع زیتون در

- 1-Total acidity
- 2-Total soluble solids
- 3- Folin-ciocalteu methodology

جدول ۱- مقادیر میانگین و انحراف معیار خواص فیزیکی دو نوع زیتون تلخ و شیرین شده (فرآوری شده)

Table 1- The mean and standard deviation of the physical properties for two types of olives, bitter and sweet

خواص فیزیکی Physical properties	زیتون تلخ Bitter olive	زیتون شیرین Sweet olive
طول Length (mm)	20.26 ± 1.46	22.23 ± 1.45
عرض Width (mm)	17.15 ± 1.26	17.38 ± 1.31
ضخامت Thickness (mm)	17.00 ± 1.26	17.19 ± 1.27
قطر میانگین حسابی Arithmetic mean diameter (mm)	18.14 ± 1.16	18.93 ± 1.23
قطر میانگین هندسی Geometric mean diameter (mm)	18.01 ± 1.15	18.74 ± 1.23
ضریب کروییت coefficient Sphericity	0.89 ± 0.03	0.84 ± 0.03
جرم Mass (g)	3.63 ± 0.72	4.04 ± 0.77
حجم Volume (cm ³)	3.13 ± 0.67	3.51 ± 0.71
چگالی Density (g.cm ⁻³)	1.16 ± 0.056	1.15 ± 0.05
رطوبت اولیه primal wet (%)	61.32 ± 1.23	61.04 ± 1.25

جدول ۲- روابط رگرسیون خطی بین خواص فیزیکی در زیتون تلخ

Table 2- Linear regression relations between physical properties for bitter olive

رگرسیون خطی برای زیتون تلخ Linear regression for bitter olive	R ²
M = 0.172 L + 0.073 W + 0.335 T - 6.788	0.944
M = 1.046 V + 0.362	0.962
V = 0.146 L + 0.055 W + 0.351 T - 6.744	0.987

جدول ۳- روابط رگرسیون خطی بین خواص فیزیکی در زیتون شیرین

Table 3- Linear regression relations between physical properties for sweet olive

رگرسیون خطی برای زیتون شیرین Linear regression for sweet olive	R ²
M = 0.156 L + 0.308 W + 0.140 T - 7.183	0.937
M = 1.057 V + 0.325	0.946
V = 0.141 L + 0.228 W + 0.205 T - 7.120	0.993

جدول ۴- تجزیه واریانس چگالی زیتون شیرین طی دوره انبارمانی

Table 4- Analysis of variance for density of sweet olive during storage

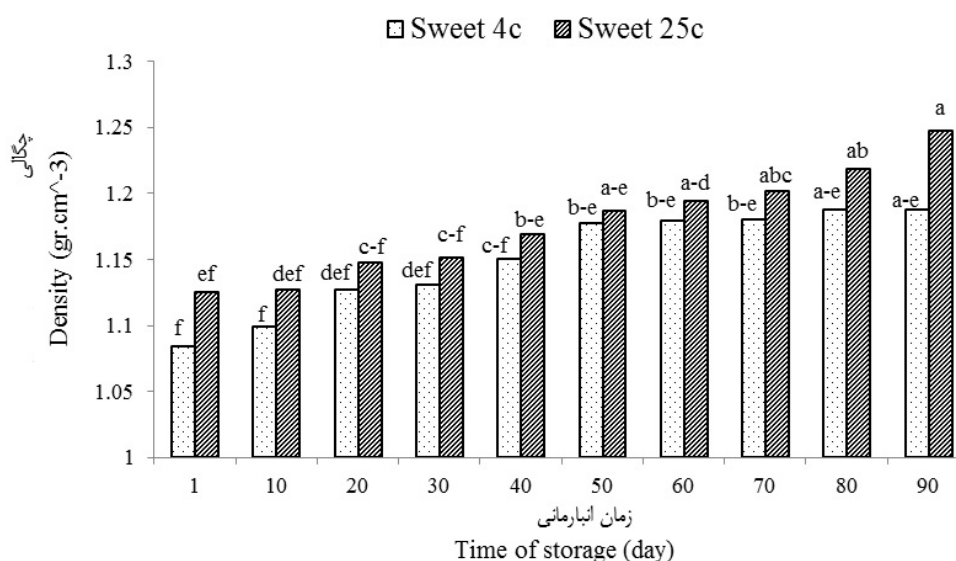
منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Mean squares
دما Temperature	1	0.035**
زمان Time	9	0.017**
دما × زمان Temperature × Time	9	0.013**
خطا Error	180	0.004

** در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار است

** Significant at 1% of probability level

داری، سطح رطوبت محصول کاهش یافته که منجر به کاهش حجم محصول و به تبع آن افزایش چگالی می‌شود (۱۷). روند تغییرات چگالی زیتون در دو دمای نگهداری به گونه‌ای بود که نمونه‌های قرار گرفته در دمای 25°C نسبت به نمونه‌های مشابه در دمای 4°C ، از چگالی بیشتری به میزان متوسط $2/29$ درصد برخوردار بودند. کمتر بودن رطوبت محیط نسبت به داخل یخچال و تبخیر سطحی آب را می‌توان از جمله دلایل چگالی بیشتر نمونه‌های زیتون در شرایط محیطی دانست.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در طول دوره انبارمانی مقدار چگالی افزایش یافته است (شکل ۲). سیر صعودی چگالی در ماه سوم انبارمانی سریع‌تر از ماه‌های دیگر بود و بیشترین مقدار آن برای زیتون شیرین در دمای 25°C و در روز نودم، با افزایش $0/122 \text{ gr.cm}^{-3}$ نسبت به روز اول بدست آمد. این نتیجه با نتایج لواسانی و همکاران (۱۰) مطابقت دارد. آن‌ها با نگهداری زیتون روغنی به مدت ۸ روز پس از برداشت نتیجه گرفتند که حجم زیتون نسبت به زمان برداشت، کاهش ولی میزان چگالی افزایش یافت. در واقع با افزایش زمان نگه-



شکل ۲- اثر متقابل دما × زمان انبارمانی بر چگالی زیتون شیرین

Figure 2- Interaction effects of temperature and time of storage on sweet olive density

میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار نیستند

Means with the same letters are not significantly different

نسبت به روز اول، در روزهای هشتادم و نودم بدست آمد. کاهش شدید اسیدیته در ماه‌های دوم و سوم انبارمانی، ناشی از بلوغ و رسیدگی میوه می‌باشد. اسیدهای آلی یک منبع انرژی هستند که در هنگام رسیدن میوه با افزایش سوخت و ساز مصرف می‌شوند (۱۵). این نتیجه با نتایج چراغی دهدزی (۳) و حیدری و همکاران (۷) مطابقت دارد، آن‌ها به ترتیب روند تغییرات اسیدیته در خرما، کبکاب و میوه انبه را طی انبارمانی به صورت نوسانی گزارش کردند. همان طور که در شکل‌های ۴ و ۵، مشاهده می‌شود با افزایش مدت زمان انبارمانی، مقدار فنل میوه و مواد جامد محلول به طور معنی‌داری کاهش یافت، با این تفاوت که میزان افت فنل با شیب تندتری نسبت به مواد جامد محلول همراه بود. در اثر فرایند تنفس محصول طی انبارمانی و به علت مصرف قندهای ساده، میزان مواد جامد محلول کاهش یافت. افت در ترکیبات فنلی نیز به واسطه نفوذ فنل از گوشت زیتون به درون محلول آب - نمک می‌باشد (۱۴).

ویژگی‌های شیمیایی

نتایج تجزیه واریانس خواص شیمیایی زیتون شیرین شده طی انبارمانی در جدول ۵، نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود اثرهای اصلی دما، زمان نگهداری و اثر متقابل دما × زمان نگهداری بر میزان مواد جامد محلول (TSS)، در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. نتایج تجزیه واریانس اسیدیته (TA) و ترکیبات فنلی نشان داد که اثر زمان نگهداری بر میزان اسیدیته در سطح احتمال ۵ درصد و بر مقدار ترکیبات فنلی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد و اثرات دیگر معنی‌دار نبود.

نتایج مقایسه میانگین اسیدیته، ترکیبات فنلی و مواد جامد محلول به ترتیب در شکل‌های ۳، ۴ و ۵، نشان داده شده است. با توجه به شکل ۳، می‌توان دریافت که اسیدیته زیتون در دوره انبارمانی تغییرات نوسانی داشته است به نحوی که بیشترین مقدار اسیدیته با افزایش $0/03$ درصد در روز بیستم و کمترین مقدار آن با کاهش $0/09$ درصد

جدول ۵- تجزیه واریانس خواص شیمیایی زیتون شیرین

Table 5- Analysis of variance for chemical properties of sweet olive

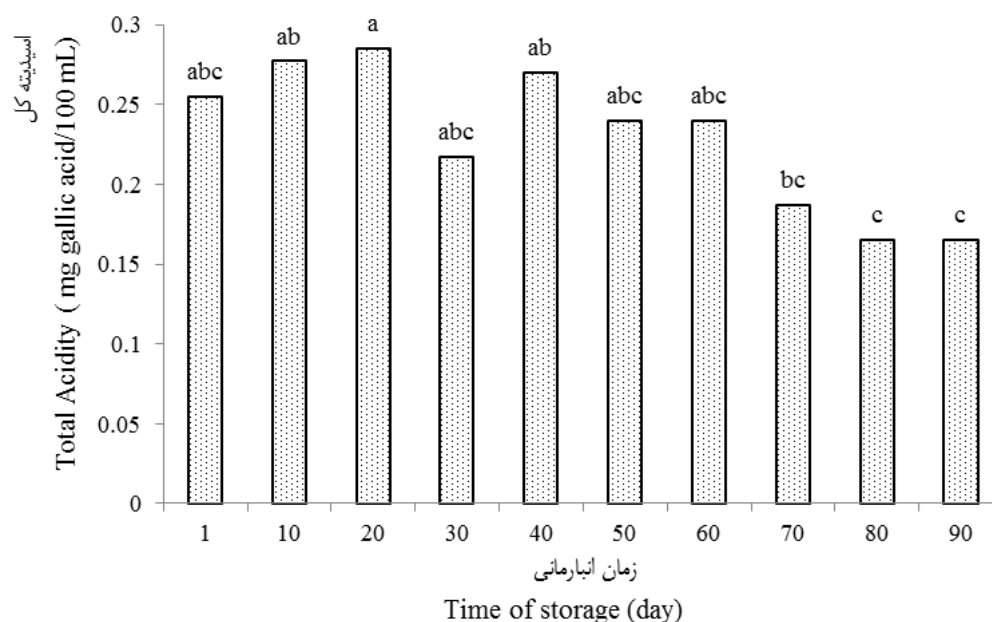
منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Mean squares		
		اسیدیته کل Total acidity	مواد جامد محلول Total soluble solids	فنل کل Total phenol
دما Temperature	1	0.004 ^{ns}	10.584 ^{**}	3.382 ^{ns}
زمان Time	9	0.120 [*]	9.565 ^{**}	100.644 ^{**}
دما × زمان Temperature × Time	9	0.001 ^{ns}	1.353 ^{**}	0.337 ^{ns}
خطا Error	40	0.005	0.133	5.453

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

ns, *, ** and ns: Significant at 1%, 5% of probability levels and not significant, respectively

نشان داد که مقدار این پارامتر برای زیتون‌های نگهداری شده در دمای ۲۵ °C به میزان ۰/۰۶-۲/۱۳ درصد بیشتر از زیتون‌های مشابه در دمای ۴ °C بود. نرم شدن سلول‌های بافت میوه، بلوغ و رسیدگی سریع‌تر و فعالیت‌های بیشتر متابولیسمی در دمای ۲۵ °C نسبت به دمای ۴ °C را می‌توان از جمله دلایل این امر دانست. با افزایش دمای نگهداری، آهنگ تنفس محصول و میزان مصرف قندهای ساده، کاهش یافت و این عامل سبب افزایش نسبی مواد جامد محلول زیتون‌ها در شرایط محیطی می‌باشد.

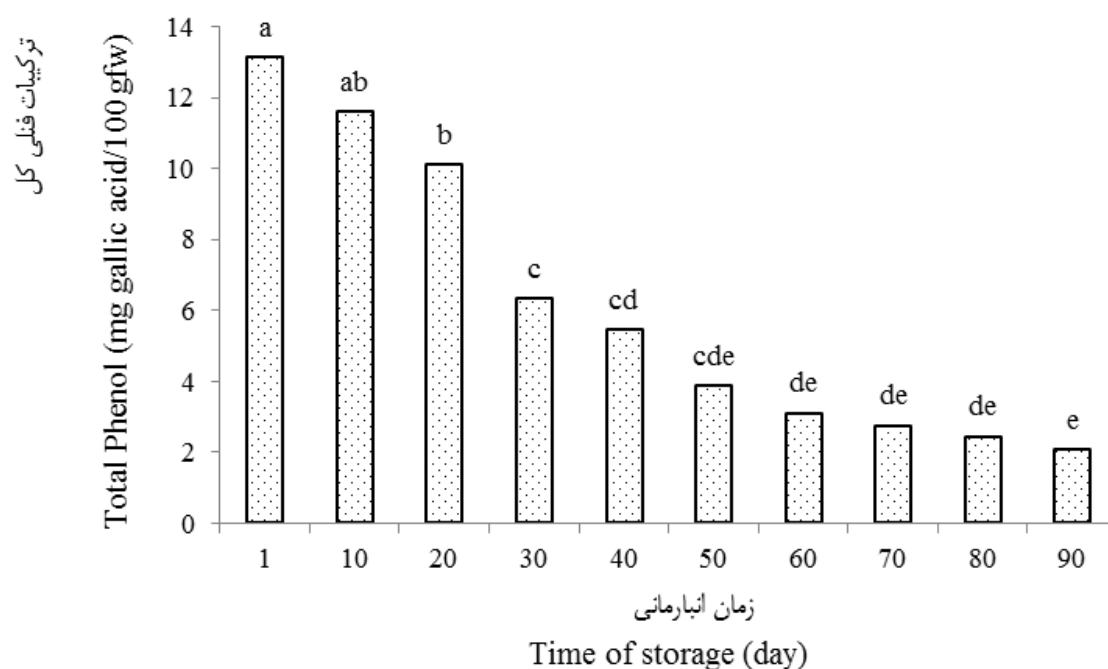
این نتایج مطابق با نتایج خانیکی و همکاران (۸) و پیگا و همکاران (۱۴) می‌باشد. آن‌ها به ترتیب کاهش در مقدار مواد جامد محلول برای سیب گلاب در دو زمان پس از برداشت و پس از انبارداری و افت شدید در ترکیبات فنلی زیتون‌های سیاه طی ۱۸۰ روز قرار گرفته در محلول آب - نمک را مشاهده نمودند. بیانچی (۲) در تحقیقی مشابه روی تغییرات لیپیدها و فنل‌ها در زیتون‌های سبز و سیاه طی فرایند نگهداری، نفوذ فنل از پوست محصول به محلول آب - نمک و کاهش جزئی مقدار فنل را نتیجه گرفت. مقایسه میانگین مواد جامد محلول طی انبارداری در دو دمای نگهداری ۴ °C و ۲۵ °C



شکل ۳- تغییرات اسیدیته کل زیتون شیرین طی دوره انبارداری

میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار نیستند

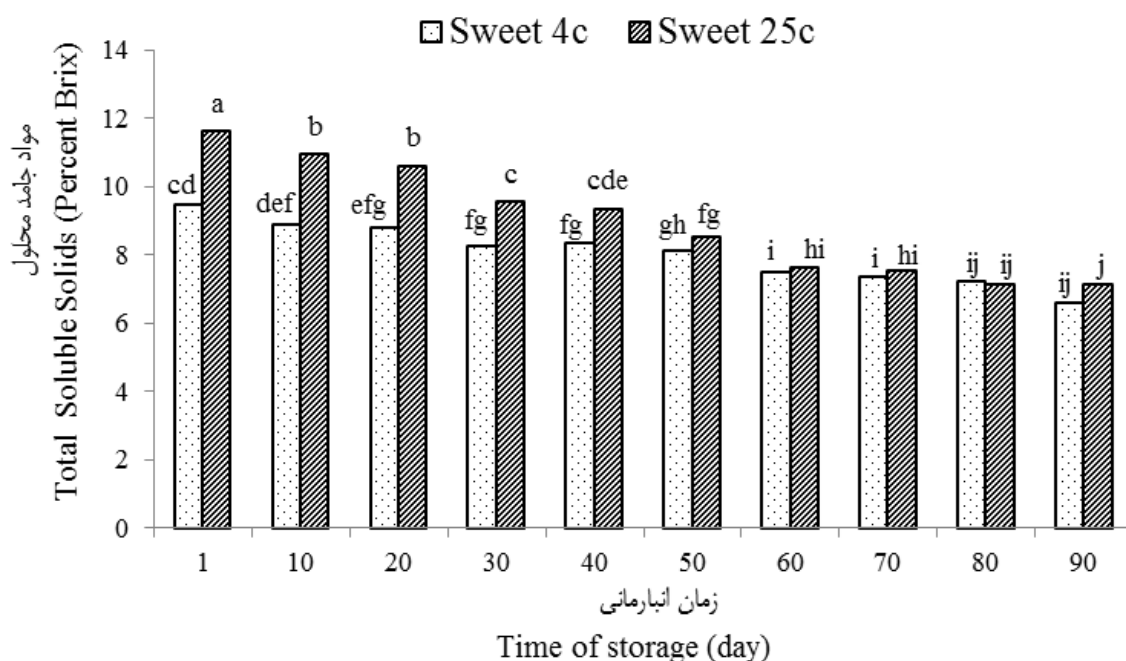
Figure 3- The changes of total acidity of sweet olive during storage
Means with the same letters are not significantly different



شکل ۴- تغییرات فنل کل زیتون شیرین طی دوره انبارمانی

میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار نیستند

Figure 4- The changes of total phenol of sweet olive during storage
Means with the same letters are not significantly different



شکل ۵- اثر متقابل دما × زمان انبارمانی بر مواد جامد محلول میوه زیتون شیرین

میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار نیستند

Figure 5- Interaction effects of temperature × time of storage on total soluble solids fruits of sweet olive
Means with the same letters are not significantly different

نتیجه گیری کلی

دمایی 4°C و 25°C ، چگالی زیتون شیرین افزایش یافت و مقدار آن در دمای 25°C بیشتر از 4°C بود. با افزایش مدت زمان انبارمانی، اسیدیته زیتون شیرین تغییرات نوسانی داشت و در ماههای دوم و سوم انبارمانی، مقدار آن به شدت کاهش یافت. ترکیبات فنلی زیتون شیرین در دوره انبارمانی با افت شدیدی به ویژه در روزهای پایانی نسبت به روز اول همراه بود. با افزایش مدت زمان انبارمانی در دو سطح دمای 4°C و 25°C ، درصد مواد جامد محلول کاهش یافت و مقدار آن در دمای 25°C بیشتر از 4°C بود.

زیتون شیرین شده با سود، از طول، عرض، ضخامت، جرم و حجم بیشتری نسبت به نوع تلخ برخوردار بود، ولی در مقابل ضریب کرویت زیتون تلخ بیشتر از زیتون شیرین گزارش شد. دما و زمان انبارمانی تاثیر معنی داری بر چگالی و مواد جامد محلول زیتون شیرین در سطح احتمال $0/01$ داشت. اثر زمان انبارمانی بر اسیدیته کل و ترکیبات فنلی زیتون شیرین به ترتیب در سطوح احتمال $0/05$ و $0/01$ معنی دار شد. با افزایش مدت زمان انبارمانی در دو سطح

منابع

- 1- Akgun N., and Doymaz I. 2005. Modelling of olive cake thin-layer drying process. Journal of Food Engineering, 68: 455-461.
- 2- Bianchi G. 2003. Lipids and phenols in table olives. Journal of Lipid Science and Technology, 105: 229-242.
- 3- Cheraghi Dehdezi S., and Hamdami N. 2012. Effect of storage at different temperatures on moisture content, total soluble solids, acidity and pH of dates (Kabkab variety). Food Science Research, 22: 131-140. (in Persian with English Summary)
- 4- Dourtoglou V.G., Mamalos A., and Makris D.P. 2006. Storage of olives (*Olea europaea*) under CO_2 atmosphere: Effect on anthocyanins, phenolics, sensory attributes and *in vitro* antioxidant properties. Food Chemistry, 99: 342-349.
- 5- Ghamari B., Rajabipour A., Borgheari A.M., and Sadeghi H. 2010. Some physical properties of olive. Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 12(2): 104-110.
- 6- Hazbavi A., Fattahi F., Kazemi S.H., and Ashraf Z. 2008. Some of the engineering properties of olive fruit and olive pit. p. 1-5. Proceedings of the 18th National Food Science and Technology Congress, Mashhad, Iran. (In Persian)
- 7- Heydari M., Dastjerdi A., and Moradi N. 2011. Effect of potassium permanganate and storage time on qualitative properties of the mango fruit (*Mangifera indica* L.). Journal of Horticultural Science, 25(2): 130-136. (in Persian with English Summary)
- 8- Khaniki G.H., Ghorbanli M., and Mirbagheri S.H. 2011. Biochemical change of the golab and shafiabadi apples in harvest time and during storage. Journal of Biotechnology, 5: 59-65. (in Persian with English Summary)
- 9- Kilickan A., and Güner M. 2008. Physical properties and mechanical behavior of olive fruits (*Olea europaea* L.) under compression loading. Journal of Food Engineering, 87: 222-228.
- 10- Lavasani S., Afkari A.H., and Golmohammadi A. 2008. The study of effect of the size and duration time of after harvest on the physical and mechanical properties of olive fruit in the common varieties. p. 1-11. Proceedings of the 5th National Agricultural Machinery Engineering Congress, Mashhad, Iran. (in Persian)
- 11- Mir Mansori A. 1997. Acquaintance with olive. Organization of Research, Educate and Promote Agriculture, Iran. 107p.
- 12- Mohsenin N.N. 1986. Physical properties of plant and animal materials. New York: Gordon and Beach Science.
- 13- Olaniyan A.M., and Oje K. 2002. Some aspects of the mechanical properties of Shea nut. Biosystems Engineering, 81: 413-420.
- 14- Piga A., Del Caro A., Pinna I., and Agabbio M. 2005. Anthocyanin and colour evolution in naturally black table olives during anaerobic processing. LWT- Food Science and Technology, 38: 425-429.
- 15- Rahemi M. 2005. Postharvest physiology. 3rd ed. Shiraz University Publications, Iran. 437 p.
- 16- Robinson S.P., Loveys B.R., and Chacko E.K. 1993. Polyphenol oxidase enzymes in the sap and skin of mango fruit. Australian Journal Plant Physiology, 20: 99-107.
- 17- Sessiz A., Esgici R., and Kizil S. 2007. Moisture-dependent physical properties of caper (*Capparis* ss.) fruit. Journal of Food Engineering, 79: 1426-1431.
- 18- Singleton V.L., and Rossi J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16: 144-158.
- 19- Tabatabaie M. 1995. Olive and olive oil. Scientific Institution of Olive Culture Publications, Iran. 399 p.
- 20- Zare F., Najafi G.H., Tavakoli Hashjin T., and Kermani A.M. 2014. Determination of physical, mechanical and aerodynamic properties of four varieties olive produced in Iran. Food Science and Technology, 44(11): 1-10. (in Persian with English Summary).



تأثیر محلول پاشی پتاسیم در کاهش اثرات مضر شوری در گیاه اسفناج (*Spinacia oleraceae* L.)

امیر هوشنگ جلالی^۱ - پیمان جعفری^{۲*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۱۲

چکیده

در مناطق خشک و نیمه خشک، مقابله با تنش شوری و اثرات مضر آن ضروری به نظر می‌رسد. به منظور بررسی تأثیر محلول پاشی پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد اسفناج در شرایط تنش شوری، پژوهشی در سال ۱۳۹۱ با استفاده از آزمایش کرت‌های خرد شده و طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان انجام شد. شوری آب آبیاری در سه سطح شاهد (۲) دسی‌زیمنس بر متر، آب چاه (۴) دسی‌زیمنس بر متر و آب چاه (۸) دسی‌زیمنس بر متر به عنوان کرت‌های اصلی و دو سطح استفاده از کود پتاسیم شامل شاهد و محلول پاشی اکسید پتاسیم محلول در آب (۲/۵ میلی‌لیتر در هر لیتر) به عنوان کرت‌های فرعی بودند. نتایج نشان داد عملکرد تیمار محلول پاشی پتاسیم و شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر معادل ۳۵۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بود که با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. افت عملکرد در تیمار محلول پاشی پتاسیم و شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر و همچنین تیمار شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر و بدون محلول پاشی پتاسیم به ترتیب برابر با ۲۰/۲ و ۳۸ درصد بود. تعداد بوته در متر مربع در سه تیمار شوری ۲، ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۴۰، ۳۸/۱ و ۲۹/۱ بوته در متر مربع بود. محلول پاشی پتاسیم در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر، درصد ماده خشک برگ را ۱۲/۷ درصد بهبود بخشید. با توجه به نتایج بدست آمده، در شرایط تنش شوری، محلول پاشی پتاسیم می‌تواند به عنوان یک عامل تعدیل کننده شوری مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تعدیل کننده شوری، درصد ماده خشک، سدیم، طول برگ، عرض برگ

مقدمه

تنظیم اسمزی نسبت داده می‌شود (۲۶). بر اساس گزارش دانشگاه یوتا آستانه تحمل شوری خاک برای این گیاه ۳/۸ دسی‌زیمنس بر متر بوده و کاهش ۱۰، ۲۵ و ۵۰ درصدی عملکرد در شوری‌های ۵/۵، هفت و هشت دسی‌زیمنس بر متر نیز گزارش شده است (۲).

تأمین پتاسیم کافی در شرایط تنش شوری ضرورتی اثبات شده است به طوری که به موازات افزایش شوری مقدار پتاسیم اندام‌های هوایی و مقدار این عنصر در واحد وزن خشک بسیاری از گیاهان کاهش می‌یابد (۱۷). هرچند در گیاهانی مثل لوبیا با افزایش مقدار شوری و یون‌های سدیم، غلظت پتاسیم در شیره سلولی برگ‌ها نیز افزایش یافته است (۶). به هر حال با توجه به مقدار زیادتر پتاسیم در برگ‌های اسفناج نسبت به سایر سبزیجات، در شرایط تنش شوری استفاده از کودهای پتاسیم بیشتر از شرایط بدون تنش نیاز بوده و تنش شوری از میزان پتاسیم اندام‌های گیاهی می‌کاهد (۲۲). در شرایط تنش شوری، محلول پاشی پتاسیم در اسفناج با افزایش نسبت پتاسیم به سدیم از ۱/۶۱ به ۲/۷۲ باعث تعدیل اثرات مضر شوری شد (۱۱). محلول پاشی پتاسیم با ممانعت از انتقال یون‌های پتاسیم از ریشه به اندام‌های هوایی باعث تداوم فتوسنتز و کاهش اثرات شوری می‌گردد (۵). با توجه به این که جذب پتاسیم از برگ‌ها، بستگی

اسفناج از جمله سبزیجات برگی مهم فصل سرد محسوب شده و با وجود این که منبع غذایی کم کالری به حساب می‌آید دارای مقادیر قابل توجهی از عناصر معدنی مثل آهن، ویتامین‌های A و C است (۷). منشأ اولیه اسفناج (*Spinacia oleraceae* L.) ایران است (۳). عملکرد این گیاه با توجه به شرایط محیطی و نوع رقم استفاده شده را از ۱۸/۶ تا ۴۴/۸ تن در هکتار گزارش شده و امکان کشت آن هم در پاییز و هم در اوایل بهار وجود دارد (۱۶).

اگرچه اسفناج در برخی منابع جزو گیاهان نسبتاً حساس به شوری آب آبیاری، و با آستانه تحمل دو دسی‌زیمنس بر متر شناخته می‌شود (۴) اما در بسیاری مناطق با شوری‌های چهار دسی‌زیمنس بر متر بدون هیچ کاهش عملکردی کشت می‌شود (۲۱). تحمل تنش شوری در این گیاه به تجمع اسیدهای آمینه و گلايسين بتائين و در نتیجه

۱ و ۲- استادیار و مربی پژوهش، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

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

زیادی به نوع ترکیب استفاده شده دارد، ممکن است تأثیر ترکیبات مختلف در تعدیل اثرات تنش شوری متفاوت باشد و افزون بر این، نوع گیاه (داشتن برگ‌های با ترکیبات مومی، طول دوره رشد و سطح برگ) نیز در این زمینه حائز اهمیت است (۱۸). در پژوهشی که به منظور بررسی تأثیر کود پتاسیم در شرایط شوری آب (۶/۳ دسی‌زیمنس بر متر) و شوری خاک (۸/۴ دسی‌زیمنس بر متر) انجام شد مصرف کود پتاسیم در مقادیر دو و سه برابر نسبت به شرایط معمول (بدون تنش شوری)، به ترتیب موجب ۲۴/۸ و ۱۸/۵ درصد افزایش عملکرد در دو رقم چارلستون گری و شوگر بیبی هندوانه شد (۱۳). در گیاه آفتابگردان که به ترتیب در معرض شرایط تنش شوری خاک و آب معادل ۷/۶ و ۷/۳ دسی‌زیمنس بر متر قرار گرفت، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار با کاهش جذب سدیم، تحمل به شوری افزایش و حداکثر عملکرد معادل ۳۶۳۸ کیلوگرم بدست آمد (۲۰).

با توجه به افزایش تهدید شوری آب و خاک در مناطق مختلف کشور، هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر شوری آب آبیاری و همچنین نقش تعدیل‌کنندگی محلول پاشی کود پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد اسفناج بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوتر آباد اصفهان واقع در ۲۵ کیلومتری شرق اصفهان با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۵۴۵ متر اجرا گردید. بر اساس آمار ۲۰ ساله هواشناسی این ایستگاه، متوسط بارندگی و دمای سالیانه این ایستگاه به ترتیب برابر ۱۱۰ میلی‌متر و ۲۵ درجه سانتی‌گراد است. برخی ویژگی‌های آب و خاک محل آزمایش در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است. این پژوهش در قالب آزمایش کرت‌های خرد شده و طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد و تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از شوری آب آبیاری در سه سطح

شاهد (۱۰/۰ ± ۲ دسی‌زیمنس بر متر) و آب چاه با شوری‌های (۱۳/۰ ± ۴) و (۱۵/۰ ± ۸) دسی‌زیمنس بر متر که کرت‌های اصلی و دو سطح استفاده از کود پتاسیم شامل شاهد و محلول‌پاشی اکسید پتاسیم محلول در آب (۲/۵ میلی‌لیتر در هر لیتر) ساخت اسپانیا، کرت‌های فرعی را تشکیل دادند. بذر اسفناج استفاده شده در این پژوهش رقم ورامین ۸۸ بود که از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد. هنگام آماده‌سازی زمین بر اساس آزمون خاک ۷۰ کیلوگرم فسفر خالص به صورت سوپر فسفات تریپل، ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم خالص به صورت سولفات پتاسیم و ۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص به صورت اوره به خاک اضافه شد. ۴۰ کیلوگرم نیتروژن دیگر در مرحله سه تا چهار برگی به صورت سرک مصرف شد. محلول‌پاشی پتاسیم در دو مرحله پنج و ۱۰ برگی اسفناج و در ساعات اولیه صبح انجام شد.

بذر اسفناج در دو طرف پشته‌هایی به عرض ۵۰ سانتی‌متر (فاصله بین بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر) کشت شد (تراکم ۴۰ بوته در متر مربع). هر کرت شامل چهار خط کاشت به طول پنج متر در نظر گرفته شد. فاصله بین کرت‌ها نیم متر بود و بین تکرارها نیز یک متر در نظر گرفته شد. کشت اسفناج در کلیه کرت‌های آزمایشی در تاریخ هجدهم شهریور انجام و برداشت آن در تاریخ بیست و پنجم آبان صورت گرفت. در طول دوره رشد، آبیاری بر اساس کاهش ۵۰ درصد رطوبت از عمق نفوذ ریشه انجام شد. این کار با نمونه‌گیری از خاک کرت‌های آزمایشی در پای بوته‌ها و به روش وزنی انجام گردید (وزن نمونه خاک در حالت از دست دادن ۵۰ درصد رطوبت در مقایسه با حالت مرطوب). در طول دوره رشد کلیه مراقبت‌های زراعی لازم شامل کنترل دستی علف‌های هرز و بازدید کرت‌های آزمایشی و اطمینان از عاری بودن از آفات و بیماری‌ها صورت گرفت. در طی فصل رشد عملکرد، درصد سبز شدن بر اساس ظهور ۵۰ درصد گیاهچه‌ها در هر کرت، طول برگ، عرض برگ، طول دم برگ (در مرحله توسعه کامل برگ و قبل از برداشت محصول) یادداشت‌برداری شد.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی آب چاه و آب کانال استفاده شده در آزمایش

Table 1- The chemical characteristics of water wells and water channels, used in the experiments

آب چاه (Water Well)							
شوری Salinity (dS m ⁻¹)	pH	میلی اکی والان در لیتر (meq l ⁻¹)					SAR
		Ca ²⁺ +Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	Na ⁺	
5	7.80	4.10	58.00	28.00	26.00	65.00	17.00
8	7.4	26.00	33.00	71.00	6.5	75.00	-
آب کانال (Water Channel)							
2	7.2	2	8.6	29.5	2.2	27	

جدول ۲- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش
Table 2- Soil physical and chemical characteristics

ویژگی Characteristic	مقدار Amount
بافت Texture	لومی Loam
شن Sand (%)	11
سیلت Silt (%)	40
رس Clay (%)	48
هدایت الکتریکی EC (dS m^{-1})	3.5
اسیدیته pH	7.9
مواد آلی Organic mater (%)	0.3
فسفر P (mg kg^{-1})	12.6
پتاسیم K (mg kg^{-1})	228
نیتروژن (%)	0.075

درصد ماده خشک در سطح پنج درصد از نظر آماری معنی‌دار است. تأثیر محلول پاشی پتاسیم به جز بر عملکرد و درصد ماده خشک بر سایر صفات آزمایشی تأثیر معنی‌دار نداشت. تأثیر برهمکنش تیمار شوری و محلول پاشی بر درصد ماده خشک در سطح یک درصد و بر بقیه صفات آزمایشی (به جز درصد سبز شدن) در سطح پنج درصد از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۳). تأثیر برهمکنش تیمارهای شوری و محلول پاشی بر عملکرد اسفناج در شکل ۱ نشان داده شده است. عملکرد اسفناج در تیمار محلول پاشی پتاسیم و شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر (S1K1) معادل ۳۵۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بود که با تیمار شاهد (S0K0) تفاوت معنی‌داری نداشت. عملکرد در تیمار محلول پاشی پتاسیم و شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر (S2K1) برابر با ۳۰۰۶۳ کیلوگرم در هکتار بود که ۲۰/۲ درصد کمتر از تیمار شاهد بود اما افت عملکرد در تیمار شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر و بدون محلول پاشی پتاسیم (S2K0) معادل ۳۸ درصد بود.

جهت برآورد عملکرد پس از حذف دو فاصله نیم متری از دوطرف خطوط وسط هر کرت، بوته‌های دو خط (سطحی معادل ۲ متر مربع) برداشت و جهت برآورد سایر صفات مورد نظر تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و یادداشت‌برداری صفات صورت گرفت. برای اندازه‌گیری درصد ماده خشک بوته، هشت بوته از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب و به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS (۲۲) انجام و میانگین‌ها با روش دانکن (پنج درصد) مقایسه گردیدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مختلف نشان داده که تأثیر شوری آب آبیاری بر صفات عملکرد، تعداد برگ و درصد سبز شدن در سطح یک درصد و بر صفات طول برگ، عرض برگ، طول دم برگ و

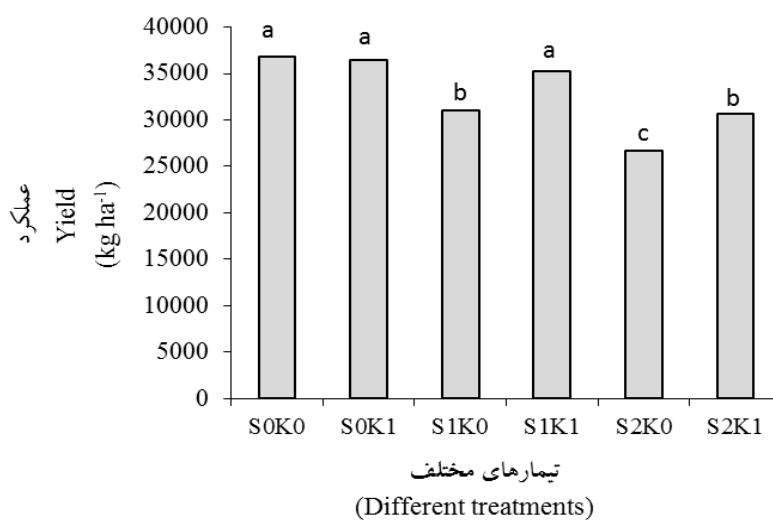
جدول ۳- تجزیه واریانس صفات عملکرد، تعداد برگ، طول برگ، عرض برگ، طول دم برگ، درصد ماده خشک و درصد سبز شدن گیاه اسفناج (رقم ورامین ۸۸)

Table 3- Analysis of variance for yield, number of leaves, leaf length, leaf width, petiole length, dry matter content and the emergence percentage of spinach (Varamin 88 cultivar)

منابع تغییر Source of Variation	میانگین مربعات Means of squares							سبز شدن Emergence
	درجه آزادی Df	عملکرد Yield	تعداد برگ Leaf number	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	طول دم برگ Petiole length	ماده خشک Dry matter	
تکرار Replication	3	54.19 ^{ns}	6.27 [*]	12.90 ^{ns}	13.86 ^{ns}	18.10 ^{ns}	13.10 ^{ns}	^{ns} 76.34
شوری آب Water salinity	2	506.0 ^{**}	86.17 ^{**}	2010 [*]	214.10 [*]	712.01 [*]	25.10 [*]	^{**} 340.4
خطا Error	6	203	9.08	1008	91.10	209	11.20	72.5
محلول پاشی پتاسیم application K	1	202.10 [*]	3.30 ^{ns}	203 ^{ns}	105.01 ^{ns}	103.13 ^{ns}	67.01 ^{**}	41.5 ^{ns}
شوری × محلول پاشی K×Salinity	2	634.2 [*]	7.71 [*]	1855 [*]	181.54 [*]	169 [*]	89.05 ^{**}	62.1 ^{ns}
خطا Error	6	163	5.98	1598	121.19	149.28	23.50	122.01
ضریب تغییرات CV (%)		16.31	15	17.20	18.05	14.04	19.09	20.14

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد. ns: غیر معنی دار

* and **: Significant at %5, %1 level of probability, respectively. ns = not significant



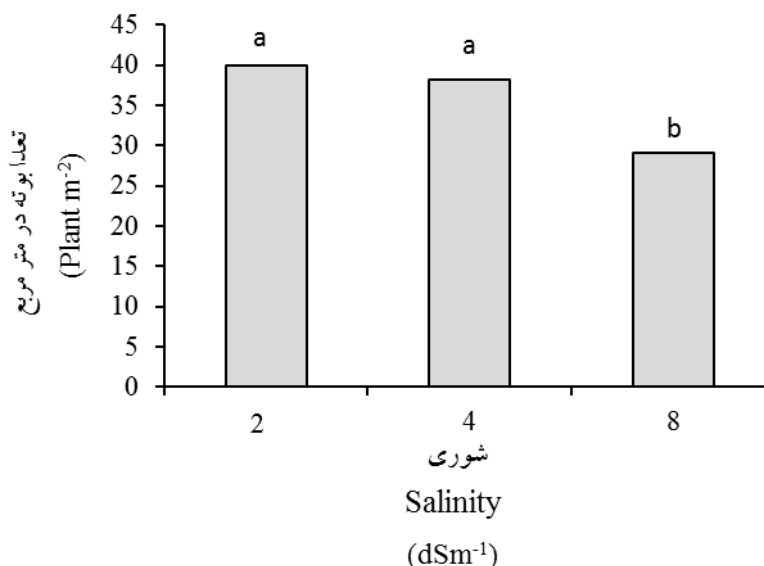
شکل ۱- تأثیر برهمکنش شوری × محلول پاشی پتاسیم بر عملکرد گیاه اسفناج (رقم ورامین ۸۸)

S0، S1 و S2 به ترتیب تیمارهای شاهد (شوری دو دسی زیمنس بر متر) و شوری های چهار و هشت دسی زیمنس بر متر و

K0 و K1 به ترتیب تیمارهای شاهد و محلول پاشی پتاسیم

Figure 1- The interaction effect of salinity×foliar potassium application on spinach (Varamin 88 cultivar) yield S1 and S2 are control (salinity 2 dS m⁻¹) 4 and 8 dS m⁻¹ treatments respectively, and K0 and K1 are control and foliar potassium application, respectively

سطح سلولی اشغال می کند، رقابت نمایند. در چنین شرایطی سطوح بالای سدیم، یا نسبت بالای سدیم به پتاسیم می تواند باعث تخریب واکنش های مختلف آنزیمی در سیتوپلاسم گردد و به همین دلیل برخی از پژوهشگران معتقدند که بالا بودن نسبت پتاسیم به سدیم در برخی از گونه های گیاهی اهمیت بیشتری نسبت به پایین نگه داشتن غلظت سدیم دارد (۸). البته باید به یاد داشت بخشی از افت عملکرد ناشی از شوری به ویژه در سطوح بالاتر از چهار دسی زیمنس بر متر به دلیل کاهش درصد سبز شدن بذور است و محلول پاشی پتاسیم تأثیری بر این جزء ندارد (شکل ۲). تعداد بوته در متر مربع در سه تیمار شوری دو، چهار و هشت دسی زیمنس بر متر به ترتیب برابر ۴۰، ۳۸/۱ و ۲۹/۱ بوته در متر مربع بود.



شکل ۲- تأثیر تیمارهای مختلف شوری بر تعداد بوته گیاه در متر مربع در گیاه اسفناج (رقم ورامین ۸۸)
Figure 2- The effect of salinity different levels on the number of plants per square meter in Spinach (Varamin 88 cultivar)

پژوهشگران افزایش تعداد برگ ناشی از محلول پاشی پتاسیم در شرایط تنش شوری را به تأخیر در فرآیند پیری برگ مرتبط می دانند (۱۴).

در هر دو تیمار شوری چهار و هشت دسی زیمنس بر متر، طول برگ به طور مثبت تحت تأثیر محلول پاشی پتاسیم قرار گرفت اما عرض برگ در تیمار شوری چهار دسی زیمنس بر متر (بر خلاف شوری هشت دسی زیمنس بر متر) تحت تأثیر محلول پاشی پتاسیم قرار نگرفت (جدول ۴). طول برگ در تیمارهای شوری چهار و هشت دسی زیمنس بر متر و محلول پاشی پتاسیم به ترتیب برابر با ۱۴/۵ و ۱۳/۷ سانتی متر بود که نسبت به تیمارهای بدون محلول پاشی به

صرف نظر از محلول پاشی پتاسیم، شوری چهار دسی زیمنس بر متر در مقایسه با تیمار شاهد (دو دسی زیمنس بر متر) ۱۹ درصد کاهش عملکرد داشت. نتایج بدست آمده با نتایج حاصل از پژوهش آماچر (۲) که آستانه تحمل اسفناج را ۳/۸ دسی زیمنس بر متر تعیین نموده مطابقت داشت اما بر خلاف پژوهش هایی است که این آستانه را کمتر (۴) و یا بیشتر می دانند (۱۹). تأثیر تعدیل کنندگی شوری با کاربرد پتاسیم در اسفناج، در پژوهش های شانون و گریو (۲۴) و کایا و همکاران (۱۴) نیز مورد تأکید قرار گرفته و بر همین اساس عنوان شده بی نظمی های تغذیه ای ناشی از افزایش شوری را می توان با افزایش کود پتاسیم جبران کرد (۱۲). در شرایط تنش شوری، متابولیت های سمی سدیم می توانند برای محل هایی که پتاسیم در

تعداد برگ اسفناج در تیمارهای مختلف دامنه ای از ۱۱/۴ تا ۱۶/۷ عدد داشت (جدول ۴). در هر دو تیمار شوری چهار و هشت دسی زیمنس بر متر، محلول پاشی پتاسیم موجب افزایش معنی دار تعداد برگ به ترتیب معادل ۱۵/۳ و ۲۸/۹ درصد شد. تعداد برگ در ارقام مختلف اسفناج قبل از گل دهی دامنه ای از ۱۲ تا ۲۳ برگ است (۳). نتایج حاصل از تحقیقی نشان داد که نیاز به پتاسیم برگ های اسفناج رشد یافته در محلول ۲۵۰ میلی مول نمک طعام در محیط آب کشت دو برابر بیشتر از اسفناج در شرایط بدون تنش شوری است (۱۱). در شرایط تنش شوری برگ ها به سرعت پیر شده و تعداد کمتری از برگ ها تا مرحله نهایی رشد باقی می ماند. بنابراین برخی از

سازوکارهای ترمیم کننده خسارت های وارد شده در شرایط تنش را فعال می سازد (۱). از سوی دیگر کاهش فتوسنتز سلول های برگ اسفناج به دلیل کاهش هدایت روزنه ای و اختلال در باز و بسته شدن سلول های روزنه ای برگ است که پتاسیم نقش مهمی در تنظیم فعالیت های آن ها ایفا می نماید (۹).

ترتیب ۱۶ و ۱۳ درصد افزایش داشت. توانایی گیاهان برای حفظ نسبت پتاسیم به سدیم درون سلولی برگ در یک حد مشخص، برای تحمل به شوری یک ضرورت محسوب می شود (۲۷). در حقیقت محلول پاشی پتاسیم در شرایط تنش شوری با افزایش غلظت این عنصر در اندام ها، نوعی خو گرفتن به تنش محسوب شده و

جدول ۴- تأثیر برهمکنش تیمارهای شوری × محلول پاشی پتاسیم بر صفات تعداد برگ، طول برگ، عرض برگ، طول دم برگ و درصد ماده خشک در گیاه اسفناج (رقم ورامین ۸۸)

Table 4- The interaction effect of salinity × potassium application on the number of leaves, leaf length, leaf width, petiole length and dry matter percentage in Spinach (Varamin 88 cultivar)

شوری Salinity (dS m ⁻¹)	مصرف پتاسیم K application	تعداد برگ Leaf number	طول برگ Leaf length (cm)	عرض برگ Leaf width (cm)	طول دم برگ Petiole length (cm)	ماده خشک Dry matter (%)
2	شاهد (Control)	16.0a	13.5a	7.5a	10.7a	11.1a
	مصرف پتاسیم (K application)	16.7a	13.0a	7.7a	10.8a	10.9a
4	شاهد (Control)	14.4b	12.5b	8.1a	9.4b	11.2a
	مصرف پتاسیم (K application)	16.6a	14.5a	7.7a	9.0b	11.1a
8	شاهد (Control)	11.4b	12.2a	6.3b	8.2.b	10.2b
	مصرف پتاسیم (K application)	14.7a	13.7b	7.5a	10.5a	11.5a

در هر سطح شوری اعداد با حروف مشابه از نظر آماری با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند
In each salinity levels, the numbers in each column with the same letters are not statistically different according to Duncan's multiple rang test

ظاهر می شود (۱۱)، به نظر می رسد که فقط سطوح بالای شوری قادر به ایجاد اختلال جذب پتاسیم بوده و در نتیجه وزن خشک گیاه را نیز تحت تأثیر قرار می دهد و به همین دلیل در گونه های متحمل گیاهی در شرایط افزایش شوری جذب انتخابی پتاسیم افزایش می یابد (۲۵). در مطالعه ۶۸ رقم بهاره جو رابطه مثبت و معنی دار بین درصد پتاسیم موجود در ماده خشک گیاهان جوان جو و عملکرد دانه مشاهده شد (۱۵).

ضرایب همبستگی فنوتیپیک بیانگر رابطه مثبت و معنی دار بین تعداد برگ و طول و عرض برگ (ضرایب همبستگی به ترتیب 0.43^* و 0.34^*) بود (جدول ۵). بنابراین وجود تعداد برگ بیشتر به معنی وجود سطح برگ بالاتر و انجام فتوسنتز بیشتر خواهد بود. رابطه مثبت مشابهی بین طول دم برگ و طول و عرض برگ مشاهده شد. با توجه به ضرایب بدست آمده داشتن وزن تر بیشتر (عملکرد بالا) مستلزم داشتن تعداد برگ ($r^2 = 0.43^*$)، طول برگ ($r^2 = 0.84^{**}$) و عرض برگ ($r^2 = 0.77^{**}$) بیشتر است. در این رابطه نتایج مشابهی توسط افتخاری و همکاران (۱۰) در مورد توده های مختلف اسفناج بومی

طول دم برگ در شوری چهار دسی زیمنس بر متر به طور معنی دار تحت تأثیر محلول پاشی پتاسیم قرار نگرفت در حالی که در شوری هشت دسی زیمنس بر متر محلول پاشی پتاسیم منجر به افزایش ۲۸ درصدی طول دم برگ شد (جدول ۴). اگرچه صفت طول و برافراشته بودن طول دم برگ در برداشت مکانیزه صفتی مطلوب محسوب می شود اما در برخی موارد به دلیل مدیریت ضعیف استفاده از کودهای نیتروژن دار و استعداد بالای این اندام برای جذب نیترات (شش برابر پهنک برگ) طولی بودن دم برگ صفت مناسبی نیست (۲۳).

تأثیر محلول پاشی پتاسیم بر درصد ماده خشک فقط در شوری هشت دسی زیمنس بر متر از نظر آماری معنی دار بود. و دو تیمار شاهد و شوری چهار دسی زیمنس بر متر از این نظر تفاوتی نداشتند (مقایسه ۱۱/۵ و ۱۰/۲ درصد) (جدول ۴). با توجه به این که پتاسیم فراوان ترین کاتیون تشکیل دهنده اغلب گیاهان محسوب می شود (معمولاً بیش از ۱۰ درصد از وزن خشک گیاهان) و در مقادیر کمتر از ۱۰ گرم در هر کیلوگرم وزن خشک علائم کمبود آن در اکثر گیاهان

اثرات مضر شوری یکی از رویکردهای پیش رو برای مواجهه شدن با این چالش است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد با محلول پاشی پتاسیم، حداقل برای محصولاتی که نیاز فراوانی به پتاسیم دارند (مثل اسفناج) می توان اثرات مضر شوری را به حداقل کاهش داد. این موضوع از آن جهت اهمیت دارد که در نواحی خشک و نیمه خشک، شرایط تنش شوری معمولاً با تنش خشکی نیز توأم گردیده و بنابراین جذب پتاسیم از طریق ریشه گیاهان با مشکل مواجه می شود.

ایران مبنی بر رابطه مثبت و معنی دار وزن تر بوته با طول و عرض برگ و طول دم برگ اسفناج گزارش شده است.

نتیجه گیری کلی

در یک نتیجه گیری کلی می توان گفت، در حالی که کمبود آب شیرین در نواحی خشک و نیمه خشک به چالشی برای آبیاری محصولات زراعی تبدیل شده، توجه به سازوکارهای تعدیل کننده

جدول ۵- ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات مورد مطالعه در گیاه اسفناج (رقم ورامین ۸۸)
Table 5- The correlation coefficient of the studied traits in Spinach (Varamin 88 cultivar)

ردیف Row	صفات Characteristics	1	2	3	4	5	6
1	وزن تر Fresh weight	1					
2	طول برگ Leaf weight	0.84**	1				
3	عرض برگ Leaf width	0.77**	0.75**	1			
4	طول دم برگ Petiole length	0.33*	0.38**	0.44*	1		
5	درصد ماده خشک Dry mater percent	-0.17	-0.27	-0.29	-0.15	1	
6	تعداد برگ Leaf number	0.43*	0.34*	0.56*	0.37*	0.05	1

*, **, * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

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

کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان که امکان اجرای این پژوهش را فراهم آوردند سپاسگزاری نمایند.

سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می دانند از مسئولین مرکز تحقیقات

منابع

- 1- Akram M.S. 2006. Influence of exogenously applied K from different sources on Sunflower under salt stress. University of Agric. Faisalabad, Pakistan. 56pp.
- 2- Amacher J.K. 2000. Salinity and plant tolerance. Utah State University Extension. Electric Publishing, 30pp.
- 3- Asadi, H., and Hasandokht, M.R. 2005. Study the genetic variation of genotypes spinach. Journal of Crop Sciences 38:257-265. (in Persian)
- 4- Ashraf M., and Harris, P.J.C. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Science 166:3-16.
- 5- Ashraf M., Athar H.R., Harris P.J.C., and Kwon T.R. 2008. Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. Advances in Agronomy 97: 68-82.
- 6- Cachorro P., Ortiz A., and Cerda, A. 1993. Growth water relations and solute composition of *Phaseolus vulgaris* L. under saline condition. Plant Science 95:23-29.
- 7- Citak S., and Sonmez, S. 2010. Effects of conventional and organic fertilization on spinach growth, yield, vitamin C and nitrate concentration during two successive seasons. Scientia Horticulturae 126: 415-420.
- 8- Cuin T.A., Miller A.J., Laurie S.A., and Leigh, R.A. 2003. Potassium activities in cell compartments of salt-grown barley leaves. Journal of Experimental Botany 54: 657- 661.
- 9- Delfine S., Alvino A., Zacchini M., and Loreto F. 1998. Consequences of salt stress on conductance to CO₂ diffusion, rubisco characteristics and anatomy of spinach leaves. Australian Journal of Plant Physiology 25:395-402.

- 10- Eftekhari A., Hasandokht M.R., Fatahimoghadam M.R., Kashi. A. 2010. Iranian spinach genetic diversity using morphological traits. *Journal of Horticultural Science* 41: 89-93. (in Persian)
- 11- Gratan S.R., Grieve, C.M. 1999. Salinity –mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae* 78: 127-157.
- 12- Gulser F. 2005. Effects of ammonium sulphate and urea on NO₃ and NO₂ accumulation, nutrient contents and yield criteria in spinach. *Scientia Horticulturae* 106: 330–340.
- 13- Jalali A.H. and Jafari P. 2013. Effect of potassium fertilizer on yield of three varieties of watermelons in salinity stress. *Journal of Crops Improvement* 14:31-41. (in Persian)
- 14- Kaya C., Higgs D., and Kirnak H. 2001. The effects of higher salinity and supplementary phosphorous and potassium on physiology and nutrition development of spinach. *Bulgarian Journal of Plant Physiology* 27:47-59.
- 15- Leigh R.A., and Johnston A.E. 1983. Concentrations of potassium in the dry matter and tissue water of field-grown spring barley and their relationships to grain yield. *The Journal of Agricultural Science* 101:23-31.
- 16- Maroufi K., Farahani H.A., and Moaveni, P. 2011. Effects of hydro priming on seedling vigor in spinach. *Advances in Environmental Biology* 5:2224-2227.
- 17- Marschner P. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic press, London, 889pp.
- 18- Martino C., Delente S., Pizzuto R., Loreto F., and Fuggi A. 2003. Free amino acids and glycine betaine in leaf osmoregulation of spinach responding to increasing salt stress. *New Phytologist* 158:455-463.
- 19- Mengel K. 2002. Alternative or complementary role of foliar supply in mineral nutrition. *Acta Horticulture* 594:33-48.
- 20- Mirzapour M.H., Khoshgoftarmanesh A.H., Mirnia K., Bahrami H., Naeine M.R. 2002. Magnesium and potassium interaction effects on growth and yield of sunflower in saline soil. *Journal of Soil and Water* 17:1-12. (in Persian)
- 21- Pasternak D., and De Malach Y. 1994. Crop irrigation with Saline Water. In: Pessarakli, M. (ed), *Handbook of plant and crop stress*, Marcel Dekker, New York, pp. 599-622.
- 22- SAS Institute. 2010. SAS user's guide. SAS Inst., Cary, NC.
- 23- Shahid Umar A., Iqbal E., and Abrol Y.P. 2007. Are nitrate concentrations in leafy vegetables within safe limits? *Current Science* 92:355-360.
- 24- Shannon M.C., and Grieve C.M. 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae* 78: 5-38.
- 25- Storey R., and Wyn Jones, R.G. 1978. Salt stress and comparative physiology in the Gramineae. 1. Ion relations of two salt- and water-stressed barley cultivars, California Mariout and Arimar. *Australian Journal of Plant Physiology* 5: 801-816.
- 26- Zhu J.K. 2003. Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Current Opinion in Plant Biology* 6: 441–445.



اثر تنش شوری بر برخی خصوصیات ظاهری، کمی و کیفی اسانس در گیاه اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia* Miller)

سارا خراسانی نژاد^{۱*} - حسن سلطانلو^۲ - جواد هادیان^۳ - صادق آتشی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۱۳

چکیده

ایران جزو مناطق خشک و نیمه خشک جهان است و با کمبود منابع آب و وجود زمین های شور مواجه است. با توجه به افزایش جمعیت و محدودیت اراضی قابل کشت، استفاده از منابع آب و خاک شور کشور ضروری به نظر می رسد. یکی از روش های بهره برداری از این منابع کشت گیاهان دارویی است. اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*) گیاه دارویی چندساله و چوبی است که با هدف تهیه اسانس موجود در گل ها و برگ های کشت می شود. به منظور بررسی اثر سطوح مختلف تنش شوری بر شاخص های رشد، عملکرد و ترکیب اسانس برگ گیاه اسطوخودوس، آزمایشی گلدانی بر پایه طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار انجام گردید. تنش به صورت هیدروپونیک و در پنج سطح ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی مولار کلرورسدیم اعمال شده و پس از چهار ماه اندازه گیری شاخص های رشدی از قبیل طول ساقه، طول ریشه، وزن تر ساقه، وزن تر ریشه و وزن خشک ریشه، درصد و ترکیب اسانس برگ انجام پذیرفت. نتایج تجزیه های آماری و اندازه گیری با دستگاه GC-MS نشان دادند تنش شوری اثر معنی داری بر شاخص های رشد، درصد و ترکیب اسانس دارد. با افزایش شوری، طول ساقه، وزن تر ساقه و وزن تر ریشه و وزن خشک ریشه کاهش یافته و طول ریشه و درصد اسانس ابتدا تا سطح شوری ۲۵ میلی مولار افزایش و سپس کاهش یافت. ترکیب اجزای اسانس تحت تاثیر تنش شوری، تغییر کرده است. به طوری که با افزایش سطح شوری مقدار بورنتول، کادینول، کامفور، کاربوفیلین اکساید و سیمن-۸-آل ابتدا افزایش و سپس در سطح ۱۰۰ میلی مولار شوری کاهش یافته است که مهم ترین ماده در ترکیب اسانس برگ اسطوخودوس، بورنتول می باشد که با افزایش سطح شوری مقدار آن افزایش قابل توجهی نشان داد که می توان نتیجه گرفت در سطوح اولیه تنش شوری درصد اسانس افزایش می یابد ولی با شدیدتر شدن تنش علی رغم کاهش در درصد اسانس تولید شده، کیفیت اسانس افزایش خواهد داشت.

واژه های کلیدی: بورنتول، شاخص های رشد، گیاه دارویی، هیدروپونیک، GC-MS

مقدمه

گردید. با این وجود استفاده از گیاهان دارویی همواره در طول تاریخ یکی از روش های مؤثر درمان بوده است (۱۰ و ۲۳). خاک شور نیز از عوامل محدودکننده توسعه کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است. شوری خاک از مهم ترین عوامل محدودکننده کشاورزی در کشور است، به طوری که ایران از نظر وسعت زمین های شور در رده سوم آسیا و پنجم جهان قرار دارد (۱۱ و ۲۴). واکنش معمول گیاهان به بالا رفتن غلظت نمک در محیط ریشه تنش اسمزی، سمیت یونی و کمبود عناصر غذایی است. شوری همچنین منجر به ایجاد تغییراتی در متابولیسم گیاهان می شود (۲۰). بر اساس آمارنامه کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۰ سطح زیرکشت و عرصه های طبیعی مورد بهره برداری گیاهان دارویی در کشور ۳۵۱۰۸ هکتار، برابر با تولید ۱۲۸۰۴۶ تن می باشد و از این مقدار سهم استان گلستان ۷۲ هکتار سطح زیر کشت و تولید ۱۰۲ تن محصول دارویی

گیاهان دارویی از دیر باز به منظور درمان انسان که در تمام دوران تاریخ، برای درمان خویش چاره ای جزء توسل به گیاهان نداشته، مورد استفاده قرار گرفته است. اگرچه در نیم قرن گذشته استفاده از داروهای شیمیایی به شدت رواج یافته، ولی آثار زیان بار آن ها بر زندگی، سبب گرایش مجدد انسان ها به گیاهان دارویی

۱ و ۴- استادیار و کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(*) نویسنده مسئول: (Email: khorasaninejad@gau.ac.ir)

۲- دانشیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- استادیار پژوهشکده گیاهان دارویی، دانشگاه شهید بهشتی تهران

است (۲۱). باتوجه به این سطح بالای کشت گیاهان دارویی و مشکل شوری خاکها، تحقیقات انجام شده بر روی کشت گیاهان دارویی در شرایط دارای تنش، نظیر شوری بسیار محدود است. در بررسی‌هایی از این دست روی گیاهان دارویی، صفرنژاد و حمیدی (۱۸) ضمن بررسی اثر شوری روی رازیانه^۱ ملاحظه نمودند که علاوه بر کاهش جدی جوانه‌زنی، طول ریشه، طول ساقه، وزن تر و خشک ریشه و ساقه، نسبت اندام هوایی به بنیه و زیست‌توده به طور معنی‌داری در اثر شوری کاهش یافت. صفرنژاد و همکاران (۱۷) اعلام کردند که با افزایش تنش شوری درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک ریشه، وزن خشک ساقه، نسبت اندام هوایی به ریشه در سیاهدانه کاهش یافت. از مهم‌ترین عوامل محیطی موثر در کمیت و کیفیت اسانس‌ها تنش شوری می‌باشد. بوداگاو و همکاران (۲۵) گزارش کردند که با افزایش EC محلول غذایی، غلظت کل اسانس و عملکرد آن در آویشن افزایش، ولی غلظت کل اسانس در گیاه شبت کاهش یافت. آروبی به نقل از جایمند و رضایی (۶)، اثر سطوح مختلف شوری (صفر، ۲/۵، ۵ و ۱۰ گرم در لیتر کلروسدیم) را بر کدوی تخم کاغذی بررسی نموده و اعلام داشت که تنش شوری اثر معنی‌داری بر عملکرد روغن دانه‌ها و مقدار بتاسیتوسترول^۲ در روغن دارد به طوری که بیشترین عملکرد روغن و بالاترین محتوی بتاسیتوسترول موجود در روغن در تیمار ۲/۵ گرم در لیتر به دست آمد. در تحقیق مشابهی، الفا و همکاران (۱۳) اثر شوری آب آبیاری را بر مرزنجوش بررسی کرده و دریافتند که شوری باعث کاهش تعداد برگ‌ها و مقدار اسانس گردیده و مقدار مواد موجود در ترکیب اسانس گیاه نیز به شدت تحت تاثیر شوری قرار گرفته است. از تحقیقاتی که روی خانواده نعنای در این ارتباط انجام شده می‌توان به نتیجه تحقیقات پراساد و همکاران (۱۶) اشاره کرد که شوری محتوی اسانس گونه‌های مختلف نعنای را به طور متغیری تحت تاثیر قرار می‌دهد، اشاره نمود. همچنین بنا به گفته داو و همکاران (۳) شوری عملکرد اسانس را در گیاهان خانواده نعنای کاهش می‌دهد و این احتمالاً به دلیل محدود شدن عرضه سیتوکینین^۳ از ریشه‌ها به شاخه‌ها و در نتیجه تغییر نسبت بین سیتوکینین و اسیدآبسیک برگ باشد. در تحقیق مشابهی، ال-کلتاوی و کروتیو (۴) اثر شوری آب آبیاری را بر مرزنجوش و گونه‌ای نعنای بررسی کرده و دریافتند که شوری باعث یک کاهش ۲۰ درصدی در عملکرد اسانس می‌شود. تحت اثر شوری در نعنای، مقدار لیمونن^۴ افزایش ولی مقدار کارون^۵

کاهش یافت. در مورد مرزنجوش نیز تنش شوری باعث افزایش در مقدار سابینین^۶ شد که با کاهش در مقدار هیدرات سابینین^۷ همراه بود. نتایج این تحقیق نشان داد که نعنای و مرزنجوش به شوری حساس هستند و شوری رشد و تولید اسانس را شاید از طریق محدود کردن متابولیسم و انتقال سیتوکینین متوقف می‌سازد، زیرا برگ‌پاشی گیاهان مذکور با سیتوکینین، رشد و تولید اسانس را افزایش داده و اثرات شوری را تا حد زیاد تعدیل نمود. و نهایتاً در تحقیق خراسانی‌نژاد و همکاران (۷) روی بررسی اثر تنش شوری روی نعنای فلفلی، مشخص گردید تیمارهای مختلف شوری اثرات قابل توجه و معنی‌داری بر کلیه صفات مورفولوژیکی، کمیت اسانس و ترکیب اجزای اسانس نعنای فلفلی دارند و می‌توان اذعان داشت که نعنای فلفلی تحمل متوسطی نسبت به تنش‌های شوری می‌باشد به طوری که در اکثر خاک‌های کشاورزی مشروط بر این‌که حد شوری آن‌ها از ۱۰۰ میلی‌مولار کلریدسدیم بیشتر نباشد، می‌توانند پرورش یابند. اسطوخودوس گیاهی چندساله، همیشه سبز، دارای ساقه چوبی در قاعده، برگ‌ها متقابل باریک و نوک تیز به رنگ سبز خاکستری و دارای عطر ویژه است، گل‌ها آبی رنگ و بنفش، بسیار معطر، به صورت مجتمع در رأس ساقه از خردادماه تا شروع یخبندان بر روی گیاه شکفته می‌شوند (۵، ۹ و ۱۴). با توجه به اینکه بخش عمده‌ای از کشور ما را مناطق شور و یا مناطق با محدودیت منابع آبی تشکیل می‌دهد، اهمیت تحقیق در این زمینه بیشتر احساس می‌شود. امروزه تحقیقی در زمینه اثر این تنش‌ها روی اسطوخودوس صورت نگرفته است و با توجه به اهمیتی که این گونه مهم دارویی و معطر به عنوان گیاه دارویی اولویت‌دار در بخش تحقیقات گیاهان دارویی غیربومی ایران در برنامه راهبردی تحقیقات گیاهان دارویی وزارت جهاد کشاورزی دارد (۲۲)، نیاز به بررسی چگونگی اثرات تنش شوری برای توسعه سطح زیر کشت، روی این گونه دارویی احساس می‌شود. در این تحقیق خصوصیات رشدی، ترکیب و عملکرد اجزاء اسانس حاصله از گیاهان تحت تیمار شوری اندازه‌گیری و مقایسه گردیدند.

مواد و روش‌ها

این آزمایش بر اساس طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار در سه تکرار که هر تکرار شامل پنج گلدان بوده و در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۲ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. بذر مورد نیاز برای انجام آزمایش از پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی تهران تهیه گردید. برای شکست خواب بذر، بذور به مدت سه هفته در محیط مرطوب و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند (۲۶). بذور در اسفند ماه در گلدان خاکی (خاک مزرعه) کشت شدند. پس از

- 1 - Foeniculum vulgare Mill.
- 2 - β -Sitosterol
- 3 - Cytokinin
- 4 - Limonene
- 5 - Carvone

- 6 - Sabinene
- 7 - Sabinene hydrate

استفاده از بیومس کل، محاسبه گردید (۸). اجزای اسانس با استفاده از GC-MS شناسایی شد. دستگاه گاز کروماتوگرافی استفاده شده از نوع ThermoQuest-Finnigan مدل TRACE MS ستون به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی-متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر از نوع HP-5MS بود. تنظیمات دمایی دستگاه به صورت: دمای ابتدایی آون ۶۰ درجه سانتی‌گراد و توقف در این دما به مدت ۵ دقیقه، گرادیان حرارتی ۳ درجه سانتی‌گراد و در هر دقیقه، افزایش دما تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۱۵ درجه در هر دقیقه، افزایش دما تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و پنج دقیقه توقف در این دما، بود. دمای ستون تزریق ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد بود. گاز هلیوم به عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۱/۱ میلی‌متر در دقیقه استفاده شد. طیف نگار جرمی مورد استفاده با مدل فوق با ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت، روش یونیزاسیون EI و دمای منبع یونیزاسیون ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. شناسایی طیف‌ها به کمک محاسبه شاخص بازداري آن‌ها با استفاده از زمان بازداري و مقایسه آن با شاخص‌های موجود در کتب مرجع و مقالات و با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیبات استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه کامپیوتری صورت گرفت. محاسبه آماری و تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون حداقل معنی‌داری (LSD) در سطح ۵ درصد بررسی شد.

نتایج و بحث

نتایج بررسی‌ها نشان داد که تمام صفات‌های اندازه‌گیری شده به صورت معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده قرار داشته‌اند (جدول ۱).

گذشت حدود ۳ هفته از تاریخ کشت، جوانه‌زنی بذور آغاز شده و بعد از ۲ هفته از محیط جوانه‌زنی به محیط کشت نهایی برای اعمال تیمارها منتقل شدند. در هر گلدان (با دهانه ۲۵ سانتی‌متر) به تعداد پنج عدد نشای ۴ برگی کاشته شد. با احتساب تعداد تیمارها، تکرارها و واحدهای آزمایشی (آن تعداد گلدانی که در هر تکرار در نظر گرفته شده‌است)، ۷۵ گلدان در این آزمایش وجود داشت. غلظت‌های انتخابی در تیمار شوری عبارت از صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مول در لیتر کلرورسديم بودند. غلظت‌های کلرور سديم نامبرده توسط سیستم هیدروپونیک و همراه محلول غذایی هوگلند (۱۲) ابتدا برای سازگاري بوته‌ها به محیط و بستر جدید، به مدت ۲ هفته گلدان‌ها هر روز با ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول غذایی آبیاری شدند. پس از سازگاري بوته‌ها به بستر جدید، تنش شوری در ۵ سطح (فقط محلول هوگلند)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار شوری، در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار تا هنگام گلدهی، به مقدار ۳۰۰ میلی‌لیتر محلول غذایی حاوی نمک سديم کلراید در سطوح مورد نظر و با دفعات آبیاری یک روز در هفته اعمال شد. پس از سه ماه از شروع کشت و پس از کامل شدن رشد رویشی، گیاهچه‌ها بیرون آورده شدند و شاخص‌های مختلف رشد از قبیل طول ریشه، طول ساقه، وزن تر ساقه، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه اندازه‌گیری شدند. پس از چهار ماه از شروع کشت و در مرحله گلدهی کامل اقدام به برداشت ۱۰۰ گرم نمونه برگ از هر واحد آزمایشی گردیده و در یک آسیاب کاملاً خرد شد و بر اساس روش توصیه شده در فارماکوپه بریتانیا و به روش تقطیر با آب با استفاده از دستگاه اسانس گیر (کلونجر) طی چهار ساعت اسانس‌گیری انجام شد. پس از خارج نمودن اسانس از کلونجر و جداسازی آب همراه آن با سورنگ شیشه‌ای با استفاده از سولفات سديم خشک آبیگری و تا زمان استفاده در شیشه‌های تیره و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. عملکرد اسانس، با

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیکی گیاه اسطوخودوس
Table 1- ANOVA of salinity stress on morphological characteristics of Laverder

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Freedom degree	میانگین مربعات Mean of square					
		وزن تر اندام هوایی shoot fresh weight (g)	وزن تر ریشه root fresh weight (g)	وزن خشک ریشه root dry weight (g)	طول ساقه stem length (cm)	طول ریشه root length (cm)	درصد اسانس essential oil percent
شوری Salinity	4	1222.5**	813.23**	154.11**	196.11*	5.1*	0.233**
خطا Error	10	60.93	41.2	9.12	18.6	10.73	0.0028
CV (%)		17.87	26.86	23.81	12.54	10.09	8.84

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد و * اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد

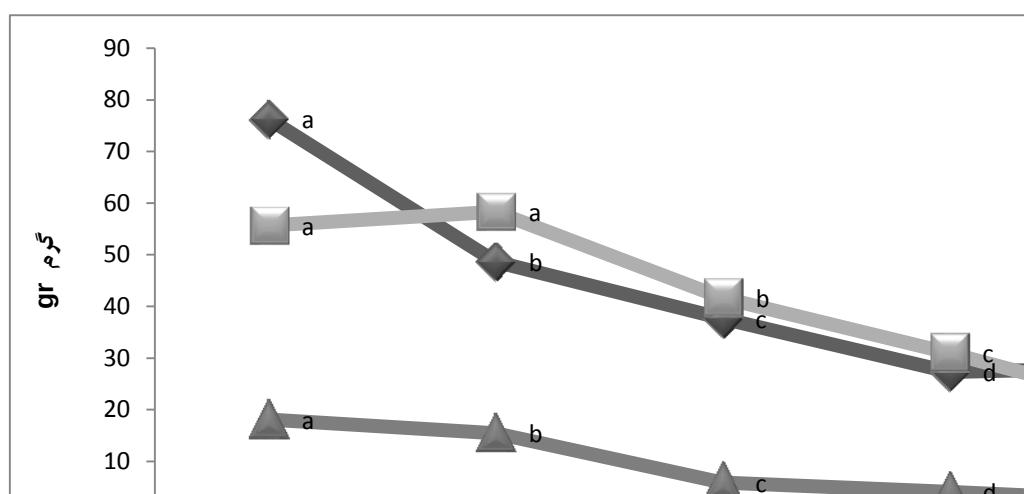
**significant differences at 1%, * significant differences at 5%

با افزایش تنش شوری، وزن تر ساقه و ریشه کاهش یافت (شکل ۱). همان‌طور که سلامی و همکاران (۱۹) گزارش کردند که در گیاهان زیره سبز^۱ و سنبل الطیب^۲، درصد جوانه زنی، طول ریشه، طول ساقه، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک ساقه، بیوماس و نسبت اندام هوایی به ریشه در اثر تنش شوری کاهش یافت، که این نتایج تاییدی بر نتایج آزمایشات فوق می‌باشد. از جمله دلایلی که می‌توان برای این کاهش وزنی در گیاهان مورد مطالعه بیان نمود، از بین رفتن تعادل یونی و تعادل اسمزی تحت تاثیر تنش شوری می‌باشد و مطابق با بررسی‌های ازترک و همکاران (۱۵) است که اثر شوری را بر روی بادرنجبویه بررسی نموده و دریافتند که شوری سبب کاهش طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه و ساقه و درصد اسانس در این گیاه می‌شود. کاهش وزن تر اندام هوایی تحت تنش شوری می‌تواند به دلیل تجمع یون‌ها مضر مانند Na^+ ، Mg^{2+} ، Cl^- و SO_4^{2-} می‌باشد که یا خود آنها مضرند و یا باعث اختلال در متابولیسم مواد غذایی دیگر می‌شوند. مثلاً رقابت آن‌ها با عناصر غذایی مهم سبب اختلال در جذب مواد غذایی می‌شوند. به علاوه با افزایش سطح شوری تعداد برگ کاهش می‌یابد که این به خاطر کاهش تقسیم سلولی و تمایز و در نتیجه کاهش تعداد برگ می‌باشد (۲۷). همچنین با افزایش تنش شوری، خشک ریشه کاهش یافت (شکل ۱). همان‌طور که ذکر شد این نتیجه با نتایج آزمایشات سلامی و همکاران (۱۹) روی اثر تنش شوری بر زیره سبز و سنبل الطیب و ازترک و همکاران (۱۵) روی اثر شوری بر بادرنجبویه، مطابقت دارد. زیرا سمیت یونی حاصل از تجمع عناصر مضر سبب اختلال در کلیه فعالیت‌های زیستی گیاه و در نهایت سبب از بین رفتن گیاه یا کاهش شدید در اندام هوایی می‌شود. همچنین تنش شوری به خصوص در غلظت‌های بالای $NaCl$ موجب از بین رفتن تعادل اسمزی و در نتیجه آب کشیدگی از بافت‌ها و از بین رفتن آماس سلولی گردیده و در نهایت منجر به پژمردگی می‌شود. مصرف بیش از حد انرژی جهت تولید برخی از مواد آلی که نقش پایدارسازی تعادل اسمزی را با جذب یون‌ها انجام می‌دهند از دیگر عوامل کاهش وزن تر اندام هوایی به شمار می‌آید. با افزایش سطح شوری، طول ساقه کاهش چشمگیری داشت (شکل ۲). این نتیجه مطابق با بررسی‌های صفرنژاد و حمیدی (۱۸) است که ضمن بررسی اثر شوری بر روی رازیانه^۳ ملاحظه نمودند که علاوه بر کاهش جدی جوانه زنی، طول ریشه، طول ساقه، وزن تر و خشک ریشه و ساقه، نسبت اندام هوایی به ریشه و زیست‌توده به طور معنی‌داری در اثر شوری کاهش یافت. که این اختلال رشدی و کاهش ارتفاع اندام

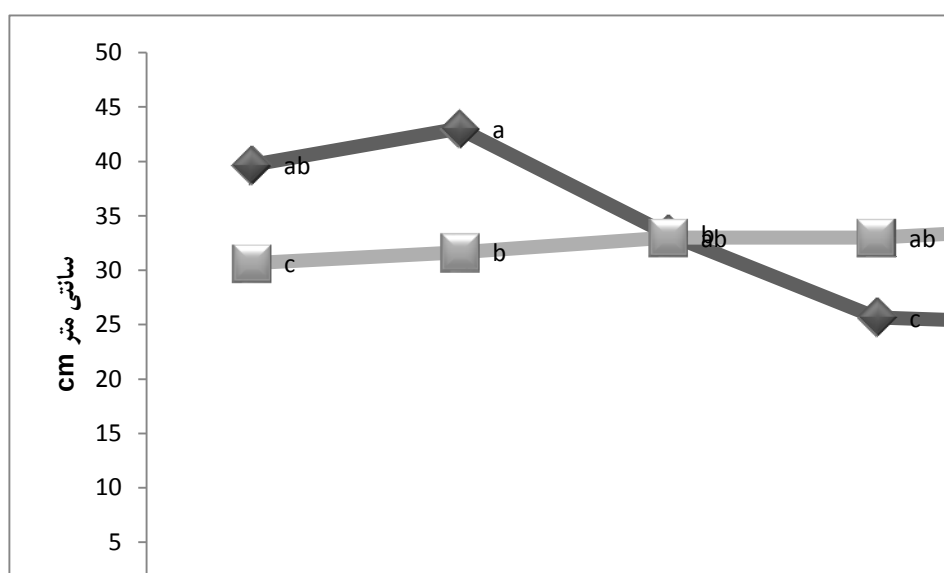
هوایی به دلیل کاهش و یا از بین رفتن سطح فتوسنتز کننده در اثر قرار گرفتن در معرض تنش شوری می‌باشد. همچنین با افزایش تنش شوری، طول ریشه ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت (شکل ۲). این نتیجه با نتیجه آزمایشات صفرنژاد و همکاران (۱۷) که اعلام کردند که با افزایش تنش شوری درصد جوانه زنی، شاخص قدرت جوانه زنی، بذری، طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک ریشه، وزن خشک ساقه، نسبت اندام هوایی به ریشه در سیاهدانه کاهش می‌یابد، همسو می‌باشد. این کاهش رشد در گیاهان تحت تنش شوری، به دلیل کاهش ذخائر انرژی گیاه باشد که می‌تواند در نتیجه کاهش و اختلال فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی در گیاهان بوجود بیاید. همچنین کاهش طول ریشه می‌تواند به علت سمیت یونی و در نهایت اختلال متابولیسمی باشد و افزایش پس از آن، به این دلیل است که ریشه یکی از اندام‌های است که شروع به گسترش می‌کند تا سطح جذب‌کننده گیاه را افزایش دهد، در نتیجه هر چه طول ریشه گسترش می‌یابد قدرت جذب آب افزایش یافته و اثر تنش خشکی کم می‌شود که این نتیجه با نتایج عباسقلی‌زاده (۱) روی پونه‌سای البرزی مطابقت داشت. با افزایش سطح شوری، درصد اسانس ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت (شکل ۳). این نتیجه موید تاثیر مثبت سطوح کم تنش بر درصد اسانس می‌باشد که با افزایش سطوح تنش درصد اسانس کاهش می‌یابد که دلیل کاهش درصد اسانس در سطوح متوسط تا شدید را می‌توان کاهش سطوح فتوسنتز کننده و مصرف بیش از حد انرژی در جهت کنترل و کاهش اثر شوری برای برقراری تعادل یونی و اسمزی به منظور جلوگیری از سمیت یون‌ها و آماس سلولی و در نتیجه کاهش تولید متابولیت‌های ثانویه و درصد اسانس ذکر نمود (۱۵).

باتوجه به جدول ۲ مشخص است که ترکیب اجزای اسانس تحت تاثیر تنش شوری، تغییر کرده است. به طوری که با افزایش سطح شوری مقدار بورنتول، کادینول، کامفور، کاریوفیلین اکساید و سیمین ۸-آل ابتدا افزایش و سپس در سطح پنجم کاهش، ترکیبات مختلف سیمین ابتدا تا سطح دوم شوری کاهش، در سطوح متوسط افزایش و در سطح پنجم کاهش داشته است. نتایج نشان می‌دهند با افزایش تنش به خصوص تا سطوح متوسط (سطح چهارم)، اجزایی از اسانس که تعیین‌کننده کیفیت آن می‌باشند به نفع افزایش کیفیت اسانس، افزایش نشان داده‌اند به طوری که بورنتول، کاریوفیلین اکساید و سیمین ۸-آل از ترکیبات مهم اسانس، افزایش‌دهنده کیفیت اسانس، افزایش یافته است.

- 1 - *Nigella sativa*
- 2 - *Cuminum cyminum*
- 3 - *Foeniculum vulgare* Mill.



شکل ۱- اثر تنش شوری بر وزن تر ریشه و ساقه و وزن خشک ریشه گیاه اسطوخودوس
Figure 1- The effect of salinity on shoot and root fresh weight and root dry weight of Lavender



شکل ۲- اثر تنش شوری بر طول ساقه و ریشه گیاه اسطوخودوس
Figure 2- The effect of salinity on stem and root length of Lavender

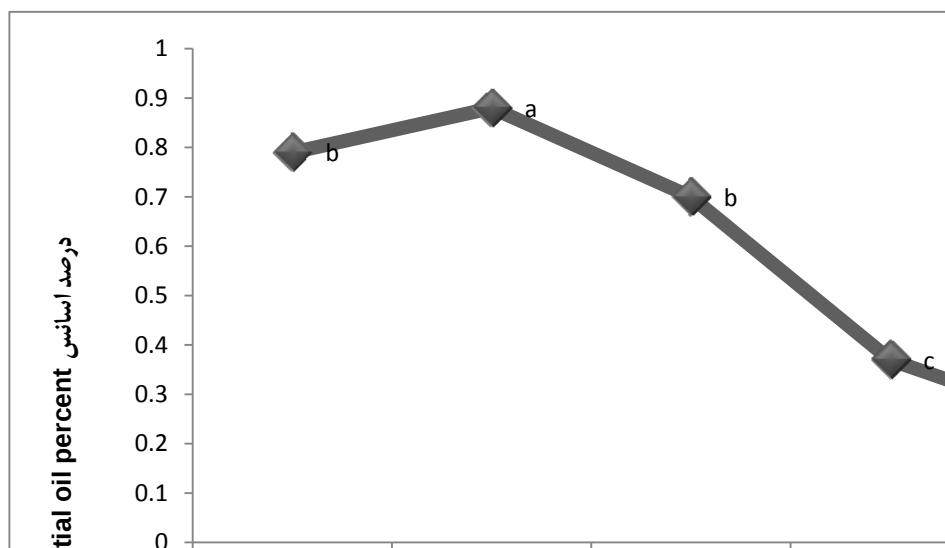
یک کاهش ۲۰ درصدی در عملکرد اسانس می‌شود. تحت اثر شوری در نعناع، مقدار لیمونن^۱ افزایش ولی مقدار کارون^۲ کاهش یافت. در مورد مرزنجوش نیز تنش شوری باعث افزایش در مقدار سایبینین^۳ شد که با کاهش در مقدار هیدرات سابینین^۴ همراه بود. نتایج این تحقیق نشان داد که نعناع و مرزنجوش به شوری حساس هستند و شوری

تغییرات مشاهده شده در ترکیب اجزای اسانس اسطوخودوس تحت تاثیر تنش شوری، در گیاهان دارویی دیگر نیز گزارش شده است به طوری که این تغییرات را می‌توان به صرف بیشتر انرژی گیاه برای جذب آب در شرایط تنش، تغییر و افزایش غلظت پروتوپلاست، تغییر در مسیرهای تنفسی و مسیر فسفات پنتوز مربوط دانست که به نوعی در تولید آنزیم‌های تولید کننده اسانس در گیاه اختلال ایجاد کرده و در نتیجه سبب تغییر در اجزای اسانس می‌شوند و می‌تواند نوع ترکیب‌های اسانس را نیز تغییر دهد (۲). به طوری که در تحقیق مشابهی، ال-کلتاوی و کروتیو (۴) اثر شوری آب آبیاری را بر مرزنجوش و گونه‌ای از نعناع بررسی کرده و دریافتند که شوری باعث

- 1 -Limonene
- 2 -Carvone
- 3 -Sabinene
- 4 -Sabinene hydrate

حد زیاد تعدیل نمود. از طرف دیگر در نتیجه تنش شوری متابولیسم گیاه و تولید آنزیم‌های سازنده اسانس تحت تاثیر قرار می‌گیرد و در نتیجه در مقدار نهایی اجزای اسانس تغییر ایجاد می‌گردد.

رشد و تولید اسانس را شاید از طریق محدود کردن متابولیسم و انتقال سیتوکینین متوقف می‌سازد، زیرا محلول‌پاشی گیاهان مذکور با سیتوکینین، رشد و تولید اسانس را افزایش داده و اثرات شوری را تا



شکل ۳- اثر تنش شوری بر وزن درصد اسانس گیاه اسطوخودوس
Figure 3- The effect of salinity on essential oil percent of Laverder

جدول ۲- اثر سطوح مختلف تنش شوری روی اجزای اسانس برگ اسطوخودوس

Table 1- The effect of salinity stress of leaf components of Laverder essential oil

متابولیت‌های ثانویه Secondary metabolites	NaCl (mmol L ⁻¹)				
	0	25	50	75	100
Borneol	27.76	30.3	34.9	38.9	18.15
Epi- α -Cadinol	39.2	28.8	24.8	22.3	42.55
Caryophyllene oxide	6.53	9.45	9.75	10	7.5
1-8-Cineol	0.53	0.55	0.57	0.6	0.1
Camphor	1.36	1.43	2.7	3.6	0.6
P-Cymen-8-ol	0.8	0.6	0.9	1.5	0.45
P-Cymen-9-ol	0.56	0.3	1.1	2.5	0.25
Γ -Cadinene	4.84	6.5	7.93	2.9	10.15
cis-14-nor>Muuro-5-en-4-one>	4.2	4.2	3.7	3.5	6.2
Cyclolorenone	5.23	4.55	4.1	3.6	6.5
Hexahydrofarnesyl acetone	1.3	2.1	1.8	1.2	2.2
1-10-di-epi-cubenol	2.2	2.1	1.7	1.9	2.3
Camphene	0.13	0.1	0.01	-	-
P-Cymene	0.13	0.2	0.14	0.1	0.05
Crypton	0.1	1.05	0.9	0.7	0.2
Eucarvone	0.26	0.7	0.75	0.8	0.1
Borneol Formate	0.26	0.4	0.3	0.2	0.2
Cumin aldehyde	0.56	0.8	0.7	0.6	0.35
Carvone	0.3	0.35	0.46	0.6	0.15
Phellandral	0.06	0.4	0.3	0.1	0.05
Bornyl acetate-)	1	1.2	1.8	2.3	0.6
α -Santalene	0.45	0.55	0.5	0.4	0.2
α -Calacorene	0.5	0.3	0.4	0.4	0.45
Total	98.76	97.85	98.5	98.6	99.3

نتیجه گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد اسطوخودوس دارای تحمل متوسطی نسبت به تنش شوری می باشد به طوری که در اکثر خاک های کشاورزی مشروط براین که حد شوری آن ها از ۲۵ میلی مولار کلرید سدیم بیشتر نباشد، می تواند پرورش یابد در غیر این صورت افزایش درصد و کیفیت اسانس ممکن است تا حدی کاهش شاخص های رشدی در اثر تنش شوری را جبران نماید.

سپاسگزاری

این تحقیق در قالب طرح پژوهشی با شماره ۱۲۹-۳۱۴-۹۲ مورخ ۱۳۹۲/۱۰/۳۰، با اعتبارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شده است که بدین وسیله از معاونت و مدیریت محترم پژوهشی صمیمانه تشکر می گردد

منابع

- 1- Abbasghlizada M. 2011. Effect of drought stress on quantity and quality characters of medicinal plant *Nepeta racemosa*. MSc thesis from Islamic Azad University-Rudehen unit. 86 pages.
- 2- Afzali S.F.A.D., Shariatmadari H., Hajiabbasi, M.A. and Moatar F. 2007. Salinity and drought stresses effects on flower yield and flavonol-o-glycosides in Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 3 (37): 382-390 (in Persian).
- 3- Dow A.I., Cline, T.A. and Horning E.V. 1981. Salt tolerance studies on irrigated mint. Bull. Agr. Center, Washington State University, Pullman, No: 906.
- 4- El-Keltawi N.E. and Croteau R. 1987. Salinity depression of growth and essential oil formation in spearmint and marjoram and its reverse foliar applied cytokinin. Phytochemistry, 26:1333-1334.
- 5- Hajisamadiasl B., Hassanpouraghdam, M.B. and Khalighi A. 2011. Effects of gibberlic acid (GA3) foliar application on growth characteristics and essential oil of Lavender (*Lavandula officinalis* Chaix.), Journal of Agriculture Sciences. 21(2): 223 – 232.
- 6- Jaimand K. and Rezaei M.B. 2001. Essential oil and essential oil device. Researches of Medicinal and Aromatic Plants, 9: 1-161.
- 7- Khorasaninejad S., Mousavi A., Soltanloo H., Hemmati, K. and Khalighi A. 2010. The Effect of salinity stress on growth parameters, essential oil yield and constituent of Peppermint (*Mentha piperita* L.). World Applied Sciences Journal, 11 (11): 1403-1407.
- 8- Mashreghi M., Azizi M., Oroojalian, F. and Shah Tahmasebi N. 2014. Study on the chemical constituents and antibacterial activity of *Kelussia odoratissima* and *Teucrium polium* essential oils against some food borne pathogens. Journal of Horticultural Science, 28 (4): 487-495 (in Persian).
- 9- Mozaffarian V. 1996. A Dictionary of Iranian Plant Names. Farhang moaser, Tehran. 740p.
- 10- Nazari H., Jahanjo N., Safarieh M., Taherian M., Khaleghian, A. and Vafaei A. 2011. The effect of *Avena sativa* alcoholic and aqueous extract on the wound healing and skin inflammation. Urmia Medical Journal, 22 (5): 467-473.
- 11- Niakan M., Khavarynejad, R.A. and Rezaee M.B. 2004. Effects of different rates of NPK fertilizer on the leaf fresh weight, dry weight, leaf area and oil content of *Mentha piperita* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 20 (2): 131-148.
- 12- Noruzi M. 2001. The Hydroponic. Mohaddes Press.
- 13- Olfa Baatour R., Kaddour W., Aidi Wannes, M. and Lachaal Marzouk B. 2009. Salt effects on the growth, mineral nutrition, essential oil yield and composition of marjoram (*Origanum majorana*). Acta Physiol Plant, 10: 0374-4.
- 14- Omidbeigi R. 2005. Produce and process of medicinal plants. Volume 3. Astan Ghods Razavi Press. 400p.
- 15- Ozturk A., Unlukara A., Ipek, A. and Gurbuz B. 2004. Effects of salt stress and water deficit on plant growth and essential oil content of Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.). Pakistan Journal of Botany, 36(4): 787-792.
- 16- Prasad A., Anwar M., Patra, D.D. and Singh D.V. 1996. Tolerance of mint plants to soil salinity. Journal of the Indian Society of Soil Science, 44(1):184-186.
- 17- Safarnejad A., Sadr, S.V.A. and Hamidi H. 2007. Effect of salinity stress on morphological characters of *Nigella sativa*. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 15(1): 75- 84 (In Persian).
- 18- Safarnejad A. and Hamidi H. 2008. Morphological characterization of *Foeniculum vulgare* Mill. in response to salt stress, 17(1): 38-49.
- 19- Salami M.R., Safarnejad, A. and Hamidi H. 2006. Effect of salinity stress on morphological characters of *Cuminum cyminum* and *Valeriana officinalis*. Pajouhesh and Sazandegi, 72: 77 -83 (In Persian).
- 20- Sarani H., Heidari M., Glavi, M. and Siahsar B.A. 2013. Effects of salinity and iron on growth, photosynthetic pigments and electrophoresis bands in two genus chamomile (*Matricaria chamomilla* L. and *Anthemis nobilis* L.).

- Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29(4): 732-746 (In Persian).
- 21- Statistics letter of agriculture. 2011. Volume 2. Ministry of Agricultural Jihad.
- 22- The plan of guideline of Medicinal plant Research. 2008. Research Institute of Forests and Rangelands.
- 23- The Site of Medical Services of Iran, WWW.IranEMs.com
- 24- Szabolcs I. 1989. Salt-affected soils. CRC press. Boca Raton. Florida. p 274.
- 25- Udagawa Y., Ito T., Tognoni F., Namiki T., Nukaya, H. and Maruo T. 1995. Some response of dill (*Anettum graveolens*) and thyme (*Thymus vulgaris* L.) grown in hydroponics to the concentration of nutrient solution. Acta Horticulturae, 396:203-210.
- 26- Upson T. and Andrews S. 2004. The genus Lavandula, 1st edn. Timber press, Portland, Oregon.
- 27- Zafari F., Amiri, M.E. and Vatanpour Azghandi A. 2015. Physiological response of pear (*Pyrus Communis* cv. Dargazi) to salinity stress under In vitro conditions. Journal of Horticultural Science, 28(4): 594-599 (in Persian).



مقایسه قندها، ترکیبات مختلف، اسیدهای آلی و ترکیبات فنولی ارقام خرمای

شاهانی، پیارم و دیری

سمیه رستگار^{۱*} - مجید راحمی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۶

چکیده

در این پژوهش ترکیبات مختلف میوه شامل درصد رطوبت، پروتئین، عناصر غذایی، قندهای گلوکز و فروکتوز، کارتنوئید و اسیدهای آلی و فنولیک اسید ارقام خرمای شاهانی، پیارم و دیری مورد بررسی قرار گرفت. جهت تجزیه قندها از دستگاه کروماتوگرافی تبادل یونی با کارایی بالا (HPAEC-PAD) استفاده شد. برای تجزیه نوع و غلظت اسیدهای آلی و فنولیک اسید از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) استفاده شد. بر اساس نتایج بدست آمده رقم شاهانی به عنوان خرمای نرم، رقم پیارم به عنوان خرمای نیمه خشک و رقم دیری به عنوان خرمای خشک از نظر برخی ترکیبات درونی تفاوت معنی داری با یکدیگر نشان دادند. رقم پیارم دارای اسید آلی بالاتری در مقایسه با دیگر ارقام بود در حالی که دیری دارای عناصر غذایی، فنل کل و فنولیک اسید بالاتری نسبت به دو رقم دیگر بود. در هر سه رقم پتاسیم نسبت به دیگر عناصر مورد بررسی در سطح بالاتری (۱۱۷۰-۲۴۴ میلی گرم در ۱۰۰ گرم) قرار داشت. شاهانی با داشتن ۶۸/۸ درصد قند دارای بیشترین قند کاهش یافته در بین ارقام مورد بررسی بود که تفاوت معنی داری با ارقام پیارم و دیری نشان داد. بیشترین میزان پروتئین در رقم دیری (۷/۳ درصد) مشاهده شد که تفاوت معنی داری با دیگر ارقام داشت.

واژه‌های کلیدی: خرما، فنولیک اسید، کروماتوگرافی، گلوکز

مقدمه

درخت خرما با نام علمی (*Phoenix dactylifera L.*) گیاهی تک لپه و دو پایه می باشد. نخل یکی از درختان مهم و استراتژیک ایران است. کشور ایران، با سطح زیرکشت حدود ۲۴۰ هزار هکتار (سطح زیر کشت بارور ۲۰۹ هزار هکتار) و تولیدی حدود یک میلیون تن محصول، از بزرگترین تولیدکنندگان خرما در دنیا به شمار می رود که از نظر سطح زیرکشت بالغ بر ۱۲ درصد سطح زیرکشت دنیا و از نظر تولید بیش از ۱۴ درصد میزان تولید دنیا را بخود اختصاص داده است (۳). همچنین به لحاظ رتبه بندی، ایران در بین کشورهای تولیدکننده خرما از نظر سطح زیرکشت دارای رتبه اول و از نظر میزان تولید دارای رتبه سوم بعد از کشورهای مصر و عربستان می باشد (۱۲). محصول خرما به جهت ارزش غذایی بالا، علاوه بر ارزش اقتصادی آن، حائز اهمیت ویژه ای است. میوه خرما یکی از با ارزشترین مواد غذایی است که بخش اعظم (تقریباً ۷۰ درصد) آن را قند تشکیل

می دهد. اگرچه میزان ویتامین های آن چندان قابل ملاحظه نیست، اما خاکستر آن دارای ۵۰ درصد پتاسیم، ۸ درصد فسفر و ۵ درصد کلسیم است. بنابراین می تواند یکی از منابع مهم ترکیبات معدنی در یک رژیم غذایی متعادل باشد. علاوه بر مصرف مستقیم میوه، فرآورده های صنعتی متنوعی نیز از این محصول استخراج می گردد که شیره خرما، عسل خرما، قند مایع، سرکه خرما، الکل، کارامل، خمیر خرما و شکلات خرما از آن جمله هستند (۲۲). حداقل پانزده عنصر غذایی در میوه خرما یافت می شود. درصد این عناصر بسته به نوع رقم خرما بین ۰/۱ تا ۹۱۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم میوه متفاوت می باشد. مهم ترین عناصر غذایی میوه خرما، پتاسیم، کلسیم و منیزیم می باشند. نصیردون خان و همکاران (۲۱) در بررسی ارقام خرمای مختلف کشور پاکستان، نشان دادند که میزان پتاسیم بین ۴۰۳ تا ۶۳۲ میلی گرم در ۱۰۰ گرم و میزان کلسیم بین ۲۷ تا ۸۱ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بین ارقام متفاوت می باشند. ال قریشی در سال ۲۰۱۰ (۲) طی بررسی میوه خرمای رقم هلالی میزان پتاسیم و میزان سدیم میوه را ۸۷۷ و ۹۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم گزارش کرد. مواد فنولی در خرمای رسیده حدود ۳ درصد وزن خشک را تشکیل می دهند و شامل چهار گروه اصلی تانن، فلاون ها، فلاوان ها و فلاونول ها می باشند. ترکیبات فنولی

۱- استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان
(Email: rastegarhort@gmail.com)
*نویسنده مسئول:

۲- استاد گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

جزو ترکیباتی هستند که در تمام گیاهان شامل میوه‌ها، سبزی‌ها، غلات و غیره وجود دارند. این ترکیبات جزو متابولیت‌های ثانویه گیاهان هستند. تانن‌ها که اغلب در لایه‌های تانن دار مزوکارپ یافت می‌شوند عامل اصلی طعم گس میوه‌های نارس می‌باشند. در مراحل اولیه رشد و نمو میوه تانن‌ها به صورت محلول هستند ولی در مراحل نهایی به فرم دانه‌های غیر محلول در آمده و میوه طعم گس خود را از دست می‌دهد (۲۳). مهم‌ترین اسیدهای آلی که در گوشت میوه خرما یافت شده‌اند، اسید مالیک، اسید سیتریک و اسید اگزالیک می‌باشند (۱۲). براساس میزان رطوبت میوه در مرحله تمر، ارقام خرما به سه دسته مختلف شامل خشک، نیمه‌خشک و نرم تقسیم‌بندی می‌شوند. ارقامی که درصد رطوبت میوه در آن‌ها کم‌تر از ۱۰ درصد است ارقام خشک، بین ۱۰ تا ۱۵ درصد نیمه‌خشک و از ۱۵ تا ۲۰ درصد ارقام نرم می‌باشند. اسماعیل و همکاران (۱۴) در سال ۲۰۰۶ در بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی پنج رقم خرما در کشور امارات متحده عربی، میزان رطوبت خرما در مرحله تمر را بین ۲۰ تا ۲۲ درصد گزارش کردند. در تحقیق دیگری دامنه رطوبتی ارقام مختلف خرما در کشور پاکستان، در مرحله تمر ۱۷/۴ تا ۱۴/۳ درصد بیان شده است (۲۱). محصول خرما ی پیرام از طرف سازمان‌های تحقیقاتی داخلی و خارجی به عنوان رقم برتر کشور و حتی جهان معرفی شده است و جزء مرغوب‌ترین خرماهای صادراتی کشور است که به دلیل کیفیت مناسب و بازارپسندی بازار صادراتی مناسبی در جهان دارد. خرماهای شاهی نیز یکی از مهم‌ترین ارقام خرماهای نرم ایران و از جمله مهم‌ترین و فراوان‌ترین ارقام استان فارس محسوب می‌شود. رقم دیری یکی از ارقام خشک ایران است که قابلیت انبارداری خوبی دارد. با مشخص شدن ترکیبات ارقام مختلف می‌توان جهت استفاده در صنایع و فراوری‌های متفاوت برای آن‌ها برنامه‌ریزی نمود. علیرغم جایگاه مهم خرما در کشور متأسفانه تحقیقات اندکی بر روی آن مخصوصاً خصوصیات و ترکیبات در بین ارقام مختلف انجام گرفته لذا در این پژوهش سه رقم خرماهای شاهی، پیارم و دیری به ترتیب به عنوان ارقام نرم، نیمه خشک و خشک از نظر ترکیبات مختلف مورد بررسی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

آزمایش در غالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در کلکسیون نخل موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری واقع در شهرستان جهرم انجام گردید. شهرستان جهرم با مشخصات جغرافیایی ۲۸ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی و ۵۳ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی در جنوب ایران واقع است. ارقام مختلف خرما در مرحله رسیدگی برداشت شدند. از هر رقم سه درخت انتخاب شد میوه‌ها از خوشه‌های مختلف به طور تصادفی برداشت شدند. پس از برداشت میوه‌های

رسیده، خصوصیات شیمیایی شامل قندهای ساکارز، فروکتوز و گلوکز، مواد جامد محلول، اسیدهای آلی، کارتنوئید، فنول و فلاونوئید، غلظت عناصر غذایی پتاسیم، منیزیم، سدیم، کلسیم، روی، آهن و منگنز) میوه‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری درصد مواد جامد محلول از قندسنج دستی (ATC1E, ATAGO, Japan) استفاده گردید. جهت اندازه‌گیری عناصر معدنی موجود در خرما از روش جذب اتمی (دستگاه جذب اتمی مدل AA۲۴۰ شرکت Varian) استفاده شد. ابتدا نمونه را در دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک کرده آنگاه قسمتی از پودر خشک نمونه را در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به خاکستر تبدیل نموده آنگاه با اسید کلریدریک هضم و عناصر معدنی در آن برحسب واحد ppm محاسبه گردید (۷). برای تجزیه قندها از روش وو و همکاران (۲۶) با کمی تغییر استفاده شد. بدین منظور بافت میوه، با استفاده از ازلت مایع پودر گردید. یک گرم از پودر میوه با ۵ سی‌سی آب دیونیزه مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه در حمام بن ماری و در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد عصاره‌گیری شد. عصاره حاصل به مدت ۱۵ دقیقه و با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد. جهت تجزیه قندها از دستگاه کروماتوگرافی تبادل یونی با کارایی بالا (HPAEC-PAD) مدل (ساخت آمریکا) استفاده شد. مواد با سرعت جریان ۱ میلی لیتر در دقیقه و دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد از ستون Carb ۱-۲۵۰ با ابعاد (۴/۶mm × ۲۵۰mm) عبور داده شد. در نهایت برای هر یک از قندها، منحنی کالیبراسیون رسم شده در نهایت از این منحنی‌ها جهت تعیین غلظت قند در نمونه‌ها استفاده گردید. برای تجزیه نوع و غلظت اسیدهای آلی و ترکیبات فنولی میوه از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا با ستون Carb ۱-۲۵۰ با ابعاد (۴/۶mm × ۲۵۰mm) استفاده شد. برای سنجش محتوای کارتنوئید از روش روش برادفورد با استفاده از اسپکتروفتومتر Varian Cary 50, (USA) در طول موج ۵۹۵ انجام شد (۸). غلظت تانن محلول نمونه‌ها بر طبق روش فولین سیاکالتیو اندازه‌گیری شد (۲۶). محتوای فنل کل بر اساس روش و با استفاده از معرف فولین و میزان فلاونوئید کل به روش رنگ سنجی با استفاده از کلرید آلومینیوم و بر حسب کوئرستین با استفاده از اسپکتروفتومتر (Varian Cary 50, USA) اندازه‌گیری گردید (۱۵). اطلاعات بدست آمده توسط نرم افزار رایانه‌ای SPSS تجزیه و تحلیل و میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود ارقام مختلف از نظر مواد جامد محلول کل و pH تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. مقدار پروتئین در بین ارقام مختلف متفاوت دیده شد و بیشترین مقدار

اوارد (۹) گزارش کرد که میزان تانن رقم لونست طی رشد ونمو میوه از ۱۵/۵ میلی گرم در گرم به ۳/۲ میلی گرم در گرم کاهش می یابد. بیشترین مقدار کارتنوئید در رقم شاهانی با میزان ۰/۱۸ دیده شد که تفاوت معنی داری با دیری (۰/۰۴) و پیارم (۰/۰۹) نشان داد. البته چنین نتیجه ای قابل انتظار بود. زیرا ارقام پیارم و شاهانی دارای خلال به رنگ زرد اما دیری دارای خلال به رنگ قرمز است. نتایج بدست آمده در این تحقیق در راستای نتایج مرتضوی (۱۹) می باشد. ال فارسی و همکاران (۱) میزان کارتنوئید ارقام خرمای فارد، خصاب و خلاص را به ترتیب در مرحله تمر ۱/۳۹، ۱/۳۱ و ۳/۰۳ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بیان کرد. این مقدار نسبت به داده های این پژوهش در سطح پایین تری می باشد که دلیل آن شاید تفاوت ارقام، شرایط آب و هوایی و روش اندازه گیری باشد. نتایج تجربه آنالیز داده نشان داد که سه رقم خرمای مورد بررسی از نظر میزان گلوکز تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند اما از نظر مقدار فروکتوز با یکدیگر در سطح احتمال (۵ درصد) تفاوت معنی دار نشان دادند (جدول ۱). در کل رقم خرمای شاهانی دارای بیشترین مقدار قند کاهش یافته بود (۶۳/۸) که با ارقام پیارم و شاهانی تفاوت معنی داری نشان دادند. نتایج تجزیه غلظت قندها توسط مرتضوی (۱۹) نشان داد که در خرمای برخی، قندهای غالب گلوکز و فروکتوز و اندکی ساکارز وجود دارد. او غلظت قندهای گلوکز، فروکتوز و ساکارز را در مرحله تمر به ترتیب ۴۰، ۳۵ و ۲/۴ درصد بیان کرده است. در بررسی میزان قند ارقام سایر، دیری، زاهدی و حلاوی در مرحله تمر میزان گلوکز آنها را بین ۲۴۶/۳ تا ۵۲/۴ میلی گرم در گرم و مقدار قند فروکتوز نمونه ها را بین ۴۰/۸ تا ۵۷/۷ میلی گرم در گرم و میزان ساکارز آنها را بین ۵/۴ تا ۶/۵ میلی گرم در گرم گزارش شده است (۲۰).

همان طور که در نمودار ۱ نشان داده شده است رقم دیری دارای بیشترین میزان فنل کل (۴۰ میلی گرم در گرم) بود که با شاهانی (۱۸ میلی گرم در گرم) و پیارم (۲۳ میلی گرم در گرم) تفاوت معنی داری نشان داد. بیشترین میزان فلاونوئید در شاهانی (۳۵) میلی گرم در گرم) و بعد از آن به ترتیب در پیارم (میلی گرم در گرم ۲۲) و دیری (۲۰ میلی گرم در گرم) مشاهده شد. بر اساس نتایج بدست آمده کاتکین نسبت به دیگر ترکیبات فنولی مورد بررسی در هر سه رقم در سطح بالاتری قرار داشت. سه رقم خرمای شاهانی، پیارم و دیری از نظر مقدار اسید کلروژنیک و گالیک تفاوت معنی داری با یکدیگر نشان ندادند. اما از نظر کاتکین و کافئیک اسید تفاوت معنی داری بین آنها مشاهده شد (جدول ۲). نتایج این تحقیق در راستای تحقیقات بیگلاری و همکاران (۷) می باشد. آنها اظهار داشتند که ارقام خشک در مقایسه با ارقام نرم خرمای دارای محتوای فنول بیشتری هستند. وو و همکاران (۲۶)، ال فارسی و همکاران (۱) در سال ۲۰۰۷ به ترتیب میزان فنول ارقام خرمای امریکا و عمان را بین ۵۷۲-۶۶۱ و ۱۷۲-۲۴۶ میلی گرم در گرم بیان کردند. نتایج این پژوهش با نتایج

به ترتیب در دیری (۷/۳ درصد)، پیارم (۶/۷ درصد) و شاهانی (۴/۲ درصد) مشاهده شد. اما برخی دیگر اظهار داشتند که میزان پروتئین در ارقام خرمای تونس طی رشد میوه از ۲/۲۲ به ۵/۰۲ گرم در ۱۰۰ گرم افزایش می یابد (۱۰). در مقایسه مقدار پروتئین بدست آمده در این پژوهش با دیگر تحقیقات میوه خرما، داده ها در سطح بالاتری می باشد. برای مثال در پژوهشی میزان پروتئین رقم دگلت نور و آلیگ به ترتیب ۲/۱۰ و ۳/۰۳ درصد بیان شده است (۱۱). اسماعیل و همکاران (۱۴) در بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی پنج رقم خرما در کشور امارات تفاوت معنی داری در میزان پروتئین میوه خرمای ارقام مختلف مشاهده نشد. حبیب و ابراهیم (۱۳) طی تحقیقی بر روی ارقام مختلف خرمای امارات در مرحله تمر میزان پروتئین میوه خرما را بین ۱/۸ تا ۳/۱ گرم در صد گرم بیان کردند. گزارش های مختلف نشان داده اند که میزان پروتئین میوه خرما طی رشد نمو میوه کاهش می یابد (۵ و ۱۰). احتمالاً نوع رقم، شرایط محیطی و روش اندازه گیری (برادفورد) علت این تفاوت می باشد.

بر اساس نتایج بدست آمده رقم شاهانی با مقدار ۱۷/۳ درصد دارای بالاترین درصد رطوبت و بعد از آن پیارم با مقدار ۱۵/۳ درصد رطوبت و دیری با ۹/۳ درصد رطوبت قرار داشتند. درصد رطوبت میوه در مرحله تمر بسته به رقم متفاوت می باشد که بر این اساس درصد ارقام خشک، نرم و نیمه خشک را طبقه بندی می کنند. نتایج بدست آمده در این تحقیق در راستای نتایج قبلی محققان می باشد (۲۷). در سال ۲۰۰۵ مقصودلو و همکاران (۱۷) در مقایسه با نتایج بدست آمده در این گزارش محتوای آب بیشتری در رقم شاهانی گزارش کردند. مرابت و همکاران (۱۸) نیز در مطالعه بر روی ده رقم خرمای کشور تونس دامنه رطوبتی ارقام خرما را بین ۱۲ تا ۴۷ درصد گزارش نمودند. حبیب و ابراهیم (۱۳) طی تحقیقی بر روی ۱۸ رقم خرمای امارات در مرحله تمر درصد رطوبت میوه را بین ۱۳/۳ تا ۲۰ درصد گزارش کردند. تغییر مشاهده شده در ارقام مشابه احتمالاً بدلیل تفاوت شرایط آب و هوایی و عملیات کشاورزی می باشد.

همان طور که در جدول ۱ نشان داده شده است میزان تانن محلول در رقم دیری حدود دو برابر بیشتر از شاهانی و پیارم می باشد در حالیکه ارقام شاهانی و پیارم تفاوت معنی داری با یکدیگر نشان ندادند. مزه گسی در مراحل اولیه میوه مربوط به تانن می باشد. تعادل بین تانن محلول و غیر محلول قابلیت خوراکی میوه را تعیین می کند. غلظت بالای تانن ممکن است میوه خرما را غیر قابل خوراکی نشان دهد. در واقع طی رشد و نمو اغلب میوه ها بیشتر تانن محلول تبدیل به تانن غیر محلول می شود. کاهش مواد فنولی در دوره رشد و نمو میوه می تواند ناشی از فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز نیز باشد که باعث تجزیه مواد فنولی می شود. تفتی و فولادی (۲۵) در بررسی رقم شمسیای نشان دادند که میزان تانن محلول در خرما از مرحله کیمیری (۱۷/۷ درصد) به مرحله تمر (۰/۲ درصد) کاهش می یابد. به طور مشابه

بیگلاری (۷) در ارقام مختلف خرما مطابقت دارد. گزارش شده است شاید تفاوت رقم و شرایط آب و هوایی دلیل تفاوت از میزان فنول و فلاونوئید در ارقام مختلف در کشورهای مختلف تحقیقات باشد.

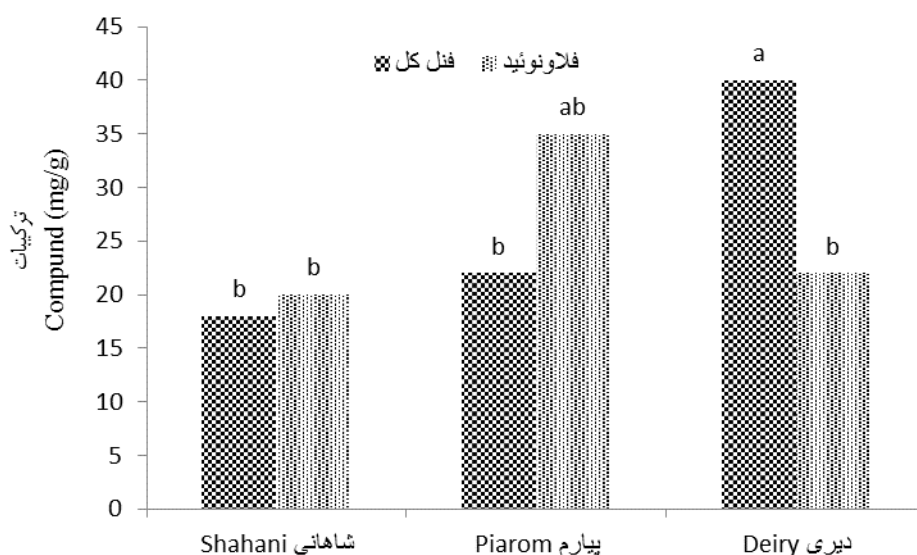
جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مختلف خرمای پیارم، شاهانی و دیری

Table 1-Comparing means of different property of piarom, shahani and deiry date palm

رقم cultivar	گلوکز/فروکتوز Glucose / Fructose	کل قند کاهش یافته Reduced sugar (g/100g)	فروکتوز Fructose (g/100g)	گلوکز Glucose (g/100g)	تانن محلول Soluble tannin (mg/g)	پروتئین Protein (%)	کارتنوئید Carotenoid (mg/100g)	درصد رطوبت Moisture (%)	کل مواد جامد محلول TSS (%)	pH
شاهانی Shahani	1a	63.8a	31a	32a	3.6a	4.2c	0.18a	17.3a	74.6a	6.3a*
پیارم Piarom	1.5a	52.7b	21b	20.7a	3.8a	6.7b	0.09b	15.3b	78a	6.3a
دیری Deiry	1.4a	53.7b	22b	22.2a	6.6b	6.7a	0.04c	9.3c	80a	6.6a

* 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 ($P<0.05$)



شکل ۱- میزان فنل و فلاونوئید در ارقام شاهانی، پیارم و دیری. میانگین ها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه شدند

Figure 1- Phenol and flavonoid in Shahani, Piarom and Deiry variety date palm. The means were compared by Duncan's multiple range tests

جدول ۲- میزان برخی فنولیک اسیدها در میوه خرمای شاهانی، پیارم و دیری

Table 2- some of Phenolic acids in Shahani, Piarom and Deiry date palm fruit.

رقم cultivar	کافئیک اسید Caffeic acid (μg/g)	کلروژنیک اسید Chlorogenic acid (μg/g)	کاتکین Catchin (μg/g)	گالیک اسید Gallic acid (μg/g)
شاهانی Shahani	108c	14.8a	588c	18.8a*
پیارم Piarom	128b	15a	921b	20a
دیری Deiry	224a	14.6a	1461a	19.8a

* 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 ($P<0.05$)

مرحله تمر رقم برخی را به ترتیب ۳۸، ۵۰ و ۸۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم گزارش کرده است. بطور کلی و بر اساس نتایج بدست آمده و تایید آن توسط دیگر محققین می توان گفت میوه خرما یک منبع غنی از عنصر پتاسیم به شمار می رود. در تحقیقی محققان، میزان پتاسیم ۱۸ رقم خرمای کشور امارات را در دامنه ای بین ۲۵۳-۴۹۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم و میزان منیزیم آنها را بین ۶۴-۳۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم و میزان کلسیم را بین ۴۶-۱۴ میلی گرم در ۱۰۰ گرم گزارش کردند (۱۳).

همان طور که در جدول ۳ نشان داده شده است در هر سه رقم خرما عنصر پتاسیم دارای بیشترین مقدار در مقایسه با دیگر عناصر مورد بررسی می باشد. در بین عناصر میکرو منگنز نسبت به عناصر آهن و روی دارای مقدار کمتری می باشد. در بین سه رقم خرمای مورد بررسی، تفاوت معنی داری از نظر آهن، روی، منگنز و سدیم دیده نشد اما دیگر عناصر تفاوت معنی داری با یکدیگر نشان دادند. رقم دیری نسبت به دو رقم دیگر دارای محتوای عناصر معدنی بیشتری بود که به احتمال بدلیل رطوبت کمتر این رقم می باشد. مرتضوی (۱۹) در گزارشی غلظت عناصر منیزیم، کلسیم و پتاسیم در

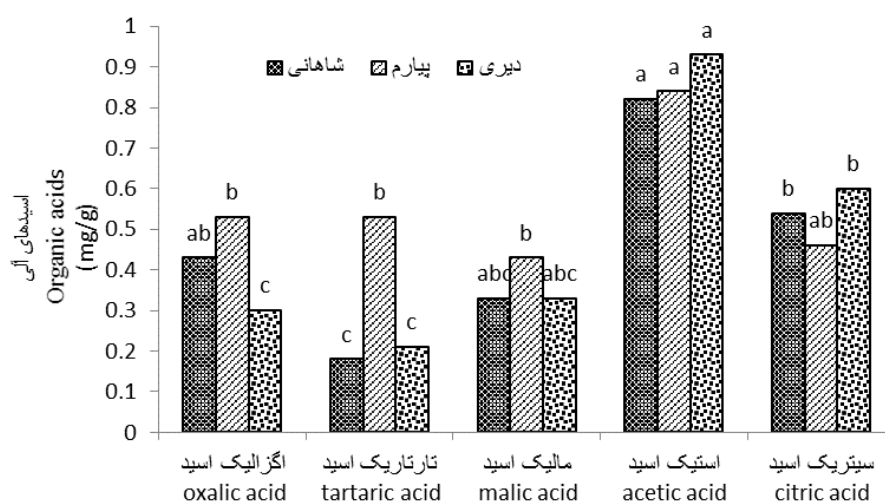
جدول ۳- برخی عناصر غذایی در میوه خرمای ارقام شاهانی، پیارم و دیری
Table 3- Some minerals in Shahani, Piarom and Deiry date palm fruit.

رقم Cultivar	آهن Fe (Mg/100g)	منگنز Mn (Mg/100g)	روی Zn (Mg/100g)	سدیم Na (Mg/100g)	منیزیم Mg (Mg/100g)	پتاسیم K (Mg/100g)	کلسیم Ca (Mg/100g)
شاهانی Shahani	1.6a	0.4a	1.4a	129a	114b	1170c	140b*
پیارم Piarom	1.7a	0.45a	2a	126a	123b	1380bc	160ab
دیری Deiry	1.8a	1.6a	2.3a	134a	250a	2440a	385a

* 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 different ($P < 0.05$)

سوکسینیک و اسید استیک، اسید غالب میوه بودند. بر اساس مشاهدات باریولد (۹) مهم ترین اسیدهای آلی میوه خرما را در مرحله تمر اسید مالیک، اسید سیتریک و اسید اگزالیک معرفی نمود. شاید بتوان افزایش غلظت اسیدها و مخصوصاً اسید استیک در مراحل پایان نمو میوه خرما را به تخمیر تدریجی قندهای میوه و تولید الکل و اسید استیک نسبت داد و علت ترش شدن ناگهانی برخی ارقام خرما در مرحله رطب را بالا بودن نسبت آب به قند میوه و افزایش بیش از اندازه غلظت اسید استیک میوه دانست.

همان طور که در نمودار ۲ نشان داده شده است، در هر سه رقم خرمای شاهانی، پیارم و دیری، اسید استیک در مقایسه با دیگر اسیدهای آلی مورد بررسی در سطح بالاتری قرار داشت. سه رقم خرما از نظر میزان اسیدهای آلی تفاوت معنی داری نشان دادند بطوریکه رقم پیارم دارای مقدار بیشتری اسید مالیک، اسید تارتاریک و اسید اگزالیک، نسبت به دو رقم دیگر بود. مرتضوی (۱۹) در بررسی اسیدهای آلی رقم برخی نیز اظهار داشت که در مرحله کیمری اسید غالب میوه اسید مالیک و در مراحل پایانی اسید



شکل ۲- میزان برخی اسیدهای آلی در میوه خرمای شاهانی، پیارم و دیری. میانگین ها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه شدند
Figure 2- Some of organic acids in Shahani, Piarom, Deiry date palm fruit. The means were compared by Duncan's multiple range tests

نتیجه‌گیری کلی

است. همچنین با داشتن مواد فنلی زیاد به عنوان ترکیبات آنتی اکسیدانتی، می‌تواند ارزش تغذیه‌ای زیادی برای انسان داشته باشد.

میزان ترکیبات مختلف در خرما بسته به رقم متفاوت می‌باشد. خرما منبع غنی از قندهای گلوکز و فروکتوز و عناصری مانند پتاسیم

منابع

- 1- Al-Farsi M., Alasalvar C., Al-Abid M., Al-Shoaily K., Al-Amry M., and Al-Rawahy F. 2007. Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. Food Chemistry, 104: 943-947.
- 2- Al-Qurashi A.D. 2010. Physico-chemical changes during development and ripening of 'Helali' date palm fruit. Journal of Food, Agriculture and Environment, 8: 404-408.
- 3- Anonymous. 2011. Agricultural census crop year. Publications of the Ministry of Agriculture. Vice President of Planning and Economy. (In Persian).
- 4- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th edn. Washington, D.C: Association of Official Analytical Chemists.
- 5- Awad M.A., Adel D., Al-Qurashi S., and Mohamed A. 2011: Biochemical changes in fruit of an early and a late date palm cultivar during development and Ripening. International Journal of Fruit Science, 11: 167-183.
- 6- Awad M.A., Al-Qurashi A.D., and Mohamed S.A. 2011. Antioxidant capacity, antioxidant compounds and antioxidant enzyme activities in five date cultivars during development and ripening. Scientia Horticulturae, 129: 688-693.
- 7- Biglari F., AlKarkhi A., and Easa A.M. 2008. Antioxidant activity and phenolic content of various date palms (*Phoenix dactylifera*) Fruits from Iran. Food Chemistry, 107: 1636-1641.
- 8- Bradford M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Chemistry, 72: 248-254.
- 9- Barreveld W.H. 1993. Date palm products. FAO Agricultural Service Bulletin No. 101. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. Italy.
- 10- El-Arem A., Guido F., Behija S.E., Manel I., Nesrine I., Ali Z.F., Mohamed H., Nouredine H., and Lotfi A, 2011. A Chemical and aroma volatile compositions of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits at three maturation stages. Food Chemistry, 127: 1744-1754.
- 11- Elleuch M., Besbes S., Roiseux O., Blecker C., Deroanne C., Drira, N.E., and Attia H. 2008. Date flesh: Chemical composition and characteristics of the dietary fibre. Food Chemistry, 111: 676-682.
- 12- FAO. 2010. Statistical Database; <http://faostat.fao.org>,
- 13- Habib H.M., and Ibrahim W.H. 2011. Nutritional quality of 18 date fruit varieties. International Journal of Food Sciences and Nutrition. 1-8.
- 14- Ismail B. Haffar I., Baalbaki R., Mechref Y., and Henry J. 2006. Physico-chemical characteristics and total quality of six date varieties grown in the United Arab Emirates. International Journal of Food Science and Technology, 41: 919-926.
- 15- Kim D.O., Jeong S.W., and Lee C.Y. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. Food Chemistry, 8: 321-326.
- 16- Lichtenthaler H.K., and Wellburn A.R. 1987. Determination of total carotenoids and chlorophylls A and B of leaf in different solvents. Biochemical Society Transactions, 11: 591-592.
- 17- Maghsoudlou Y., Motamedzadegan A., esmaealzadeh R., and Hamzeh S. 2005. Evaluation of chemical composition and energy content of three common varieties of Iranian dates. Journal of Agricultural Science Natural Resource, 2: 56-61.
- 18- Mrabet A., Ferchichi A., Chaira, N., Mohamed B.S., Baaziz M., and Penny T.M. 2008. Physico-chemical characteristics and total quality of date palm varieties grown in the Southern of Tunisia. Pakistan Journal of Biological Sciences, 11: 1003-1008.
- 19- Mortazavi M.H. 2007. Physicochemical study of date palm during fruit development and effect of package on quality and shelf life of Barahi date palm. Ph.D. Thesis. (In Persian). 126p
- 20- Mousavi A., Shavandi. M. 2008. Quality and quantity sugar analyses in four date palm by HPLC for Feasibility study of its waste in Fermentation industry. 18 national congress of food science and technology.
- 21- Nasiruddin Khan M.N., Sarwar A., Wahab A.M., and Haleem, F. 2008. Physico-chemical characterization of date varieties using multivariate analysis. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88: 1051-1059.
- 22- Nebhani L, 2003. Industrial product of date palm. Publication of Media Promotions. 25p
- 23- Reuveni O. 1986. Date. In: Handbook of fruit set and development. P.112-230 (Ed). Monselise, P.S., CRC Press, Boca Raton, FL.
- 24- Tafti A.G., and Fooladi M.H. 2006. A study on the physico-chemical properties of Iranian Shamsaei date at different stages of maturity. World Journal of Dairy and Food Sciences, 1: 28-32.

- 25- Taira S. 1996. Astringency in persimmon. In: Linskens, H. P., Jackson, J. F. (Eds.), *Modern Methods of Plant Analysis, Fruit Analysis*, vol. 18. p. 97–110. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- 26- Wu X., Beecher G.R., Holden J.M., Haytowitz D.B., Gebhardt S.E., and Prior R.L. 2004. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 4026–4037.



اثر پایه‌های مختلف کدوئیان بر برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک خیار مزرعه‌ای رقم

سوپر دومینوس (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus)

ریحانه مسگری^{۱*} - طاهر برزگر^۲ - زهرا قهرمانی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۱۲

چکیده

به منظور بررسی اثر پایه‌های مختلف کدوئیان بر عملکرد و کیفیت میوه خیار، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۹۲ در گلخانه و مزرعه پژوهشی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان در سه تکرار انجام گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل چهار پایه کدو حلوائی (*Cucurbita moschata* L.)، کدو قلیانی (*Lagenaria siceraria* L.)، خربزه توده زرد جلالی (*Cucumis melo* L.) و خیار به عنوان شاهد و روش پیوند (حفره‌ای، نیم‌انیم و شاهد) بود که اثر آن‌ها بر عملکرد، رشد و کیفیت میوه خیار مزرعه‌ای رقم Super Dominus مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که نوع پایه تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های رشد داشت. خیار پیوندی روی پایه کدو حلوائی دارای بالاترین عملکرد بود. گیاهان پیوند شده روی پایه خربزه با ۱/۳۸ کیلوگرم در بوته، پایین‌ترین میزان عملکرد را دارا بودند. شاخص‌های رشدی نظیر طول ساقه اصلی (۷۷/۹۴ سانتی‌متر)، تعداد برگ (۶۷/۶۶) و تعداد میوه (۲۲/۸۱) در پایه کدو حلوائی بیشتر از سایر پایه‌ها و شاهد بود. صفات کیفی میوه همچون سفتی بافت میوه و مقدار مواد جامد محلول تحت تاثیر پایه قرار نگرفت. پایه خربزه باعث کاهش عملکرد و رشد رویشی گیاهان خیار شد. روش پیوند تاثیر معنی‌داری بر رشد و عملکرد و کیفیت میوه نداشت. با توجه به نتایج می‌توان پیوند خیار روی پایه‌های کدو را جهت بهبود رشد و عملکرد خیار مزرعه‌ای پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: پیوندک، رشد، عملکرد، کیفیت میوه، مواد جامد محلول

مقدمه

تکنیک پیوند یکی از روش‌هایی است که امروزه در سطح وسیع و به صورت تجاری در کشت و پرورش سبزی‌ها در کشورهای صنعتی و توسعه یافته به کار می‌رود. بنیانگذار پیوند سبزی‌ها، کشور ژاپن بوده و محققان با پیوند هندوانه بر روی کدو آن را وارد مباحث تحقیقاتی کردند (۲۸). هدف اصلی پیوند در سبزی‌ها، مبارزه با عوامل بیماری‌زای خاکزاد به ویژه فوزاریوم است ولی با گذشت زمان اهداف دیگری مانند افزایش مقاومت در برابر تنش‌هایی چون دمای پایین، شوری و رطوبت بالای خاک، افزایش جذب آب، عناصر غذایی و قدرت رشد گیاه، عملکرد و کیفیت میوه و در نهایت طولانی کردن دوره برداشت اقتصادی میوه مورد توجه قرار گرفته است (۱۳). پایه‌ها بر روی صفات کیفی میوه نیز می‌توانند تاثیرگذار باشند ولی این به نوع سبزی بستگی دارد (۲۷). پایه‌های مختلف کدو باعث کاهش

کیفیت میوه هندوانه می‌شوند (۳). در گوجه‌فرنگی نیز صفات کیفی نظیر مواد جامد محلول، ویتامین ث و میزان لیکوپن، با پیوند بر روی پایه‌های مختلف تغییر می‌یابد (۵). در گیاهی مانند خیار به طور معمول صفات کیفی نظیر طعم و مزه کمتر تحت تاثیر پایه‌ها قرار می‌گیرد ولی در هندوانه و خربزه، پایه‌های مختلف ممکن است اثرهای متفاوتی بر محتوای مواد جامد محلول میوه داشته باشند (۲۷).

مطالعه اثر سمیت عنصر مس (غلظت‌های ۰/۳ میکرومول به عنوان شاهد، ۴۷ و ۹۴ میکرومول) در محلول غذایی بر رشد و عملکرد گیاه خیار پیوند شده بر روی پایه کدوی هیبرید شینتوزا نشان داد که افزایش غلظت عنصر مس بطور معنی‌داری عملکرد، بیومس ریشه و ساقه و کیفیت میوه را کاهش داد. در دو سطح بالای مس (۴۷ و ۹۴ میکرومول)، کاهش عملکرد، بیومس ریشه و ساقه در گیاهان پیوندی به طور معنی‌داری نسبت به گیاهان غیر پیوندی پایین‌تر بود. تجمع عنصر مس در بافت برگ در غلظت‌های ۴۷ و ۹۴ میکرومول در مقایسه با شاهد، در گیاهان پیوندی (۱۳۸ و ۱۸۱ درصد،

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد سبزیکاری و استادیاران گروه علوم باغبانی، دانشگاه زنجان

(Email: Ri.mesgari22@gmail.com)

(*)- نویسنده مسئول:

روش‌های مختلف پیوند در گوجه‌فرنگی، گزارش نمودند که روش پین بالاترین درصد گیرایی پیوند (۹۱ درصد) و روش اتصالی، پایین‌ترین درصد گیرایی (۶۹ درصد) را در این گیاه داشت (۱۴).

امروزه رشد و نمو گیاهان به روش‌های گوناگون تحت تاثیر عوامل مختلف تنش‌زای زنده و غیرزنده مختلفی همچون دمای پایین، شوری، خشکی، دمای بالا، تنش‌های اکسیداتیو، مسمومیت عناصر سنگین و بیماری‌های خاکی قرار می‌گیرد. تمام این عوامل تنش‌زا به صورت عاملی محدود کننده برای رشد و نمو گیاه نقش آفرینی می‌کنند و مانع رسیدن گیاه به حداکثر توان ژنتیکی خود شده و عملکرد آن را کاهش می‌دهند (۱۹). بنابراین استفاده از پایه‌های مقاوم یکی از راهکارهای مطمئن و کارآمد برای کنترل بیماری‌ها و افزایش تحمل به تنش‌های محیطی می‌باشد. با توجه به مزایایی که برای گیاهان پیوندی بیان شد، این پژوهش با هدف بررسی واکنش خیار مزرعه‌ای به پایه‌های مختلف کدوئیان و معرفی پایه مناسب برای رشد و عملکرد خیار انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۲ در گلخانه و آزمایشگاه‌های گروه علوم باغبانی و مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان انجام گرفت. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. در این پژوهش، خیار رقم سوپر دومینوس (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus) با دو روش پیوند حفره‌ای و نیمانی بر روی پایه‌های کدو حلوائی (*Cucurbita moschata* L.)، کدو قلیانی (*Lagenaria siceraria* L.) و خربزه توده زرد جلالی (*Cucumis melo* L.) مورد مطالعه قرار گرفت. گیاهان بدون پیوند به عنوان گیاهان شاهد در نظر گرفته شدند. بذور گیاهان مذکور در ۲۵ فروردین ماه، داخل گلدان‌های پلاستیکی کشت شدند. بستر کاشت گلدان‌ها شامل ۲۵ درصد خاک زراعی، ۲۵ درصد کود دامی و ۵۰ درصد کوکوپیت بود. به دلیل تفاوت رشد پایه‌ها و پیوندک و ضرورت تطابق قطر پایه و پیوندک، در روش پیوند حفره‌ای، بذور خیار، ۴ روز زودتر از بذور کدو حلوائی و همزمان با بذور خربزه کشت شدند. بذور کدو قلیانی به دلیل دیر جوانه زدن ۷ روز زودتر از خیار کشت گردیدند. همچنین در روش پیوند نیمانی بذور خیار زودتر از کدو کشت شدند. با رشد تدریجی نشاها و ظاهر شدن اولین برگ‌های حقیقی، گیاهان پایه و پیوندک برای عملیات پیوند آماده شدند. برای انجام پیوند حفره‌ای، پس از حذف برگ‌های حقیقی، حفره‌ای به طول ۱/۵ سانتی‌متر در ساقه پایه توسط مته ایجاد کرده سپس ساقه گیاه پیوندک را به فاصله ۱/۵ سانتی‌متر از برگ‌های لپه‌ای قطع کرده و پس از حذف پوست سطحی، نوک آن را به صورت گوه‌ای شکل درآورده و در داخل حفره ایجاد شده در ساقه پایه قرار

به ترتیب) در مقایسه با گیاهان غیر پیوندی (۲۳۵ و ۳۹۲ درصد، به ترتیب)، پایین‌تر بود. کارایی بهتر گیاهان پیوند شده مربوط به توانایی بالای آن‌ها در جلوگیری از تجمع مس در بخش‌های هوایی است (۲۱).

پایه‌های مختلف کدو دارای اثرات متفاوتی بر روی رشد و عملکرد خیار می‌باشند. در تحقیقی چهار پایه مختلف هیبرید Shintozwa (*C. maxima* × *C. moschata*)، کدو مسمایی (*Cucurbita pepo*)، کدو تنبل (*Cucurbita maxima*) و کدوی برگ انجیری (*Cucurbita ficifolia*) برای خیار مورد استفاده قرار گرفت. پیوند خیار بر روی این پایه‌ها، موجب کاهش زودرسی محصول شد ولی عملکرد کل را افزایش داد. پیوند خیار روی این پایه‌ها کیفیت میوه را تغییر نداده و مزه، اندازه و شکل میوه خیارهای پیوندی مشابه گیاهان غیرپیوندی بود (۷). همچنین در آزمایشی اثر پیوند بر عملکرد و خصوصیات میوه گیاه گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که عملکرد میوه در گیاهان پیوندی بیشتر از گیاهان غیر پیوندی بوده و این افزایش عملکرد ناشی از افزایش میانگین وزن میوه بود (۱۷).

پیوند خیار روی دو پایه کدو برگ انجیری و کدو قلیانی در شرایط شوری موجب افزایش تعداد میوه، میوه قابل عرضه به بازار، عملکرد کل میوه نسبت به گیاهان غیر پیوندی شد که این با مقدار بالای پتاسیم و مقدار پایین کلر و یا سدیم در برگ‌ها مرتبط است. در مقایسه با گیاهان غیر پیوندی، گیاهان پیوندی تحت شرایط تنش با افزایش در مقادیر قند محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، ویتامین C و کاهش مقدار میوه غیر قابل عرضه به بازار و کاهش یون سدیم یا کلر در میوه‌ها کیفیت میوه خوبی داشتند (۱۰). مطالعه تحمل به تنش پتاسیم کم در هندوانه با پیوند بر روی سه پایه هندوانه Hongdun (*Citrullus lanatus* sp.)، کدو حلوائی 'Jingxinzhen No.4' (*Cucurbita moschata*) و کدو قلیانی 'Nabizhen' (*Lagenaria siceraria* Standl.) نشان داد که حجم شیره خام، مقدار پتاسیم کل در شیره آوند چوبی، تجمع پتاسیم در ساقه، راندمان جذب پتاسیم و سرعت (شدت) تعرق برگ به طور معنی‌داری در گیاهان پیوند شده روی هندوانه و کدو حلوائی نسبت به گیاهان غیر پیوندی بالاتر بود که با پیوند هندوانه بر روی این پایه‌ها می‌توان تحمل به کمبود پتاسیم را بهبود بخشید (۸). برای پیوند سبزی‌ها از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که کاربرد هر یک از آن‌ها به نوع محصول و اندازه بوته در زمان پیوند بستگی دارد. رجاس و ریورس (۲۰) با مقایسه چهار روش پیوند، روش مجاورتی زبانه‌ای، مجاورتی ساده، اسکنه‌ای و لوله‌ای، مشاهده نمودند که میزان زنده ماندن بوته‌های خربزه در پیوند اسکنه‌ای نسبت به سایر روش‌ها در حد پائینی قرار دارد (۲۰). همچنین لی و همکاران (۱۴) با مقایسه

مدل CCM-200، محتوای نسبی کلروفیل برگ که شاخصی برای تعیین میزان سبزیگی برگ می‌باشد اندازه‌گیری شد. برای این امر در طول آزمایش نسبت به اندازه‌گیری آن در تعداد سه برگ از گره مشخص اقدام گردید. اندازه‌گیری از قسمت مرکزی برگ صورت گرفت. برای هر بوته از اعداد قرائت شده میانگین گرفته شد.

سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه پنترومتر مدل (Mc Cormic-FT 327) ساخت کشور ایتالیا، بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع برآورد شد. میزان نیتروژن برگ با استفاده از روش کج‌دال و میزان پتاسیم با فلیم فتومتر اندازه‌گیری گردید. داده‌ها با استفاده از نرم افزار (Institute Inc., Cary, NC, USA) SAS V9 آنالیز و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱ و ۳) نشان داد اثر پایه‌های مختلف روی صفات عملکرد، تعداد میوه، قطر پایه، تعداد برگ، سطح برگ، مواد جامد محلول و کلروفیل کل در سطح احتمال ۱ درصد و روی طول ساقه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. در حالی که نوع پایه روی صفات وزن خشک، مقدار نسبی آب برگ، میزان نیتروژن و پتاسیم و سفتی میوه اثر معنی‌داری نداشت. اثر نوع پیوند فقط روی صفت تعداد برگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود و روی سایر صفات اثر معنی‌داری نداشت. اثر متقابل پایه و پیوند روی هیچ یک از صفات اثر معنی‌داری نداشت.

عملکرد و تعداد میوه

عملکرد به طور معنی‌داری تحت تاثیر پایه قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین مقدار عملکرد در گیاهان پیوند شده بر پایه کدو حلوائی (۲/۹۷) کیلوگرم در هر بوته و کمترین عملکرد در پایه خربزه توده زرد جلالی (۱/۳۸۵) کیلوگرم در هر بوته بدست آمد که با پایه‌های کدو قلیانی (۱/۹۳) کیلوگرم در هر بوته و خیارشاهد (۲/۱۱) کیلوگرم در هر بوته (اختلاف معنی‌داری نشان نداد (شکل ۱). همچنین بیشترین تعداد میوه در گیاهان پیوند شده روی پایه کدو حلوائی و کمترین تعداد میوه در خیار پیوند شده روی پایه خربزه مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با پایه کدو قلیانی و شاهد نداشت (جدول ۲). نتایج این تحقیق با نتایج اکبری (۱) و صالحی (۲۴) مبنی بر این که پیوند خیار بر روی پایه‌های کدو باعث افزایش تعداد میوه می‌شود، مطابقت دارد. این افزایش عملکرد ناشی از فاکتورهای مختلفی از جمله: افزایش در جذب آب و عناصر غذایی توسط سیستم ریشه گسترده گیاه پایه (۲)، (۲۵)، افزایش تولید تنظیم کننده‌های رشد داخلی (۲۶)، مقاومت به

داده شد. زاویه قرار گرفتن برگ‌های لپه‌ای پیوندک با پایه ۹۰ درجه بود. همچنین برای انجام پیوند نیم‌انیم، برشی اریب با زاویه ۴۵-۳۵ درجه در ساقه پایه ایجاد کرده طوری که یک برگ لپه‌ای آن حذف شود و یک برگ لپه‌ای باقی می‌ماند. سپس ساقه گیاه پیوندک را از زیر برگ‌های لپه‌ای با همان زاویه به صورت اریب قطع کرده و روی قسمت بریده شده ساقه پایه قرار داده شد و محل پیوند با گیره پیوند محکم گردید. پس از انجام عملیات پیوند، گیاهان به یک مینی تونل با رطوبت نسبی بیش از ۹۵ درصد و دمای ۲۷-۳۰ درجه سانتی‌گراد انتقال یافتند. گیاهان پیوندی به مدت ۱۰ روز در این محیط قرار داشتند و سپس عمل مقاوم سازی به مدت ۵ روز بر روی آن‌ها اعمال گردید. مدت زمان لازم از زمان پیوند تا پایان عمل مقاوم سازی و آماده شدن نشاهای پیوندی جهت کشت در محل اصلی (مزرعه)، ۱۵ روز به طول انجامید. با آماده شدن نشاهای پیوندی و غیر پیوندی و انتقال به مزرعه، بوته‌ها با فاصله ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر بر روی ردیف‌هایی با فاصله ۱۲۰ سانتی‌متر نشاکاری شدند. ابتدا زمین محل آزمایش در بهار شخم زده شد و مقدار ۲۰ گرم کود سولفات پتاسیم، ۱۰ گرم سوپر فسفات تریپل و ۲۰ گرم اوره در مترمربع به خاک اضافه شد. آبیاری گیاهان به روش آبیاری قطره‌ای انجام شد. همچنین از حشره‌کش دیازینون برای مبارزه با آفت شته و قارچ کش بنومیل در جهت کنترل سفیدک سطحی استفاده گردید.

صفات مورد ارزیابی

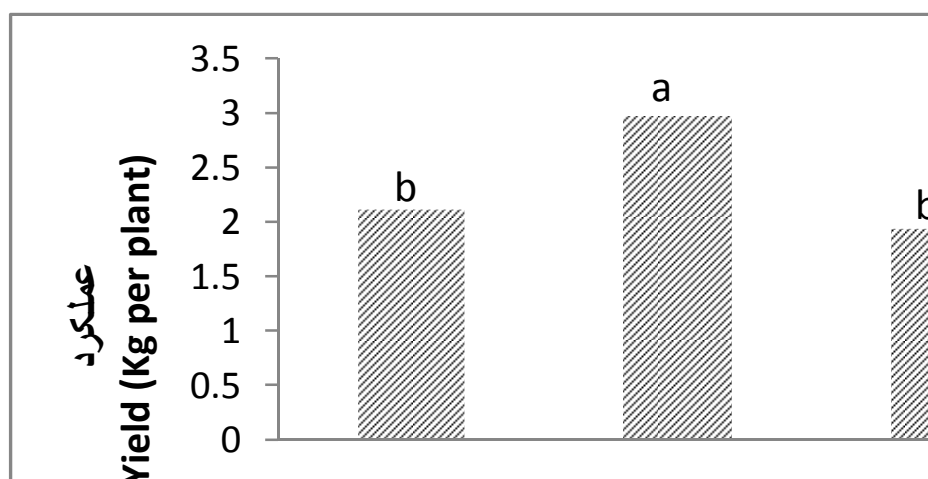
طول ساقه اصلی بر حسب سانتی‌متر در هفته آخر دوره رشد اندازه‌گیری شد. سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (DELTA-T DEVICE LTD, ENGLAND) بصورت میانگین سطح برگ (برگ‌های گره پنجم تا دهم در هر بوته) برحسب میلی‌متر مربع محاسبه گردید. برای برآورد درصد ماده خشک، وزن تر میوه‌ها اندازه‌گیری شد و سپس به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و درصد ماده خشک از فرمول زیر محاسبه گردید (۶).

(۱) $100 \times (\text{وزن خشک نمونه} / \text{وزن تر نمونه}) = \text{درصد ماده خشک}$
درصد مواد جامد محلول میوه توسط رفرکتومتر دستی (ATAGO Brixo-32) برحسب درجه بریکس اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی عملکرد و تعداد میوه، محصول هر بوته به طور جداگانه جمع‌آوری گردید و در پایان فصل تعداد میوه و عملکرد در بوته بر حسب کیلوگرم برآورد شد. برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ (RWC)، در اواسط دوره برداشت از چهارمین برگ توسعه یافته از بالای بوته استفاده شد و توسط فرمول زیر محاسبه گردید (۱۵).

(وزن خشک - وزن تر در تورژسانس کامل) / (وزن) $\times 100 = \text{RWC}$
(۲) $100 \times [\text{خشک} - \text{وزن تر}]$
محتوای نسبی کلروفیل به وسیله دستگاه کلروفیل متر قابل حمل

یک پایه قوی، رابطه نزدیکی با مقدار سایتوکنین‌ها در شیره آوند چوبی دارد (۱۲). طبق نتایج حاصله از این آزمایش طول ساقه، تعداد برگ و سطح برگ در گیاهان پیوند شده روی پایه کدو حلوایی بطور معنی‌داری بیشتر بود در نتیجه مقدار فتوسنتز در این گیاهان بیشتر که منجر به عملکرد بیشتر در این گیاهان شده است.

دمای پایین خاک (۲۹)، افزایش مقاومت به شوری (۹، ۱۰) و افزایش مقاومت به آفات و بیماری‌ها می‌باشد (۴ و ۱۶). سیتوکنین‌ها مهم‌ترین هورمون‌های گیاهی هستند که اصولاً در ریشه، نزدیک منطقه کلاهک ساخته می‌شوند. سیتوکنین‌ها به طرف بالا حرکت می‌کنند و اثر مهمی در رشد گیاه اعمال می‌نمایند. گیاهان با سیستم ریشه‌ای قوی، سیتوکنین بیشتری تولید می‌کنند و افزایش عملکرد با کاربرد



شکل ۱- اثر پایه‌های مختلف بر روی میانگین عملکرد میوه خیار رقم سوپردومینوس
Figure 1- Effects of different rootstocks on mean yield of *Cucumis sativus* cv. Super Dominus fruit

اغلب صفات رویشی خیار، تحت تاثیر شدید پایه‌ها قرار گرفتند و گیاهان پیوندی نسبت به گیاهان غیر پیوندی، از رشد بیشتر و بهتری برخوردار بودند. تفاوت در رشد رویشی بین پایه‌های مختلف را می‌توان به تفاوت‌های فیزیولوژیکی خاصی که بین ریشه‌های گیاهان وجود دارد نسبت داد. ریشه کدوها، قوی و عمیق بوده و منطقه توسعه ریشه‌ای وسیعی را نسبت به خیار در خاک تشکیل می‌دهند که همین امر در کدوها باعث می‌شود تا عناصر معدنی مورد نیاز گیاه به راحتی در دسترس ریشه قرار گیرد. در حالی که ریشه‌های خیار سطحی بوده و عمق چندان ندارد. لذا این ویژگی شاخص در ریشه کدوها باعث جذب آب و عناصر معدنی بیشتری از خاک شده و منجر به رشد و نمو سریع اندام‌های هوایی به ویژه ساقه گیاه می‌گردد (۲۴).

کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) تیمار نوع پایه روی کلروفیل کل در سطح ۱ درصد تاثیر معنی‌داری دارد. بیشترین مقدار کلروفیل در خیار پیوند شده روی پایه خربزه بدست آمد که البته با پایه کدو قلیانی اختلاف معنی‌داری نداشت. مقدار کلروفیل و رنگدانه‌های فتوسنتزی از مهم‌ترین عوامل موثر در ظرفیت فتوسنتزی گیاهان هستند، چرا که به طور مستقیم بر سرعت و میزان

طول ساقه اصلی، تعداد و سطح برگ و درصد وزن خشک برگ

همان طوری که جدول مقایسه میانگین نشان می‌دهد (جدول ۲) بیشترین طول ساقه اصلی در پایه خیار شاهد بدست آمد که البته اختلاف معنی‌داری با پایه کدو حلوایی نداشت و کمترین طول ساقه در گیاهان پیوند شده روی پایه خربزه بدست آمد. نتایج حاصل با نتایج اکبری (۱)، صالحی (۲۴)، یاماکاتا (۲۸) و لی و اودا (۱۳) مبنی بر این که پیوند خیار روی پایه‌های کدو باعث افزایش رشد رویشی گیاه پیوندی می‌شود هم‌خوانی دارد. بیشترین تعداد برگ در خیار پیوند شده روی پایه کدو حلوایی بدست آمد. کمترین آن مربوط به پایه خربزه بود که اختلاف معنی‌داری با پایه کدو قلیانی و خیار شاهد نداشت. صفت سطح برگ نیز تحت تاثیر پایه قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین سطح برگ در گیاهان پیوند شده روی پایه کدو حلوایی و کمترین سطح برگ در گیاهان پیوند شده روی پایه کدو قلیانی مشاهده گردید (جدول ۲). نتایج این تحقیق با نتایج صالحی (۲۴) که گزارش داد پیوند تاثیر معنی‌داری بر سطح برگ دارد هم‌خوانی دارد. در اثر افزایش سریع رشد اندام‌های هوایی به ویژه ساقه در گیاهان پیوند شده روی پایه کدو حلوایی، مسلماً صفات تعداد گره، تعداد شاخه فرعی و سطح برگ افزایش می‌یابد. بین پایه‌ها از نظر درصد وزن خشک برگ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

فتوستت و تولید زیست توده موثر هستند (۱۱) و در نهایت موجب افزایش عملکرد می‌شود.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر پایه و روش پیوند بر روی صفات عملکرد و خصوصیات مورفولوژیک گیاه خیار رقم سوپر دومینوس
Table 1- Analysis of variance for effect of rootstock and grafting methods on yield and morphological characteristics of *Cucumis sativus* cv. Super Dominus plant

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of squares					
		وزن خشک برگ Leaf dry weight	سطح برگ Leaf area	تعداد برگ Leaf number	طول ساقه Stem length	تعداد میوه Fruit number	عملکرد Yield
تکرار Replicate	2	0/155 ^{ns}	16704662/07 ^{ns}	299/72 [*]	42/787 ^{ns}	50/384 ^{ns}	0/866 ^{ns}
پایه Rootstock	3	0/114 ^{ns}	268453012/9 ^{**}	934/15 ^{**}	224/84 [*]	129/301 ^{**}	2/594 ^{**}
روش پیوند Grafting	2	0/026 ^{ns}	442041/2 [*]	61/716 ^{ns}	42/044 ^{ns}	69/856 ^{ns}	1/428 ^{ns}
پایه×پیوند Method×Grafting	6	0/5806 ^{ns}	35740976/8 ^{ns}	18/24 ^{ns}	98/388 ^{ns}	7/871 ^{ns}	0/115 ^{ns}
خطای آزمایشی Error	24	0/340 ^{ns}	20525233	57/65	58/883	18/525	0/310
ضریب تغییرات CV(%)	—	11/63	7/7	15/2	10/7	25/7	26/5

ns: معنی‌دار نیست * معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

ns: Non significant, * and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر پایه بر صفات عملکرد و خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه خیار رقم سوپر دومینوس
Table 2- Mean comparison of effect of rootstock and grafting method on yield and morphophysiological characteristics of *Cucumis sativus* cv. Super Dominus plant

پایه Rootstock	کلروفیل کل (Spad) chlorophyll	سطح برگ Leaf area (mm ²)	تعداد برگ Leaf number	طول ساقه اصلی Stem length (cm)	تعداد میوه Fruit number	عملکرد Yield (kg per plant)
کدو حلوائی squash	42/71 ^{bc}	70039 ^a	67/665 ^a	77/942 ^a	22/815 ^a	2/97 ^a
کدو قلیانی Bottle gourd	45/83 ^{ab}	50496 ^c	41/663 ^b	66/663 ^b	16/083 ^b	1/93 ^b
خربزه Melon	48/86 ^a	58887 ^b	40/887 ^b	66/357 ^b	11/542 ^b	1/385 ^b
خیار (شاهد) Cucumber	40/86 ^c	60353 ^b	47/663 ^b	77/997 ^a	15/967 ^b	2/11 ^b

میانگین‌های صفات که در هر ستون دارای حروف مشابه هستند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level (Duncan's test)

بالاتری در جذب آب و عناصر غذایی از جمله فسفر و ازت دارند (۱۷). در پایه‌های کدو گسترش بیشتر و فعالیت بالاتر ریشه به جذب آب و مواد غذایی کمک می‌کند (۲۵). رویز و همکاران (۲۲) با پیوند خربزه بر روی پایه‌های مختلف گزارش کرد که نیتروژن بیشتر تحت تاثیر پایه بوده و به علت فعالیت بیشتر آنزیم نترات ردوکتاز در گیاهان پیوندی، تجمع نترات و آمونیوم کمتر از گیاهان غیر پیوندی است. همچنین پولگار و همکاران (۱۸) نتایج مشابهی را در هندوانه بدست آوردند و بیان کردند که برخی پایه‌ها کارایی آنزیم نترات ردوکتاز را در جهت تبدیل نترات آمینو اسیدها و پروتئین بهبود

کمترین میزان کلروفیل مربوط به خیار شاهد بود (جدول ۲). تیمار نوع پایه روی صفات مقدار نسبی آب برگ، میزان نیتروژن، میزان پتاسیم و سفتی میوه اثر معنی‌داری نشان نداد.

عناصر نیتروژن و پتاسیم برگ

غلظت عناصر نیتروژن و پتاسیم تحت تاثیر پایه اختلاف معنی‌داری نشان نداد اگر چه بیشترین مقدار پتاسیم در برگ گیاهان روی پایه کدو حلوائی و نیتروژن در گیاهان پیوند نشده مشاهده شد. در دمای پایین خاک در اوایل دوره رشد، ریشه‌های کدو قابلیت

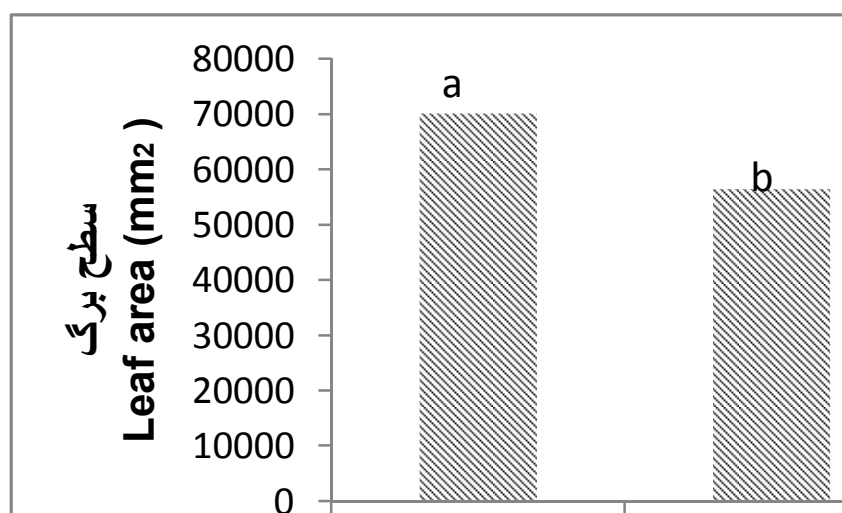
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر پایه و روش پیوند بر روی صفات فیزیولوژیک و مقدار عناصر گیاه خیار رقم سوپر دومینوس
Table 3- Analysis of variance for effect of rootstock and grafting methods on physiological characteristics and nutrient elements of *Cucumis sativus* cv. Super Dominus plant

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of squares					
		مواد جامد محلول Total soluble solids	سفتی میوه Fruit firmness	پتاسیم Potassium	نیتروژن Nitrogen	محتوای نسبی آب Relative water content	کلروفیل کل chlorophyll
تکرار Replicate	2	0/441 ^{ns}	0/003 ^{ns}	0/185 ^{ns}	0/9205 [*]	248/12 [*]	12/424 ^{ns}
پایه Rootstock	3	0/192 ^{ns}	0/0037 ^{ns}	0/111 ^{ns}	0/0528 ^{ns}	50/34 ^{ns}	58/73 ^{**}
روش پیوند Grafting	2	0/405 ^{ns}	0/031 ^{ns}	0/209 ^{ns}	0/1934 ^{ns}	14/013 ^{ns}	6/6005 ^{ns}
پایه×پیوند ×Grafting	6	0/1704 ^{ns}	0/063 ^{ns}	0/06 ^{ns}	0/492 ^{ns}	24/17 ^{ns}	12/37 ^{ns}
Method							
خطای آزمایشی Error	24	0/213	0/037 ^{ns}	0/062 ^{ns}	0/1909 ^{ns}	42/311	9/855
ضریب تغییرات CV(%)	—	12/9	8/5	17/4	10/8	9/5	9/6

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، * معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ns: معنی‌دار نیست
ns: Non significant, * and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively

نشده. بیشترین عملکرد، تعداد میوه، تعداد برگ، قطر ساقه، مواد جامد محلول مربوط به پیوند نیم‌انیم بود اگر چه اختلاف معنی‌داری با پیوند حفره‌ای و گیاهان شاهد نداشت.

فاکتور نوع پیوند فقط روی صفت سطح برگ اثر معنی‌دار داشت. با توجه به شکل ۲ بیشترین سطح برگ در گیاهان غیر پیوندی بدست آمد و بین پیوند حفره‌ای و نیم‌انیم تفاوت معنی‌داری مشاهده



شکل ۲- اثر نوع پیوند بر میانگین سطح برگ خیار رقم سوپر دومینوس
Figure 2- Effect of grafting methods on mean leaf area of *Cucumis sativus* cv. Super Dominus

نتیجه گیری کلی

رشد رویشی و عملکرد گیاه خیار بطور معنی داری تحت تاثیر پایه قرار گرفت. بر اساس نتایج آزمایش، پایه کدو حلوائی با بهبود رشد رویشی، تعداد و سطح برگ باعث افزایش تعداد میوه و در نتیجه عملکرد گردید. استفاده از پایه های کدو تاثیر منفی در کیفیت میوه نداشت. همچنین استفاده از پایه خربزه توده زرد جلالی رشد رویشی و عملکرد را کاهش داد. بنابراین با توجه به اثرهای مثبت پایه ها بر

روی رشد و عملکرد گیاه، استفاده از این تکنیک به عنوان یک روش عملی و جایگزین در پرورش سبزی ها توصیه می گردد. اگرچه این روش ممکن است هزینه زیادی داشته باشد ولی کاربرد این تکنیک به خصوص در شرایط نامساعد محیطی با استفاده از پایه های متحمل به شوری و کم آبی و یا بیماری های خاکزاد با بهبود رشد و عملکرد میوه مقرون به صرفه خواهد بود.

منابع

- 1- Akbari A. 2001. The effect of rootstock fig leaf gourd on some quantities and qualitative characters of greenhouse cucumber. Grand Faculty, University College of Agriculture. University of Tehran. (in Persian).
- 2- Cheshmemanesh A., Kashi A., and Memar-Moshrefi M. 2003. Effect of grafting two greenhouse cucumber cv. Royal 24198 and Vilmorian onto fig leaf squash rootstock. Journal of seed and seedling researches, 19(4): 435-456. (in Persian).
- 3- Chouka, A.S., and Jebari H. 1999. Effect of grafting on watermelon vegetative and root development, production and fruit quality, Acta Horticulture, 492:85-93.
- 4- Cohn R., Burger Y., Horev C., Porat A., and Edelstein M. 2005. Performance of Galia-type melons grafted onto Cucurbita rootstock in *Monosporascus cannonballus* infested and non-infested soils. Annals of Applied Biology, 146(3):140-146.
- 5- Hee-Don C., Youn S.J., and Choi Y.J. 1997. Effect of rootstocks on yield, quality and components of tomato fruits. Korean Society for Horticultural Science, 38: 603-607.
- 6- Hejaze A., Shahroodi M., and Ard Forush M. 2004. The methods index on plant analysis. Edition University of Tehran, 98: 20-27. (in Persian).
- 7- Hoyos P. 2001. Influence of different rootstocks on the yield and quality of greenhouse grown cucumbers. Acta Horticulture, 559:139-143.
- 8- Huang Y., Li J., Hua B., Liu Z.h., Fan M., and Bie Z.h. 2013. Grafting onto different rootstocks as a means to improve watermelon tolerance to low potassium stress. Scientia Horticulturae, 149: 80-85.
- 9- Huang Y., Bie Z.h., He S., Hua B., Zhen A., and Liu Z.h. 2010. Improving cucumber tolerance to major nutrients induced salinity by grafting onto *Cucurbita ficifolia*. Environmental and Experimental Botany, 69: 32-38.
- 10- Huang Y., Tang R., Cao Q., and Bie Z.h. 2009. Improving the fruit yield and quality of cucumber by grafting onto the salt tolerant rootstock under NaCl stress. Scientia Horticulturae, 122: 26-31.
- 11- Kafi M., Bagheri A., Nabati J., Zare Mehrjerdi M., and Masomi A. 2011. Effect of salinity on some physiological variables of 11 chickpea genotypes under hydroponic conditions. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture, 1(4): 55-70.
- 12- Kato T., and Lou H. 1989. Effect of rootstock on the yield, mineral nutrition and hormone level in xylem sap in eggplant. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 58: 345-352.
- 13- Lee J.M., and Oda M., 1999. Grafting of vegetable. Journal of Japanese Society for Horticultural Science, 67: 1098-1114.
- 14- Lee S.G., Choi J.U., Kim K.Y., Chung J.H., and Lee Y.B. 1997. Effect of rootstocks and grafting methods on the growth and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Journal of Horticulture Science, 39:15-20.
- 15- Martinez-Rodriguez M.M., Estan M.T., Moyano E., Garcia-Abellan J.O., Flores F.B., Campos J.F., Al-Azzawi M.J., Flowers T.J., and Bolarin M.C. 2008. The effectiveness of grafting to improve salt tolerance in tomato when an excluder genotype is used as scion. Environmental and Experimental Botany, 63: 392-401.
- 16- Miguel A., Maroto J.V., San Bautista A., Baixauli C., Cebolla V., Pascual B., Lopez S., and Guardiola J.L. 2004. The grafting of triploid watermelon is an advantageous alternative to soil fumigation by methyl bromide for control of Fusarium Wilt. Scientia Horticulturae, 103: 9-17.
- 17- Pogonyi A., Pek Z., Helyes Z., and Lugasi L. 2005. Effect of grafting on the tomatoes yield quality and main fruit components in spring forcing. Acta Alimentaria, 34: 453-462.
- 18- Pulgar G., Villora G., Moreno D.A., and Romero L. 2000. Improving the mineral nutrition in grafted melon plants: nitrogen metabolism. Biological Plant, 43: 607-609.
- 19- Rivero R.M., Ruiz J.M., and Romero L. 2003. Role of grafting in horticultural plants under stress conditions.

- Journal of Food, Agriculture and Environment, 1(1): 70-74.
- 20- Rojas L., and Riveros F. 1999. Effect of grafting methods and seedling age on survival and development of grafted plants in melon (*Cucumis melo*). Agriculture Tecnica, 61: 262-274.
- 21- Rouphael Y., Cardarelli M., Rea E., and Corolla G. 2008. Grafting of cucumber as a means to minimize copper toxicity. Environmental and Experimental Botany, 63: 49-58.
- 22- Ruiz J.M., Belakbir A., López-Cantarero I., and Romero L. 1997. Leaf-macronutrient content and yield in grafted melon plants: a model to evaluate the influence of rootstock genotype. Scientia Horticulturae, 71: 227-234.
- 23- Salam M.A., and Islam M.R. 2002. Growth and yield of watermelon as influenced by grafting. Online Journal of Biological Sciences, 2: 298-299.
- 24- Salehi R. 2002. The effect of different rootstocks on the yield and vegetative growth greenhouse cucumber. Grand Faculty, University College of Agriculture. University of Tehran. (in Persian).
- 25- Salehi R., Kashi A., Lee S.G., Hou Y.C., Lee J.M., Babalar M., and Delshad M. 2009. Assessing the survival and growth performance of Iranian melons to grafting onto *Cucurbita* rootstocks. Korean Journal Horticulture Science Technology, 27(1):1-6.
- 26- Salehi R., Kashi A., Babalar M., and Delshad M. 2010. Identification of cytokinin in xylem sap of grafted and ungrafted melon under different train treatments. Proceeding of the 6th Iranian Horticulture Science congress. Guilan University. Page: 239 (in Persian).
- 27- Traka-Mavrona E., Koutsika-Sotiriou M., and Pritsa T. 2000. Response of squash (*Cucurbita* spp.) as rootstock for melon (*Cucumis melo* L.). Scintia Horticulturae, 83: 353-362.
- 28- Yamakata B. 1983. Grafting vegetable hand book. Yokendo book co Tokyo. PP: 141-153.
- 29- Zhu J., Yan Q., Fan A., Yang K., Hu Z., 2009. The role of environmental, root, and microbial biomass characteristics in soil respiration in temperate secondary forests of Northeast China. Trees - Structure and Function, 23: 189-196



بررسی اثر دی اکسید کربن بر روی صفات مورفوفیزیولوژیکی زیتون تلخ

(*Melia azedarach* Linn.) در شرایط گلخانه

پروانه یوسفوند^{۱*} - اصغر مصلح آرائی^۲ - آفاق تابنده ساروی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۰۷

چکیده

غنی سازی دی اکسید کربن در گلخانه ها می تواند به عنوان راهکاری برای کاهش زمان تولید، بهبود قدرت رشد و همچنین افزایش کیفیت گیاه استفاده شود. از طرفی با افزایش غلظت دی اکسید کربن محیط در سال های آینده، مواجهه ایم. لذا تحقیق حاضر به منظور بررسی تاثیر افزایش دی اکسید کربن بر روی برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک نهال های سه ماهه گونه زیتون تلخ (*Melia azedarach* Linn.) در شرایط گلخانه ای انجام شد. سطوح دی اکسید کربن استفاده شده عبارت بودند از ۳ غلظت ۴۵۰ (شاهد)، ۷۵۰ و ۱۱۰۰ پی پی ام که به صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. نهال ها به مدت دو ماه تحت تیمار قرار گرفتند. سپس برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک آن ها اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که غلظت های ۷۵۰ و ۱۱۰۰ پی پی ام دی اکسید کربن، تمام صفات مورفولوژیک به استثنای وزن خشک ریشه و ارتفاع ساقه و صفات فیزیولوژیک شامل میزان پرولین، ازت و محتوای آب نسبی برگ را به طور معنی دار تحت تاثیر قرار داد. اما غلظت ۷۵۰ پی پی ام دی اکسید کربن، بیشترین اثر را بر روی صفات مورد مطالعه داشت. به طوری که میانگین وزن خشک اندام هوایی، بیوماس ماده خشک و مقدار پرولین را به بیش از سه برابر و وزن تر اندام هوایی و ریشه و بیوماس ماده تر را بیش از دو برابر نسبت به شاهد افزایش داد. بیشترین میانگین قطر یقه و میزان ازت هم در غلظت ۷۵۰ پی پی ام مشاهده شد. همچنین غلظت های بالای دی اکسید کربن به طور معنی داری سبب افزایش تعداد برگ ها به بیش از دو برابر و همچنین ارتفاع ساقه نسبت به میانگین شاهد گردید.

واژه های کلیدی: زیتون تلخ، صفات مورفولوژیک، صفات فیزیولوژیک، غلظت گاز کربنیک

مقدمه

سانتی گراد افزایش می یابد (۱۰ و ۲۱). بر اساس تحقیقات انجام شده توسط هیات بین المللی تغییر اقلیم (IPCC)، دی اکسید کربن بیشترین سهم (۵۵ درصد) را در گرمایش جهانی دارد (۷، ۱۶، ۲۷ و ۴۶). در عین حال دی اکسید کربن یکی از چهار نیاز گیاهان (نور، مواد مغذی، آب و دی اکسید کربن) برای رشد می باشد (۵۵). طی فرایند فتوسنتز، گیاه این گاز را از محیط اطراف جذب نموده و اکسیژن و کربوهیدرات تولید می کند (۲۴). غلظت های بیشتر دی اکسید کربن می تواند اثر مثبتی بر کارایی فتوسنتز داشته باشد. افزایش دی اکسید کربن در اتمسفر زمین در صد سال گذشته سهمی معادل ۱۰ تا ۲۰ درصد در دو برابر شدن تولید محصولات زراعی داشته است. رشد درختان جنگلی و یا رشد مجدد آن ها نیز از روند مشابهی برخوردار بوده است (۳۶). اثرات اولیه افزایش دی اکسید کربن بر گیاهان شامل کاهش هدایت روزنه ای و تعرق، افزایش راندمان مصرف آب، سرعت فتوسنتز و راندمان مصرف نور بالاتر است (۱۴). در مطالعه بیش از ۷۰ گزارش منتشر شده و ۴۳۰ مشاهده مربوط به ۳۷ گونه گیاهی نشان داده که دو برابر نمودن غلظت دی اکسید کربن، عملکرد گیاهان را ۳۳

افزایش غلظت دی اکسید کربن، یکی از تغییرات تثبیت شده اقلیم در مقیاس جهانی در نیم قرن گذشته است که از شروع انقلاب صنعتی در حال افزایش است و انتظار می رود که تا اواسط قرن فعلی به دو برابر میزان آن در پیش از انقلاب صنعتی افزایش یابد (۴۵). افزایش غلظت دی اکسید کربن همراه با تغییرات اقلیمی منجر به افزایش دمای سطحی کره زمین، تغییر الگوهای جهانی و منطقه ای و تغییر اقلیم شده و می تواند تهدیدی برای اکوسیستم و رفاه انسان بوده و تولیدات گیاهی را در سطح وسیع تحت تاثیر قرار دهد (۳۰ و ۴۳). به دنبال افزایش غلظت دی اکسید کربن، دمای کره زمین در انتهای قرن ۲۱ نسبت به سال های ۱۹۹۹-۱۹۸۰ حدود ۴-۱/۸ درجه

۱ و ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

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

۲- دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

بالایی در فضای سبز می‌باشد و تاکنون تحقیقات زیادی در مورد اثرات افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بر روی آن صورت نگرفته است، و از طرف دیگر با توجه به افزایش دی‌اکسیدکربن اتمسفری در سال‌های آینده و لزوم آگاهی از پاسخ گونه‌های درختی به این تغییرات، آزمایش حاضر به منظور بررسی اثرات افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بر روی برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گونه درختی زیتون تلخ انجام شده است.

مواد و روش‌ها

گونه مورد مطالعه

زیتون تلخ مورد استفاده در این تحقیق با نام علمی (*Melia azedarach* Linn) می‌باشد. جنس *Melia* از خانواده *Meliaceae*، شامل ده گونه درخت یا درختچه با برگ‌های نیمه پایا یا خزانی است که در جنوب استرالیا و آسیا می‌روید (۲۳). زیتون تلخ درختی است روشنی‌پسند و سریع‌الرشد، که بلندی گونه اصلی آن به طور معمول به ۱۵ متر می‌رسد. طالب مکان‌های آفتاب‌گیر و خاک‌های بارخیز، عمیق، خشک و زهکشی شده است اما در انواع خاک‌ها توان رستن دارد؛ به خشکی مقاومت می‌کند و اگرچه یارای تحمل یخبندان را دارد، با این همه بهترین شرایط برای بالندگی آن در نواحی گرمسیری و معتدل گرم می‌باشد و تا حدی به شوری خاک نیز مقاومت نشان می‌دهد. کاشت آن به صورت درخت زینتی در بعضی نقاط ایران کمابیش متداول می‌باشد (۲۳).

روش تحقیق

این پژوهش در بهار ۱۳۹۳ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. تیمارهای این تحقیق، غلظت‌های مختلف دی‌اکسیدکربن شامل سه سطح ۴۵۰ (شاهد)، ۷۵۰ و ۱۱۰۰ پی‌پی‌ام بود. نهال‌های سه ماهه زیتون تلخ که در شرایط یکسانی در گلخانه رشد کرده بودند، به اتاقک‌های پلاستیکی به ابعاد ۲×۲×۳ انتقال داده شدند. خاک گلدان‌ها حاوی خاک زراعی، ماسه، کود حیوانی و خاکبرگ بود که به ترتیب به نسبت ۴:۲:۱ در نظر گرفته شد. تیمارهای مختلف دی‌اکسیدکربن در زیر پلاستیک‌ها به صورت جداگانه طراحی و تزریق گاز با استفاده از کپسول‌های ۵۰ کیلویی دی‌اکسیدکربن انجام شد. همچنین به منظور کنترل دقیق میزان دی‌اکسیدکربن، در اتاقک‌های حاوی این گاز از دستگاه تنظیم‌کننده 1312Photoacousticmulti Gas Monitor استفاده گردید. و همواره در تیمار افزایش غلظت، غلظت دی‌اکسیدکربن در حد ثابتی نگهداشته شد. نهال‌ها به مدت دو ماه در معرض غلظت‌های مختلف دی‌اکسیدکربن قرار گرفتند. متوسط درجه حرارت روزانه و متوسط درجه حرارت شبانه به ترتیب ۳۰ و ۲۶

درصد افزایش می‌دهد (۵۳). مطالعات نشان داده که گونه‌های چوبی در مقایسه با گونه‌های علفی واکنش بیشتری به افزایش دی‌اکسیدکربن نشان می‌دهند (۳۹).

تغییر در غلظت دی‌اکسیدکربن اتمسفر به طور وسیعی در بسیاری از مطالعات مورد ارزیابی قرار گرفته است (۶). نتایج آزمایش بر روی دو گونه درختی *Ochroma lagopus* Swartz و *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze نشان داد که بیوماس کلی، سطح برگ و وزن مخصوص برگ در هر دو گونه با افزایش دی‌اکسیدکربن افزایش می‌یابد (۴۰). گیسلر و همکاران (۱۷) در تحقیق خود بر روی گونه مینای شور پسند نشان دادند که افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن منجر به افزایش قابل توجهی در فتوسنتز و رشد شد. سنتز پرولین، کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها افزایش یافت که در نهایت به بهبود گیاه تحت شرایط شور منجر شد.

در تحقیق دیگری (۴۲) نشان داده شد که با غنی‌سازی دی‌اکسیدکربن، وزن خشک گیاه (*Plantago major*) ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. مطالعه دیگری (۵۰) نیز نشان داد که با افزایش دی‌اکسیدکربن تولید زیست توده کل در سویا حدود ۴۰ و سورگوم حدود ۳۰ درصد افزایش یافت. در تحقیقی بر روی گل رز (۴۱) نشان داده شد که افزایش دی‌اکسیدکربن تا ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام، باعث افزایش معنی‌داری در تراکم روزنه‌ها و تراکم سلول‌های اپیدرمی گردیده است. نتایج تحقیق دیگری بر روی درخت انگور (*Vitis vinifera* L.) نشان داد که افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن میزان فتوسنتز خالص (A)، میزان آب مورد نیاز گیاه (A/gs)، ضخامت برگ و غلظت منیزیم (mg), C/N, K/N و نسبت Mg/N را افزایش داد، و موجب کاهش تراکم روزنه‌ای و غلظت نیتروژن گردید (۳۵). نتایج مطالعات بر روی گونه برنج (*Oryza sativa* L. cv. Junam) نشان داد که با افزایش دی‌اکسیدکربن و درجه حرارت، مقدار کلروفیل و ازت کاهش می‌یابد (۲۵). تحقیق دیگری (۵۴) بر روی میزان ذخیره کربن و نیتروژن در دانه‌های برنج (*Oryza sativa* L.) به این نتیجه منتهی شد که افزایش دی‌اکسیدکربن، محصول دهی برنج را تا ۱۳ درصد تحریک نموده اما غلظت نیتروژن دانه را تا ۷ درصد کاهش می‌دهد.

شور و همکاران (۴۹) بر روی گل جعفری نشان دادند که غلظت ۷۰۰ میکرومول بر مول دی‌اکسیدکربن میانگین قطر ساقه را ۶۹ درصد و ارتفاع ساقه را نسبت به میانگین شاهد به بیش از دو برابر افزایش داد. همچنین غلظت‌های بالای دی‌اکسیدکربن به طور معنی‌داری سبب افزایش وزن خشک گیاه گردید.

در تحقیق دیگری شور و همکاران (۴۸) نشان دادند که در صورت افزایش دی‌اکسیدکربن از ۳۸۰ به ۱۰۵۰ پی‌پی‌ام، باعث افزایش معنی‌دار در تعداد برگ‌ها، قطر ساقه، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی در گونه حسن یوسف گردیده است.

با توجه به این که از یک طرف این گونه‌ی درختی دارای اهمیت

درجه سانتی گراد بود که برای کلیه تیمارها یکسان در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که دمای زیر پلاستیک‌ها حدود ۴ درجه نسبت به دمای داخل گلخانه بدلیل اثر دی‌اکسیدکربن بیشتر بود.

پس از اعمال تیمارها به مدت دو ماه، صفات مورفولوژیک شامل قطر یقه، ارتفاع ساقه، تعداد برگ، وزن تر اندام هوایی و ریشه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، بیوماس ماده تر و ماده خشک و همزمان صفات فیزیولوژیک شامل میزان پرولین (۵)، قندهای محلول (۲۶)، کلروفیل (a, b, a+b) و کارتنوئید (۲۸)، ازت، فسفر، پتاسیم و محتوای نسبی آب برگ (۱۵) اندازه‌گیری شد.

جهت تجزیه و تحلیل نتایج، ابتدا نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون کلموگروف اسمیرنوف بررسی شد، سپس جهت بررسی اختلاف بین سطوح مختلف تیمار، تجزیه و تحلیل واریانس از نظر کلیه صفات مورد بررسی انجام شد و در نهایت میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن دسته‌بندی گردید. کلیه تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه و تحلیل واریانس در خصوص صفات مورفولوژیک نشان داد که تاثیر غلظت‌های مختلف دی‌اکسیدکربن بر تمام صفات مورفولوژیک مورد بررسی به استثنای وزن خشک ریشه و ارتفاع ساقه معنی‌دار بود (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که قطر یقه با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن نسبت به شاهد افزایش نشان داد به طوری که میزان آن در غلظت ۷۵۰ پی‌پی‌ام بیشتر از غلظت ۱۱۰۰ پی‌پی‌ام نیز بود (جدول ۲). ارتفاع ساقه نیز با بالا رفتن غلظت دی‌اکسیدکربن افزایش نشان داد به طوری که غلظت ۱۱۰۰ پی‌پی‌ام با میانگین ارتفاع ۵۸ سانتی‌متر، بیشترین تاثیر را بر این صفت داشت (جدول ۲). افزایش دی‌اکسیدکربن، میانگین تعداد برگ‌ها را به بیشتر از دو برابر افزایش داد که نسبت به میانگین تعداد برگ‌ها در تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نشان داد اما بین دو غلظت ۷۵۰ و ۱۱۰۰ دی‌اکسیدکربن تفاوت معنی‌داری برای این صفت مشاهده نشد. افزایش دی‌اکسیدکربن همچنین میانگین صفات وزن تر اندام هوایی و ریشه و بیوماس ماده تر را نسبت به میانگین شاهد به بیش از دو برابر افزایش داد. اما بین دو غلظت ۷۵۰ و ۱۱۰۰ دی‌اکسیدکربن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. برای صفات وزن خشک اندام هوایی و بیوماس ماده خشک نیز غلظت‌های ۷۵۰ و ۱۱۰۰ دی‌اکسیدکربن نسبت به میانگین شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. در این موارد نیز غلظت ۷۵۰ پی‌پی‌ام بیشترین تاثیر را داشت به طوری که میانگین این صفات را به بیش از سه برابر نسبت به میانگین تیمار شاهد

افزایش داد. اما بین دو غلظت‌های ۷۵۰ و ۱۱۰۰ دی‌اکسیدکربن تفاوت معنی‌داری برای این صفات مشاهده نگردید. اگر چه تفاوت معنی‌داری در میانگین میزان وزن خشک ریشه در بین تیمارهای مختلف دی‌اکسیدکربن مشاهده نگردید، ولی مشاهدات نشان داد که میانگین این صفت در غلظت‌های ۷۵۰ و ۱۱۰۰ پی‌پی‌ام دی‌اکسیدکربن نسبت به میانگین آن تحت تیمار شاهد افزایش می‌یابد (جدول ۲).

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل صفات فیزیولوژیک نشان داد که اثر غلظت‌های ۷۵۰ و ۱۱۰۰ پی‌پی‌ام تنها بر روی صفات میزان پرولین، ازت و محتوای نسبی آب برگ در بین صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود (جدول ۳). غلظت ۷۵۰ پی‌پی‌ام به طور معنی‌داری میزان پرولین را به بیش از سه برابر تیمار شاهد افزایش داد (جدول ۴). غلظت ۷۵۰ پی‌پی‌ام همچنین بیشترین تاثیر را بر روی مقدار جذب ازت داشت. افزایش دی‌اکسیدکربن باعث کاهش محتوای نسبی آب برگ شد (جدول ۴). تفاوت معنی‌داری در میانگین میزان قند، کلروفیل (a, b, a+b) و کارتنوئید در بین تیمارهای مختلف مشاهده نگردید. اما میانگین کلروفیل b و کل در غلظت‌های بالای دی‌اکسیدکربن نسبت به شاهد کاهش یافت و بالاترین میانگین‌ها مربوط به تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۴).

بحث

در متابولیسم کربن، دی‌اکسیدکربن و آب نقش اساسی را ایفا می‌کنند. حاصل عمل فتوسنتز، سنتز قند و اکسیژن می‌باشد. نتایج این آزمایش نشان داد که افزایش دی‌اکسیدکربن اثر معنی‌داری بر مقدار قندهای محلول در گیاه زیتون تلخ نداشت. از آنجایی که اثر فاکتورهای رشدی مورد مطالعه در این آزمایش با افزایش دی‌اکسیدکربن افزایش معنی‌داری نشان دادند می‌توان نتیجه‌گیری کرد که قندهای محلول حاصل از عمل فتوسنتز، صرف سنتز ساختار گیاه مورد مطالعه شده است. بطور مثال در این آزمایش مقدار قطر یقه، ارتفاع ساقه، تعداد برگ، وزن تر اندام هوایی و ریشه، وزن خشک اندام هوایی، بیوماس ماده تر و خشک به‌طور معنی‌داری با افزایش دی‌اکسیدکربن افزایش نشان داد. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که در فاکتورهای مرتبط با متابولیسم کربن مثل قند، تعداد برگ، وزن تر اندام هوایی و ریشه، وزن خشک اندام هوایی، بیوماس ماده تر و خشک تفاوت معنی‌داری بین غلظت ۷۵۰ و ۱۱۰۰ پی‌پی‌ام بدست نیامد. این موضوع می‌تواند به مکانیسم باز و بسته شدن روزنه‌ها مرتبط باشد. نتایج در بسیاری از گیاهان نشان می‌دهد که افزایش دی‌اکسیدکربن باعث بسته شدن روزنه‌ها می‌شود.

جدول ۱- تجزیه و تحلیل واریانس صفات مورفولوژیک اندازه گیری شده در زیتون تلخ
Table 1- Variation analysis of the measured morphological traits in *Melia azedarach*

صفات Characteristics	منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Df	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS	F	P
قطر یقه Collar diameter (mm)	غلظت دی اکسید کربن Carbon Dioxide Concentration	2	2.68	1.34	5.47	0.04
	خطا Error	6	1.47	0.24		
ارتفاع ساقه Stem height (cm)	غلظت دی اکسید کربن Carbon Dioxide Concentration	2	451.55	225.77	5.12	0.05
	خطا Error	6	264.66	44.11		
تعداد برگ Number of leaves	غلظت دی اکسید کربن Carbon Dioxide Concentration	2	1500.66	750.33	9.31	0.01
	خطا Error	6	483.33	80.55		
وزن تر اندام هوایی Shoot wet weight (gr)	غلظت دی اکسید کربن Carbon Dioxide Concentration	2	13.39	6.69	5.22	0.04
	خطا Error	6	7.69	1.28		
وزن تر ریشه Root wet weight (gr)	غلظت دی اکسید کربن Carbon Dioxide Concentration	2	2.56	1.28	5.99	0.03
	خطا Error	6	1.28	0.21		
بیوماس ماده تر Wet matter biomass (gr)	غلظت دی اکسید کربن Carbon Dioxide Concentration	2	27.68	13.84	5.77	0.04
	خطا Error	6	14.40	2.40		
وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight (gr)	غلظت دی اکسید کربن Carbon Dioxide Concentration	2	2.04	1.02	9.37	0.01
	خطا Error	6	0.65	0.109		
وزن خشک ریشه Root dry weight (gr)	غلظت دی اکسید کربن Carbon Dioxide Concentration	2	0.029	0.014	1.95	0.22
	خطا Error	6	0.04	0.007		
بیوماس ماده خشک Dry matter biomass (gr)	غلظت دی اکسید کربن Carbon Dioxide Concentration	2	2.52	1.26	7.83	0.02
	خطا Error	6	0.96	0.16		

درصد افزایش داد که با نتایج به دست آمده در این تحقیق مطابقت دارد. محققین دیگر نشان دادند که افزایش دی اکسید کربن در گیاهان، همراه با ارتفاع بیشتر و ساقه های قطورتر و افزایش تعداد برگ است (۲۲). نتایج آزمایش (۲۰) نیز نشان داد از آنجا که یک رابطه مثبت بین افزایش سرعت رشد با زمان ظهور و توسعه برگ های آن وجود دارد. همچنین با افزایش غلظت دی اکسید کربن از ۳۸۰ به ۷۵۰ میکرو لیتر در لیتر تعداد برگ های گیاه *Guzmania hilda* به طور معنی داری افزایش یافت (۱۱).

به عنوان مثال، در آزمایشی بر روی سه رقم از گیاه بنفشه آفریقایی و داودی نشان داده شد که با افزایش غلظت دی اکسید کربن، افزایش وزن خشک همراه با برگ های بیشتر و بزرگ تر در بنفشه آفریقایی و ایجاد ساقه ضخیم تر و طولی تر در شاخه های جانبی داودی مشاهده گردید (۳۴). آزمایش دیگری (۳۳) همچنین نشان داد که افزایش دی اکسید کربن تا سطح ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ میکرو لیتر در لیتر، ارتفاع ساقه گل های داودی، ژبره، افوربیا را تا ۱۰ سانتی متر نسبت به شاهد و تعداد برگ در گل های بگونیا، افوربیا و افلاندر را ۱۰ تا ۲۰

جدول ۲- مقایسات میانگین صفات مورفولوژیک مورد مطالعه با استفاده از روش دانکن
Table 2- Compare means of the studied morphological traits using Duncan

فاکتورهای مورد اندازه گیری Factors measured	غلظت دی اکسیدکربن Carbon Dioxide Concentration (ppm)		
	شاهد (450) Control	750	1100
قطر یقه Collar diameter (mm)	1.97 b	3.2 a	2.2 b
ارتفاع ساقه Stem height (cm)	40.7 b	50 ab	58 a
تعداد برگ Number of leaves	22.7 b	47 a	52 a
وزن تر اندام هوایی Shoot wet weight (gr)	2.3 b	4.97 a	4.9 a
وزن تر ریشه Root wet weight (gr)	0.87 b	2 a	2 a
بیوماس ماده تر Wet matter biomass (gr)	3.2 b	6.97 a	6.9 a
وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight (gr)	0.39 b	1.5 a	1.2 a
وزن خشک ریشه Root dry weight (gr)	0.1 a	0.21 a	0.23 a
بیوماس ماده خشک Dry matter biomass (gr)	0.49 b	1.7 a	1.39 a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

تبادل بین ازت و کربن در گیاهان برای مراحل رشدی گیاه بسیار حائز اهمیت می‌باشد. ازت در احیای متابولیکی نیترات به اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها تبدیل می‌شود. به‌طور کلی زمانی که گیاه مقدار ازت بیشتری را جذب می‌کند، مقدار هیدروکربن‌ها در آن کاهش می‌یابد و بر عکس زمانی که مقدار ازت در گیاه کاهش می‌یابد مقدار هیدروکربن‌ها افزایش می‌یابد. تعادل بین این دو می‌تواند نقش مهمی در مراحل زایشی و رویشی گیاه داشته باشد. هنگامی که ازت به مولکول‌های اسیدهای آمینه وارد و در آن‌ها تثبیت می‌شود، برخی مواد متابولیکی چرخه TCA (چرخه اسید تری کربوکسیلیک) به مصرف می‌رسند، ولی ادامه عمل چرخه TCA نیاز به این دارد که جای مواد متابولیکی مصرف شده مذکور دوباره پر شود. تامین و پر شدن جای این مواد متابولیکی سبب مصرف هیدروکربن‌ها و مشتقات آن می‌شود. این ترکیبات اسکلت‌های کربن را برای بیوسنتز اسیدهای آمینه تامین می‌کند، بدین ترتیب ازت معدنی سبب کاهش ذخایر کربوهیدرات‌ها در گیاه می‌شود (۳۸). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن تا ۷۵۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش مقدار ازت در گیاه زیتون تلخ شد. در این غلظت افزایش ازت باعث افزایش معنی‌دار اسیدآمینه پرولین شد. که نشان می‌دهد، ازت از طریق چرخه

نتایج تحقیق در گیاه *Kalanchoe blossfeldiana* نشان داد که غلظت ۹۰۰ پی‌پی‌ام دی‌اکسیدکربن سبب افزایش وزن خشک گردید (۲۹). محققان دیگر نیز افزایش تجمع ماده خشک را در برنج (۴۷) و (۱۰) و سویا (۲۰) به علت افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن گزارش کردند که با نتایج این تحقیق مشابه می‌باشد. مطالعات (۳۷) نیز نشان می‌دهد که وزن خشک گیاه *Dactylis* با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در شرایط تامین نیتروژن افزایش می‌یابد. مشابه نتایج این مطالعه (۴۰) بر روی دو گونه درختی *Ochroma lagopus* و *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze و Swartz داد که بیوماس کلی هر دو گونه در اثر افزایش دی‌اکسیدکربن افزایش معنی‌داری می‌یابد. نتایج آزمایشات محققین دیگر (۲۴ و ۳۱) نشان می‌دهد که اساساً در شرایط افزایش دی‌اکسیدکربن، تولید بیوماس افزایش می‌یابد. اگرچه گستردگی این واکنش در بین گیاهان، فصل‌های رشد و شرایط آزمایش متفاوت است.

در این تحقیق همانطور که گفته شد غلظت‌های متفاوت دی‌اکسیدکربن بر روی میزان قندهای محلول تاثیر معنی‌داری نداشت اما بعضی محققان (۱ و ۴۴) افزایش میزان قندهای محلول را در غلظت‌های بالای دی‌اکسید کربن گزارش کرده‌اند.

احیای متابولیکی ازت باعث افزایش اسیدهای آمینه و احتمالاً افزایش مقدار پرولین در گیاه شده است. دی‌اکسیدکربن در غلظت ۱۱۰۰ پی‌پی‌ام تأثیری بر میزان ازت در گیاه مورد مطالعه نداشت. کاهش مقدار ازت و کربن باشد. کاهش مقدار ازت در ۱۱۰۰ پی‌پی‌ام باعث کاهش مقدار پرولین و احتمالاً سنتز پروتئین شده است.

جدول ۳- تجزیه و تحلیل واریانس صفات فیزیولوژیک اندازه‌گیری شده در زیتون تلخ
Table 3- Variation analysis of the measured physiological traits in *Melia azedarach*

صفات Characteristics	منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Df	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS	F	P
پرولین برگ Proline (mg g ⁻¹ fw)	غلظت دی‌اکسیدکربن Carbon Dioxide Concentration	2	0.001	0.0	6.9	0.02
	خطا Error	6	0.0	0.0		
قند برگ Sugar (mg g ⁻¹ wd)	غلظت دی‌اکسیدکربن Carbon Dioxide Concentration	2	2.9	1.47	0.75	0.5
	خطا Error	6	0.0	0.0		
کلروفیل a Chlorophyll a (mg g ⁻¹ fw)	غلظت دی‌اکسیدکربن Carbon Dioxide Concentration	2	51.6	25.8	0.91	0.4
	خطا Error	6	170.7	28.4		
کلروفیل b Chlorophyll b (mg g ⁻¹ fw)	غلظت دی‌اکسیدکربن Carbon Dioxide Concentration	2	372.7	186.4	1.76	0.3
	خطا Error	6	636.6	106.1		
کلروفیل کل Total Chlorophyll (mg g ⁻¹ fw)	غلظت دی‌اکسیدکربن Carbon Dioxide Concentration	2	662.1	331.1	1.57	0.3
	خطا Error	6	1265.2	210.8		
کارتنوئید Carotenoids (mg g ⁻¹ fw)	غلظت دی‌اکسیدکربن Carbon Dioxide Concentration	2	45.6	22.9	1.70	0.3
	خطا Error	6	80.5	13.4		
ازت Nitrogen (%)	غلظت دی‌اکسیدکربن Carbon Dioxide Concentration	2	6.1	3.1	8.9	0.02
	خطا Error	6	2.1	0.3		
فسفر Phosphorus (mg/kg)	غلظت دی‌اکسیدکربن Carbon Dioxide Concentration	2	0.0	0.0	0.52	0.6
	خطا Error	6	0.0	0.0		
پتاسیم Potassium (mg/kg)	غلظت دی‌اکسیدکربن Carbon Dioxide Concentration	2	87783603	94389180	0.54	0.2
	خطا Error	6	244166889	40694481		
محتوای نسبی آب برگ Leaf relative water content (%)	غلظت دی‌اکسیدکربن Carbon Dioxide Concentration	2	1690	845	37.9	0.00
	خطا Error	6	133.7	22.3		

جدول ۴- مقایسات میانگین صفات فیزیولوژیک مورد مطالعه با استفاده از روش دانکن
Table 4- Compare means of the studied physiological traits using Duncan

فاکتورهای مورد اندازه گیری Factors measured	غلظت دی اکسید کربن Carbon Dioxide Concentration (ppm)		
	شاهد (450) Control	750	1100
پرولین برگ Proline (mg g ⁻¹ fw)	0.007 b	0.026 a	0.004 b
قند برگ Sugar (mg g ⁻¹ wd)	0.08 a	0.08 a	0.09 a
کلروفیل a Chlorophyll a (mg g ⁻¹ fw)	28.6 a	29.7 a	24.1 a
کلروفیل b Chlorophyll b (mg g ⁻¹ fw)	42.6 a	37 a	27 a
کلروفیل کل Total Chlorophyll (mg g ⁻¹ fw)	71 a	66.7 a	51 a
کارتنوئید Carotenoids (mg g ⁻¹ fw)	3.3 a	0.7 a	2.3 a
ازت (درصد) Nitrogen (%)	3.8 a	5 a	3.9 b
فسفر Phosphorus (mg/kg)	0.06 a	0.05 a	0.06 a
پتاسیم Potassium (mg/kg)	13 a	13 a	17 a
محتوای نسبی آب برگ (درصد) Leaf relative water content (%)	86 a	67 b	53 c

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک هستند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

محتوای نسبی آب برگ در غلظت‌های ۷۵۰ و ۱۱۰۰ پی‌پی‌ام بطور معنی‌داری در گیاه زیتون تلخ کاهش یافت. کاهش مقدار آب در بافت‌های گیاهی می‌تواند مربوط به مصرف آب در عمل فتوسنتز در غلظت‌های بالا باشد. بلوچی و همکاران (۴) نیز بر روی گندم دوروم نشان دادند که افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن از ۴۰۰ به ۹۰۰ پی‌پی‌ام موجب کاهش محتوای نسبی آب برگ به میزان ۶ درصد می‌گردد. که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

پتاسیم عنصری است که بیشتر به عنوان فاکتور مورد نیاز ۴۰ و یا بیش از ۴۰ آزیسم است و همچنین در باز و بسته شدن روزنه‌های هوایی نقش دارد. این عنصر در تنش‌های خشکی و شوری در گیاه افزایش می‌یابد. در این آزمایش تنش شوری و خشکی وجود نداشت. مقدار فسفر با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن افزایش معنی‌داری نشان نداد. فسفر در سلول‌های گیاهی نخست از طریق وارد شدن به مولکول ATP تثبیت می‌شود علاوه بر تثبیت فسفات در مرحله فسفوریلاسیون اکسیداتیو (APP+Pi= ATP + H₂O)، مقداری از فسفات جذب شده به وسیله گیاه آلی در حضور نور از طریق

مطالعات نشان می‌دهد که افزایش دی‌اکسیدکربن در جامعه گیاهی شبدر معمولی باعث افزایش درصد نیتروژن کل و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن می‌شود (۵۲). نتایج محققین دیگر (۲، ۱۸ و ۵۱) همچنین نشان می‌دهد که با افزایش دی‌اکسیدکربن تثبیت نیتروژن هم افزایش می‌یابد. ولی نتایج برخی تحقیقات نشان داد که با افزایش دی‌اکسیدکربن غلظت نیتروژن در انگور کاهش می‌یابد (۳۵). همین‌طور مطالعات دیگر (۵۴) نشان داد که با افزایش دی‌اکسیدکربن در برنج غلظت نیتروژن در خوشه تا ۷ درصد کاهش یافت.

مشابه نتایج تحقیق حاضر نیز در مطالعات بلوچی و همکاران (۴) بر روی گندم دوروم بدست آمد که در سطوح تشعشع A، B و C با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن میزان پرولین (از ۳/۲۸ به ۱۲/۴۵ میکروگرم در گرم وزن تر برگ) افزایش می‌یابد. اما بلوچی و همکاران (۳) در تحقیق دیگری بر روی گندم نان نشان دادند که با افزایش دی‌اکسیدکربن و تنظیم پتانسیل آب گیاه، سنتز پرولین به عنوان یک اسید آمینه موثر در تنظیم پتانسیل آب گیاه کاهش می‌یابد. که با نتایج این تحقیق همخوانی ندارد.

دی‌اکسیدکربن، موجب کاهش محتوای کلروفیل می‌گردد (۱۱).

نتیجه‌گیری کلی

وجود اختلاف معنی‌دار بین غلظت‌های دی‌اکسیدکربن و شاهد از نظر صفات مورد اندازه‌گیری نشان داد که افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن بر روی صفات مورفولوژیک و برخی از صفات فیزیولوژیک در زیتون تلخ تأثیر گذار بود. در بین غلظت‌های مختلف نیز، اغلب تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. با توجه به اینکه با ادامه مصرف سوخت‌های فسیلی در سطح جهان غلظت دی‌اکسیدکربن همچنان افزایش خواهد یافت، لذا می‌توان پیشنهاد نمود از آنجا که افزایش دی‌اکسیدکربن تا غلظت ۱۱۰۰ پی‌پی‌ام هیچ گونه تأثیر منفی بر رشد گیاه زیتون تلخ نداشت بنابراین استفاده از این گیاه در مناطق آلوده شهری جهت فضای سبز مناسب به نظر می‌رسد. از طرف دیگر از آنجا که با افزایش دی‌اکسیدکربن تا ۷۵۰ پی‌پی‌ام، رشد گیاه زیتون تلخ افزایش پیدا کرد؛ می‌توان توصیه کرد که در مناطق خشک برای کاهش مصرف آب و افزایش رشد در گلخانه‌ها از این روش استفاده شود. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که به طور کلی تفاوتی بین غلظت ۷۵۰ و ۱۱۰۰ پی‌پی‌ام دی‌اکسیدکربن در مورد گیاه زیتون تلخ وجود ندارد. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که برای افزایش رشد این گونه فقط تا غلظت ۷۵۰ پی‌پی‌ام استفاده شود چون تأثیر معنی‌داری بین فاکتورهای رشدی بین دو غلظت ۷۵۰ و ۱۱۰۰ پی‌پی‌ام بدست نیامد.

مرحله‌ی فسفوریلاسیون فتوستتزی در برگ‌های سبز تثبیت می‌شود. بنابراین در مطالعه حاضر افزایش جذب فسفر وجود دارد که در مراحل بعدی در مولکول‌های فسفره شامل قندهای فسفر، فسفولیپیدها و نوکلئوتیدها تثبیت شده است (۳۸).

در این تحقیق همچنین برای میزان کلروفیل (a, b, کل) و کارتنوئید بین غلظت‌های مختلف دی‌اکسیدکربن اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد اما بعضی محققان کاهش، بدون تأثیر بودن و یا حتی افزایش میزان رنگیزه‌ها را در تحقیقاتشان گزارش کرده‌اند. مشابه با نتایج این تحقیق، در آزمایشی (۱۳) نشان داده شد که افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن تأثیر معنی‌داری بر محتوای کلروفیل برگ پرچم در گندمن داشت. همین طور مشابه با نتایج این تحقیق ده‌شیری و همکاران (۱۲) بر روی کلزا نشان دادند که میزان کلروفیل برگ در سطوح مختلف گاز دی‌اکسیدکربن تفاوت معنی‌دارین داشت که نشان می‌دهد میزان ساخت کلروفیل متناسب با توسعه برگ‌ها بوده و غلظت دی‌اکسیدکربن اثر جداگانه‌ای بر آن ندارد. چنان‌که و همکاران (۹) نیز در بررسی گیاه کروتون نشان دادند که برهمکنش نور و دی‌اکسیدکربن تأثیر معنی‌داری بر روی سبزیگی برگ نداشت.

اما نتایج برخی آزمایشات (۱۹ و ۳۲) نشان داد که افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن باعث افزایش محتویات کلروفیل برگ‌ها می‌گردد که بابت این تحقیق مغایرت دارد. محققان دیگر کاهش مقدار کلروفیل را گزارش کرده‌اند. مطالعات (۸) نشان داد که با افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن، میزان کلروفیل در گیاه پپینو (*Solanum muricatum* Ait) کاهش می‌یابد. محققان دیگر در گیاه *Guzmania hilda* همچنین نشان دادند که افزایش غلظت

منابع

- 1- Ainaworth E.A., Rogers A., Nelson R., and Long S. 2004. Testing the source-sink hypothesis of downregulation of photosynthesis in elevated CO₂ in the field with single gene substitutions in Glycine max. *Agricultural and Forest Meteorology*, 122: 85-94.
- 2- Allen L.H., Valle R.R., Mishoe J.W., and Jones J.W. 1994. Soybean Leaf gas-exchange responses to carbon dioxide and water stress. *Agronomy Journal*, 86: 625-636.
- 3- Balouchi H.R., Modarres Sanavy S.A.M., Emam Y., and Barzegar M. 2009. Effects of waterless stress, increasing carbon dioxide and ultraviolet on quantitative traits of durum wheat flag leaf (*Triticum turgidum* L. Var. durum Desf). *Journal of Iranian Agriculture Plants Science*, 40: 41-52. (in Persian)
- 4- Balouchi H.R., Modarres Sanavy S.A.M., Emam Y., and Dolatabadian A. 2009. Effect of CO₂ Enrichment, Ultra-violet and Drought stress on some traits of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 1-16. (in Persian with English abstract)
- 5- Bates L.S., Waldren R.P., and Teare I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress student. *Plant soil*, 39: 205-207.
- 6- Beerling D.J., and Kelly C.K. 1997. Stomatal density responses of temperate woodland plants over the past seven decades of CO₂ increase: a comparison of Salisbury (1927) with contemporary data. *American Journal of Botany*, 84: 1572-1583.
- 7- Chen D.X., Hunt H.W., and Morgan J.A. 1996. Responses of a C₃ and C₄ perennial grass to CO₂ enrichment and climate change: comparison between model predictions and experimental data. *Ecological Modeling*, 87: 11-27.
- 8- Chen K., Hu G., Keutgen N., Janssens M.J., and Lenz F. 1999. Effects of NaCl salinity and CO₂ enrichment on pepino (*Solanum muricatum* Ait.): II. Leaf photosynthetic properties and gas exchange. *Scientia Horticulturae*, 81:

- 43-56.
- 9- Chenarani Gh., Shoor M., Tehranifar A., Neamati S.H., and Davari Nejad Gh.H. 2014. Effect of light intensity and carbon dioxide on rooting of Croton (*Codiaeum variegatum*) cuttings. Journal of Horticultural Science, 28: 116-124. (in Persian)
- 10- Cheng W., Sakai H., Yagi K., and Hasegawa T. 2009. Interactions of elevated CO₂ and night temperature on rice growth and yield. Agricultural and Forest meteorology, 149: 51-58.
- 11- Croonenborghs S., Ceusters J., Londers E., and De Proft M.P. 2009. Effect of elevated CO₂ on growth and morphological characteristics of ornamental bromeliads. Scientia Horticulture, 121: 192-198.
- 12- Dehshiri A., Modarres Sanavy S.A.M., Rezaee H., and Shiranirad A.H. 2012. Effect of Elevated Concentration of Atmospheric Carbon Dioxide on Some traits of Three Rapeseed (*Brassic napus* L.) Varieties under Saline Conditions. Journal of Seed and Seedling Breeding, 2-28: 35-52. (in Persian)
- 13- Donnelly A., Jones M.B., Burke J.I., and Schnieders B. 2000. Elevated CO₂ provides protection from O₃ induced photosynthetic damage and chlorophyll loss in flag leaves of spring wheat. Agriculture, Ecosystems and Environment, 80: 159-168.
- 14- Drake B.G., and González-Meler M.A. 1997. More efficient plants: a consequence of rising atmospheric CO₂? Annual Review of Plant Biology, 48: 609-639.
- 15- Farshadfar E., and Mohammadi R. 2003. An Evaluation of Physiological Indices of Drought Tolerance in Agropyron Using Multiple Selection Index. Iranian Journal of Agricultural Science, 34: 635-646. (in Persian with English abstract)
- 16- Fritschi F.B., Boote K.J., Sollenberger L.E., Allen Jr L.H., and Sinclair T.R. 1999. Carbon dioxide and temperature effects on forage establishment: photosynthesis and biomass production. Global Change Biology, 5: 441-453.
- 17- Geissler N., Hussin S., and Koyro H.W. 2009. Interactive effects of NaCl salinity and elevated atmospheric CO₂ concentration on growth, photosynthesis, water relations and chemical composition of the potential cash crop halophyte (*Aster tripolium* L.). Environmental and Experimental Botany, 65: 220-231.
- 18- Hardy R.W.F., and Havelka U.D. 1976. Photosynthate as a major factor limiting nitrogen fixation by field-grown legumes with emphasis on soybean in symbiotic nitrogen fixation in plants, Ed Nutman, p.s, cambridge university press, 421-439.
- 19- Heagle A.S., Miller J.E., and Booker F.L. 1998. Influence of ozone stress on soybean response to carbon dioxide enrichment: I. foliar properties. Crop Science, 38: 113-121.
- 20- Heienemann A.B., Maia A.H.N., Dourado-Neto D., Ingram K.T., and Hoogenboom G. 2006. Soybean (*Glycine max* L.) Merr Growth and development response to CO₂ enrichment under different temperature regimes. European Journal of Agronomy, 24: 52-61.
- 21- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2001. In: Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., van der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K., Johnson, C.A. (Eds.), The Scientific Basis. Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
- 22- Jablonski L.M., Xianzhong W., and Curtis P.S. 2002. Plant reproduction under elevated CO₂ conditions: a meta metaanalysis of reports on 79 crop and wild species. New Phytologist, 156: 9-26.
- 23- Jazireii M.H. 2010. Forestation in dryland. Tehran University Press. Third Edition. Tehran.
- 24- Kimball B.A., Kobayashi K., and Bindu M. 2002. Responses of agricultural crops to free-air CO₂ enrichment. Advances in Agronomy, 77: 293-368.
- 25- Kim H.R., and You Y.H. 2010. The Effects of the Elevated CO₂ Concentration and Increased Temperature on Growth, Yield and Physiological Responses of Rice (*Oryza sativa* L. cv. Junam). Advances in Bioresearch, 1: 46-50.
- 26- Kochert G. 1987. Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method: 56-97.
- 27- Koocheki A., and Hosseini M. 2006. Climate Change and Global Crop Productivity. Ferdowsi University of Mashhad Publication, Mashhad.
- 28- Lichtenthaler H.K. 1987. Chlorophyll and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Method Enzym, 148: 350-382.
- 29- Liu-Gitz L., Britz S.J., and Wergin W.P. 2000. Blue light inhibits stomatal development IB soybean isolines containing kaempferol 3-O-2G-glycosyl-gentiobioside (K9), a unique flavonoid glycoside. Plant Cell Environ, 23: 883-891.
- 30- Long S.P., Ainsworth E.A., Rogers A., and Ort D.R. 2004. Rising atmospheric carbon dioxide: plants FACE the future. Annual Review of Plant Biology, 55: 591-628.
- 31- Mauney J.R., Kimball B.A., Pinter P.J., Lamorte R.L., Lewin K.F., Nagy J., and Hendrey G.R. 1994. The free-air carbon dioxide enrichment (FACE) cotton project: A new field approach to assess the biological consequences of global change. Agricultural and Forest Meteorology, 170: 49-67.

- 32- Mavrogianopoulos G.N., Spanakis J., and Tsikalas P. 1999. Effect of Co2 enrichment and salinity on photosynthesis and yield in melon. *Scientia Horticulture*, 79: 51-63.
- 33- Mortensen L.M. 1986. Effect of relative humidity on growth and flowering of some greenhouse plants. *Scientia Horticulturae*, 29: 301-307.
- 34- Mortensen L.M. 1986. Effect of intermittent as compared to continuous CO2 enrichment on growth and flowering of *Chrysanthemum X morifolium* Ramat. and *Saintpaulia ionantha* H. Wendl. *Scientia Horticulture*, 29: 283-289.
- 35- Moutinho-Pereira J., Goncalves B., Bacelar E., Boaventura Cunha J., Cotinho J., Correal C.M. 2009. Effects of elevated Co2 on grapevine (*Vitis vinifera* L.): Physiological and yield attributes. *Vitis*, 48: 159-165.
- 36- Nasiri Mahalati M., Kochaki A.R., and Rezvani Moghadam P. 2002. The effect of global climate change on agricultural production. Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad.
- 37- Niboyet A.L., Barthes B.A., Hungate X., Le Roux J.M.G., Bloor A., Ambroise S., Fontaine P.M., Price., and Leadley P.W. 2010. Responses of soil nitrogen cycling to the interactive effects of elevated CO2 and inorganic N supply. *Plant and Soil*, 327: 35-47.
- 38- Noggle G.R. and Fritz G.J. 1983. *Introductory Plant Physiology*. Prentice – Hall, Inc, EngleWood Cliffs, New Jersey.
- 39- Nowak R.S., Ellsworth D.S., and Smith S.D. 2004. Tansley Review: Functional responses of plants to elevated atmospheric CO2 – Do photosynthetic and productivity data from FACE experiments support early predictions?. *New Phytologist*, 162: 253-280.
- 40- Oberbauer S.F., Strain B.R. and Fetcher N. 1985. Effect of Co2 – enrichment on seedling physiology and growth of tropical tree species. *Physiol Plant*, 65: 352-356.
- 41- Pandey R., Chenhachko P.M., Choudhary M.L., Prasad K.V., and Madan P. 2007. Higher than optimum temperature under co2 enrichment influences stomata anatomical characters in rose (*Rosa hybrida*). *Scientia Horticulture*, 113: 74-81.
- 42- Poorter H., Pot C.S. and Lambers H. 1988. The effect of an elevated atmospheric CO2 concentration on growth, photosynthesis and respiration of *Plantago major*. *Physiol Plant*, 73: 553-559.
- 43- Qin D.H., and Zhou G.S. 2006. *Global Cycling*. China Meteorological Press, Beijing (in Chinese). *Journal of Environmental management*, 85: 607- 615.
- 44- Rajapakse N.C., Clerak D.G., Kelly J.W., and Miller W.B. 1994. Carbohydrate status and postharvest leaf chlorosis of miniature roses as influenced by carbon dioxide enrichment. *Postharvest Biology and Technology*, 4: 271- 279.
- 45- Rogers H.H., and Dahlman R.C. 1993. Crop responses to CO2, enrichment. *Vegetation*, 104/105: 117-131.
- 46- Rogers H.H., Runion G.B., Krupa S.V., and Prior S.A. 1997. Plant response to atmospheric CO2 enrichment. In: Allen, J. R. (eds.), *Advances in carbon dioxide effects research*. ASA Special Publication no. 61. ASA. CSSA. Madison. WI, 1-34.
- 47- Sasaki H., Hara T., Ito S., Uehara N., Kim H.Y., Lieffering M., Okada M., and Kobayashi K. 2007. Effect of free-air CO2 enrichment on the storage of carbohydrate fixed at different stages in rice (*Oryza sativa* L.). *Field Crop Research*, 100: 24–31.
- 48- Shoor M., Behzadimoghadam M., and Goldani M. 2012. Study of rooting, some quantitative and anatomical traits in two species of *Coleus* in high concentrations of carbon dioxide. *Journal of Horticultural Science*, 26: 277-285. (in Persian)
- 49- Shoor M., Zargariyan S.M., and Bostani S. 2010. The effect of increasing carbon dioxide on anatomical and morphological traits of (*Tagetes tenuifolia*) in greenhouse. *Journal of Horticultural Science*, 24: 128-135. (in Persian)
- 50- Torbert H.A., Prior S.A., Rogers H.H., and Runion G.B. 2004. Elevated atmospheric CO2 effects on N fertilization in grain sorghum and soybean. *Field Crops Research*, 88: 57-67.
- 51- Wilson P.W., Fred E.B., and Salmon M.R. 1993. Relation between carbon dioxide and elemental nitrogen assimilation in leguminous plants. *Soil Science*, 35: 145-165.
- 52- Zanetti S., Hartwing U.A., Luscher A., Hebeisen T., Frehner M., Fischer B.U., Hendrey G.R., Blum H., and Nosberger J. 1996. Stimulation of Symbiotic N2-fixation in (*Trifolium repens* L) under elevated atmospheric PCo2 in a grassland ecosystem. *Plant physiol (USA)*, 112: 575-583.
- 53- Zavareh M. 2005. Modeling sesame (*Sesamum indicum* L.) growth and development. PhD Thesis from Faculty of Agriculture, Tehran University, Iran. (In Persian with English abstract).
- 54- Zhang G., Sakai H., Tokida T., Usui Y., Zhu C., Nakamura H., Yoshimoto M., Fukuoka M., Kobayashi K., and Hasegawa T. 2013. The effects of free-air CO2 enrichment (FACE) on carbon and nitrogen accumulation in grains of rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Experimental Botany*, 64: 3179–3188.
- 55- Ziska L.H., and Bunce J.A. 2006. Plant responses to raising atmospheric carbone dioxide. PP. 17-47. In: Morison, J.I.L. and M.D. Morecroft (Eds.), *Plant Growth and Climate Change*, Blackwell Publishing, Ltd., Oxford.



تأثیر محلول پاشی نانوکلات و سولفات روی بر میزان جذب عنصر روی، شاخص ها و رنگیزه های فتوسنتزی ریحان مقدس (*Ocimum sanctum*)

زهره مقیمی پور^۱ - محمد محمودی سورستانی^{۲*} - ناصر عالم زاده انصاری^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۱۸

چکیده

ریحان مقدس گیاهی بوته ای و چندساله از خانواده نعناعیان می باشد. به منظور ارزیابی تأثیر محلول پاشی عنصر روی به دو شکل نانوکلات و سولفات بر میزان جذب آن در برگ و شاخص های فتوسنتزی ریحان مقدس، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهید چمران اهواز بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با شش تیمار و سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل محلول پاشی با نانوکلات روی (۰، ۱/۵، ۱ و ۱/۵ گرم در لیتر) و سولفات روی (۱ و ۱/۵ گرم در لیتر) بود. میزان عنصر روی برگ، هدایت روزنه ای، دی اکسید کربن زیر روزنه ای، نرخ تعرق، نرخ فتوسنتز خالص، کارایی مصرف نور، کارایی مصرف آب و همچنین میزان کلروفیل *a*، کلروفیل *b*، کلروفیل *a+b* و کاروتنوئید اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که اثر محلول پاشی کودهای روی بر تمامی صفات اندازه گیری شده به استثناء صفات دی اکسید کربن زیر روزنه ای و کارایی مصرف آب در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار گردید. بیشترین و کمترین مقدار صفات مذکور به ترتیب در تیمارهای محلول پاشی با غلظت ۱/۵ گرم در لیتر نانوکلات روی و شاهد مشاهده شد. در مجموع با توجه به عدم تفاوت معنی دار بین تیمارهای ۱ و ۱/۵ گرم در لیتر نانوکلات روی و ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی جهت افزایش میزان عنصر روی و صفات فتوسنتزی ریحان مقدس، محلول پاشی با غلظت ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی پیشنهاد می گردد.

واژه های کلیدی: ریحان مقدس، فتوسنتز خالص، کاروتنوئید کلروفیل، هدایت روزنه ای

مقدمه

ریحان مقدس^۴ گیاهی چندساله و بوته ای از خانواده نعناعیان است که دارای شاخه هایی چهارگوش، برگ های ریز و بسیار معطر به رنگ سبز روشن و گل هایی متمایل به رنگ ارغوانی می باشد. این گیاه دارویی در هندوستان به نام تولسی^۵ شناخته می شود و بومی مناطق گرمسیری آسیا و کشورهای هم چون هند، بنگلادش و تایلند است (۳۱). از بخش های هوایی این گیاه در صنایع غذایی، دارویی، آرایشی - بهداشتی و عطرسازی استفاده می شود. برگ های این گیاه حاوی ۱/۵-۰/۵ درصد اسانس است که ترکیبات اصلی آن اوژنول، متیل اوژنول، متیل کاییکول و ۸۱-سینئول می باشد. از اثرات درمانی این گیاه می توان به درمان بیماری های پوستی، کبدی، زخم معده، اختلالات دستگاه گوارش، ورم مفاصل، شب کوری، دیابت، چربی

خون، درمان تنگی نفس، استرس و بی خوابی اشاره کرد. همچنین از برگ این گیاه برای تقویت حافظه و اعصاب استفاده می شود (۱۴). کودها ابزاری برای نیل به حداکثر تولید در واحد سطح هستند. از میان عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، برخی از عناصر مانند روی، آهن، منگنز، بر، مس، مولیبدن و کلر به مقدار بسیار کمی مورد نیاز گیاهان بوده و بدین جهت آن ها را عناصر کم مصرف می نامند (۱۶). عنصر روی در مقدار کم به عنوان یک ریزمغذی ضروری برای رشد و نمو در بسیاری از فرآیندهای متابولیکی گیاه نقش دارد. این فلز تنها عنصری است که به عنوان فعال کننده و کواکتور در هر ۶ گروه آنزیمی اکسیدوردوکتاز، ترانسفراز، هیدرولاز، لیااز، ایزومراز و لیگاز نقش دارد (۲). روی همچنین عنصری ضروری جهت تولید کلروفیل، فتوسنتز، انجام عمل گرده افشانی، لقاح و جوانه زنی است. روی در بیوسنتز اکسین به عنوان یک هورمون محرک رشد نیز ایفای نقش می کند (۱۱). خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک های آهکی به گونه ای است که ظرفیت بالایی برای تثبیت عناصر غذایی نظیر فسفر، آهن، روی و کاهش قابلیت جذب آن توسط گیاه دارد (۴). کاربرد محلول پاشی کودهای کلاته می تواند خصوصیات کمی و کیفی گیاه را بهبود بخشد (۲۳). مصرف عنصر روی میزان کلروفیل و فعالیت

۱، ۲ و ۳ - به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار، دانشگاه شهید چمران اهواز

*-نویسنده مسئول: (Email: f_mahmoodi2000@yahoo.com)

4- Holy basil

5- Tulsi

دقیقه عرض شمالی، ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی و با ۲۲/۵ متر ارتفاع از سطح دریا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و سه تکرار طراحی و اجرا گردید. تیمارهای آزمایش عبارت از محلول پاشی نانوکلات روی با غلظت صفر، ۱/۵، ۱ و ۱/۵ گرم در لیتر و سولفات روی با غلظت ۱ و ۱/۵ گرم در لیتر بودند. بدین منظور پس از شخم، دیسک‌زنی و تسطیح کامل قطعه زمین آزمایشی و قبل از کاشت گیاه، نمونه مرکب از عمق ۳۰-۴۰ سانتی‌متری خاک به طور تصادفی تهیه گردید و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن اندازه‌گیری شد. جدول ۱ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش را نشان می‌دهد. پس از ایجاد پشته در سرتاسر زمین توسط فاروئر، زمین مورد نظر به سه بلوک که هر کدام شش واحد آزمایشی را در بر داشت تقسیم گردید، در هر واحد آزمایشی چهار پشته به طول ۲ متر قرار داده شد. قبل از کاشت بذور به منظور تامین عناصر ماکرو مورد نیاز گیاه، میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود کامل با خاک مزرعه مخلوط شد (۲۲). در اسفند ماه بذور ریحان مقدس با فواصل ۱۵ سانتی‌متری روی ردیف و ۴۰ سانتی‌متری بین ردیف در زمین اصلی کشت گردید. در طول فصل رشد، مراقبت‌های زراعی لازم از جمله وجین، مبارزه با علف‌های هرز و آبیاری زمین به صورت منظم انجام گرفت. هنگامی که گیاهچه‌ها به مرحله ۶ یا ۸ برگي رسیدند و از لحاظ استقرار در زمین کاملاً تثبیت شدند، اقدام به محلول پاشی گیاهان با نانوکلات روی تهیه شده از شرکت خضراء (حاوی ۱۲ درصد روی) و سولفات روی (۳۶ درصد روی و ۹۹/۹ درصد خلوص) شد و این کار در فواصل زمانی ۱۵ روزه تا مرحله گلدهی کامل (۷۵ روز پس از کشت) تکرار و بطور کلی گیاهان در طول دوره مذکور سه مرتبه محلول پاشی شدند (۲۹). محلول پاشی در ساعات اولیه صبح انجام و پس از آن نسبت به آبیاری مزرعه به روش جوی و پشته اقدام شد.

جهت اندازه‌گیری میزان روی برگ، آماده سازی نمونه‌های گیاه به روش خاکستر خشک (۲۱) و قرائت میزان روی با دستگاه جذب اتمی^۶ انجام شد. اندازه‌گیری کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل (a+b) و کاروتنوئید برگ‌های جوان، توسعه یافته و سالم گیاه در مرحله ابتدای رشد زایشی با استفاده از استون ۸۰ درصد به روش آرنون (۱) انجام گرفت. اندازه‌گیری و ثبت خصوصیات تبادلات گازی شامل نرخ فتوسنتز خالص، دی‌اکسید کربن زیر روزنه‌ای، نرخ تعرق و نرخ هدایت روزنه‌ای در برگ‌های جوان، توسعه یافته و سالم گیاه (برگ ششم تا هشتم)، با استفاده از محفظه برگی پارکینسون^۷ (مجهز به حسگرهای دما و تراکم جریان فوتونی فتوسنتزی)^۸

فتوسنتزی گیاه را افزایش می‌دهد و سبب توسعه پوشش گیاهی و افزایش شاخه، برگ و عملکرد گیاه می‌شود (۲۴). به عنوان مثال با کاربرد محلول پاشی عنصر روی بیشترین میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی از جمله کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل (a+b) و کاروتنوئیدها در گیاه دارویی مریم‌گلی آبی^۱ مشاهده شده است (۲۰). تاثیر مثبت کاربرد سولفات روی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی گل شمعدانی^۲ نیز گزارش شده است (۹). نتایج مشابهی با کاربرد محلول پاشی ۴/۵ گرم در لیتر سولفات روی بر گیاه زنبق^۳ مشاهده شد (۱۲). افزایش میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ شاخص مناسبی از افزایش فتوسنتز و تولید در گیاه می‌باشد (۳).

همچنین یکی از مهم‌ترین کاربردهای فناوری نانو در زمینه‌ها و گرایش‌های مختلف کشاورزی در بخش آب و خاک، استفاده از نانو کودها^۴ برای تغذیه گیاهان می‌باشد (۲۸). نانو ذرات اتم‌ها یا مولکول‌هایی با ابعادی بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر هستند. این درحالی است که استفاده از نانو ذرات روی در کشاورزی جنبه نوآوری بسیار بالایی دارد. افزایش کلروفیل، استقرار بهتر دانه‌ها، گلدهی زودتر، افزایش رشد ساقه، ریشه و همچنین افزایش در میزان محصول با کاربرد نانو ذرات اکسید روی با غلظت ۱ گرم در لیتر در گیاه بادام زمینی^۵ گزارش شده است (۲۷). باتوجه به نقش و اهمیت گیاهان دارویی در صنایع مختلف، نکته مهم در تولید این گیاهان، افزایش تولید بیوماس آن‌ها با کاربرد نهاده‌های کودی به روش و غلظت مناسب است. این تحقیق با هدف بررسی اثر محلول پاشی روی به فرم‌های نانوکلات و سولفات روی با غلظت‌های مختلف، بر میزان جذب عنصر روی در برگ، شاخص‌ها (فتوسنتز خالص، دی‌اکسید کربن زیر روزنه‌ای، تعرق، هدایت روزنه‌ای، کارایی مصرف آب، کارایی مصرف نور) و رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل (a+b) و کاروتنوئید) گیاه دارویی ریحان مقدس انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تاثیر محلول پاشی نانوکلات روی و سولفات روی بر میزان عنصر روی برگ، شاخص‌ها و رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل (a+b) و کاروتنوئید) گیاه دارویی ریحان مقدس آزمایشی طی سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز واقع در حاشیه غربی رودخانه کارون با محدوده جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰

1- *Salvia farinacea*

2- *Pelargonium graveolens*

3- *Irissp.*

4- Nano fertilizers

5- *Arachis hypogaea*

6- Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

7-Parkinson Leaf Chamber (PLC4, ADC Co. Ltd., Hoddesdon, UK)

8-Photosynthetic Photon Flux Density (PPFD)

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۰-۳۰ سانتی متری)

Table 1- Physical and chemical properties of soil (0-30 cm)										
بافت خاک Soil texture	pH	EC (dS m ⁻¹)	Organic carbon (%)	N (%)	P	K	Fe (mg kg ⁻¹)	Zn	Mn	Cu
لومی Loam	7.85	7.00	0.93	0.03	34	355	1.8	1.6	2.6	0.6

گیاهان به روی ۲۰۰-۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ می باشد و کمتر از ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ، به عنوان آستانه کمبود محسوب می گردد (۲۵). محلول پاشی بابونه چشم گاوی با ۱ گرم در لیتر سولفات روی سبب افزایش عنصر روی برگ به ۲۷۳/۳ میلی گرم در کیلوگرم شده است. در حالی که میزان عنصر در گیاهان شاهد ۵۸ میلی گرم در کیلوگرم بوده است (۵). میسرا و همکاران (۱۹) با اندازه گیری غلظت عنصر روی (Zn^{2+}) در برگ گیاه دارویی ریحان مقدس مشاهده نمودند که، بسته به ژنوتیپ مقدار عنصر مذکور از ۱۱ تا ۶۱ میلی گرم در کیلوگرم متغییر بوده است. دامنه تغییرات عنصر روی برگ در آزمایش حاضر از ۲۱ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد تا ۱۱۰/۵۳ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار محلول پاشی نانوکلات روی با غلظت ۱/۵ گرم در لیتر متفاوت بود. علت افزایش میزان عنصر روی برگ با اعمال تیمار نانوکلات را می توان به خواص ویژه این نانو ذرات نسبت داد. نانو ذرات دارای خواص ویژه ای از جمله سطح ویژه، انرژی سطحی و فعالیت سطحی بیش تر در مقایسه با ذرات معمولی می باشند. این امر موجب می شود میزان مصرف ذرات نانو کمتر و یا واکنش در شرایط بهتری انجام گردد (۱۵). لازم به ذکر است که تفاوت تیمار ۱/۵ گرم در لیتر نانوکلات روی با تیمار ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی در صفت میزان عنصر روی برگ معنی دار نشد.

رنگی‌های فتوسنتزی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که میزان رنگی‌های فتوسنتزی تحت تاثیر تیمارهای کود روی قرار گرفت (جدول ۲).

کلروفیل a: همان گونه که در جدول ۳ نشان داده است بیش ترین میزان کلروفیل a برگ (۰/۹۹ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) در تیمار ۱/۵ گرم در لیتر نانوکلات روی مشاهده شد. بین تیمار مذکور با تیمار ۱ گرم در لیتر نانوکلات روی و ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی (به ترتیب با ۰/۸۳ و ۰/۸۲ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) اختلاف معنی داری وجود داشت. بین تیمارهای ۱ گرم در لیتر نانوکلات روی و ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی اختلاف معنی داری وجود نداشت. صفت مذکور در تیمار ۰/۵ گرم در لیتر نانوکلات روی (۰/۷۳ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) نسبت به تیمار شاهد به طور

و دستگاه قابل حمل تجزیه کننده گاز فروسرخ^۱ متصل به آن، انجام پذیرفت. تمامی اندازه گیری های شاخص های فتوسنتزی در تابش فعال فتوسنتزی طبیعی در شرایط مزرعه (۱۹۴۸-۱۸۵۷) میکرومول فوتون بر مترمربع در ثانیه) و دی اکسید کربن با غلظت 350 ± 30 میکرومول بر مول، در ساعت ۹ تا ۱۱ صبح انجام شد. کارایی مصرف آب از تقسیم نرخ فتوسنتز خالص به نرخ تعرق و کارایی مصرف نور از تقسیم نرخ فتوسنتز خالص بر تابش فعال فتوسنتزی محاسبه گردیدند. داده ها با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سپس میانگین داده ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه شد و همبستگی آن ها نیز با نرم افزار SPSS تعیین گردید.

نتایج و بحث

میزان عنصر روی برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که میزان عنصر روی برگ تحت تاثیر تیمارهای کود روی قرار گرفت (جدول ۲). بیش ترین غلظت عنصر روی (۱۱۰/۵۳ میلی گرم در کیلوگرم) در تیمار محلول پاشی نانوکلات روی با غلظت ۱/۵ گرم در لیتر بدست آمد. این در حالی است که این تیمار با تیمارهای ۱ گرم در لیتر نانوکلات روی (۱۰۷/۹۰ میلی گرم در کیلوگرم) و ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی (۱۰۶/۲۷ میلی گرم در کیلوگرم) اختلاف معنی داری نداشت. کمترین غلظت عنصر روی (۲۱/۳۷ میلی گرم در کیلوگرم) در گیاهان شاهد مشاهده شد. بین تیمار شاهد و تیمار ۱ گرم در لیتر سولفات روی (۳۵/۷۰ میلی گرم در کیلوگرم) اختلاف معنی داری وجود نداشت. تیمار ۰/۵ گرم در لیتر نانوکلات روی (۶۲/۹۰ میلی گرم در کیلوگرم) نیز غلظت عنصر روی را به طور معنی داری نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۳). در این آزمایش محلول پاشی روی سبب افزایش معنی دار این عنصر در برگ گیاه دارویی ریحان مقدس شد. نتایج بدست آمده با نتایج کار سایر محققین در گیاهان دارویی ریحان (۸ و ۲۹)، نعناع فلفلی (۱۰)، نعناع ژاپنی (۱۸) که با اعمال عنصر روی افزایش عنصر مذکور را در برگ گزارش کرده بودند، مشابهت دارد. حد بهینه ی نیاز

1-Infra-red gas analyzer (LCA4, ADC Co. Ltd., Hoddesdon, UK)

با اعمال عنصر روی افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی را در برگ گزارش کرده بودند، مشابهت دارد. میزان کلروفیل a در برگ گیاه دارویی ریحان مقدس بسته به ژنوتیپ از ۰/۶ تا ۱/۳۸ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر برگ و کلروفیل b از ۰/۲۸ تا ۰/۷۹ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر برگ متفاوت بوده است (۱۹). در آزمایش حاضر دامنه تغییرات میزان کلروفیل a از ۰/۵۸ تا ۰/۹۹ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر برگ و کلروفیل b از ۰/۱۴ تا ۰/۳۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر برگ متغیر بود. پراساد و سودهاکار (۲۷) افزایش کلروفیل، استقرار بهتر دانه‌ها، افزایش فتوسنتز و نهایتاً افزایش در عملکرد را با کاربرد نانو ذرات اکسید روی با غلظت ۱ گرم در لیتر در گیاه بادام زمینی مشاهده کرده‌اند. همچنین در آزمایشی تأثیر کاربرد سولفات روی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه دارویی آنیسون^۱ مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که غلظت ۶ گرم در لیتر سولفات روی، میزان کلروفیل a، b، a+b و کاروتنوئید را افزایش داده است (۲۴). از سویی دیگر عنصر روی از طریق اتصال به گروه سولفیدریل^۲ باعث استحکام آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و ساختمان چربی غشاء سلول می‌شود. روی از طریق محافظت از گروه سولفیدریل باعث سنتز کلروفیل می‌گردد. پورفوبیلینوژن پیش ماده کلروفیل می‌باشد که برای تشکیل این ماده منیزیم و روی مورد نیاز است. در مجموع حضور عنصر روی موجب حفظ، تشکیل و تکمیل کلروفیل می‌شود (۲۶). با توجه به اینکه میزان کلروفیل در واحد سطح برگ شاخص مناسبی از فتوسنتز و تولید در گیاه است بنابراین با افزایش غلظت عنصر روی تا حد زیر سمیت، رنگیزه‌های فتوسنتزی و فتوسنتز در گیاه افزایش می‌یابد (۳).

شاخص‌های فتوسنتزی

نرخ فتوسنتز خالص: اثر محلول پاشی عنصر روی بر نرخ فتوسنتز خالص برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار گردیده است (جدول ۲). بیشترین نرخ فتوسنتز خالص (۱۱/۷۵ میکرومول دی اکسید کربن بر مترمربع در ثانیه) در تیمار محلول پاشی نانوکلات روی با غلظت ۱/۵ گرم در لیتر مشاهده شد. این تیمار با تیمارهای ۱ گرم در لیتر نانوکلات روی (۱۱/۲۰ میکرومول دی اکسید کربن بر مترمربع در ثانیه) و ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی (۱۱/۱۹ میکرومول دی اکسید کربن بر مترمربع در ثانیه) اختلاف معنی داری نداشت. کمترین نرخ فتوسنتز خالص (۸/۲۳ میکرومول دی اکسید کربن بر مترمربع در ثانیه) در گیاهان شاهد مشاهده شد. بین تیمار شاهد و تیمار ۱ گرم در لیتر سولفات روی (۸/۷۱ میکرومول دی اکسید کربن بر مترمربع در ثانیه) اختلاف معنی داری وجود نداشت. صفت مذکور در تیمار ۰/۵ گرم در لیتر نانوکلات روی (۱۰/۰۳ میکرومول دی -

معنی داری افزایش یافت. کمترین میزان کلروفیل a برگ (۰/۵۸) میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) در تیمار شاهد مشاهده شد که اختلاف آن با تیمار ۱ گرم در لیتر سولفات روی (۰/۶۹ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) معنی دار شد.

کلروفیل b: بیشترین میزان کلروفیل b برگ (۰/۳۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) در تیمار ۱/۵ گرم در لیتر نانوکلات روی مشاهده شد. تیمار مذکور با تیمارهای ۰/۵ و ۱ گرم در لیتر نانوکلات روی (با مقادیر مشابه ۰/۲۳ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) و ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی (۰/۲۴ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) اختلاف معنی داری داشت. بین تیمارهای ۰/۵ و ۱ گرم در لیتر نانوکلات روی و ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی اختلاف معنی داری وجود نداشت. کمترین میزان صفت مذکور (۰/۱۴ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) در تیمار شاهد مشاهده شد که اختلاف آن با تیمار ۱ گرم در لیتر سولفات روی (۰/۱۸ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) معنی دار بود (جدول ۳).

کلروفیل (a+b): بیشترین میزان کلروفیل (a+b) برگ (۱/۱۹ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) در تیمار ۱/۵ گرم در لیتر نانوکلات روی مشاهده شد. تیمار مذکور با تیمار ۱ گرم در لیتر نانوکلات روی (۰/۹۷ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) و ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی (۰/۹۷ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) در صفت مذکور اختلاف معنی داری داشت. بین تیمارهای ۱ گرم در لیتر نانوکلات روی و ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی اختلاف معنی داری وجود نداشت. صفت مذکور در تیمار ۰/۵ گرم در لیتر نانوکلات روی (۰/۸۷ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) نسبت به تیمار شاهد به طور معنی داری افزایش یافت. کمترین میزان کلروفیل (a+b) (۰/۵۸ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) برگ در تیمار شاهد مشاهده شد که اختلاف آن با تیمار ۱ گرم در لیتر سولفات روی (۰/۷۷ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) معنی دار بود (جدول ۳).

کاروتنوئید: بیشترین میزان کاروتنوئید برگ (۰/۱۸ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) در تیمار ۱/۵ گرم در لیتر نانوکلات روی مشاهده شد. تیمار مذکور با تیمار ۰/۵ و ۱ گرم در لیتر نانوکلات روی (به ترتیب با ۰/۱۷ و ۰/۱۶ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) اختلاف معنی داری نداشت. همچنین بین تیمارهای ۰/۵ و ۱ گرم در لیتر نانوکلات روی با تیمار ۱ و ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی (به ترتیب با ۰/۱۵ و ۰/۱۴ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) اختلاف معنی داری وجود نداشت. کمترین میزان کاروتنوئید (۰/۱۳ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) برگ در تیمار شاهد مشاهده شد که اختلاف آن با تیمار ۱ و ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی معنی دار نشد (جدول ۳).

میزان عنصر روی برگ و کلروفیل a+b همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول ۴). نتایج بدست آمده در این آزمایش با نتایج کار سایر محققین در گیاهان ریحان (۸ و ۲۹)، نعناع فلفلی (۱۰) و نعناع ژاپنی (۱۸) که

1-Pimpinella anisum

2- (-SH)

معنی‌داری نداشت. کم‌ترین کارایی مصرف نور (۴/۴۶ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر میکرومول فوتون) در تیمار شاهد مشاهده شد که با تیمارهای ۰/۵ گرم در لیتر نانوکلات روی و ۱ گرم در لیتر سولفات روی (۴/۶۶ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر میکرومول فوتون) اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

نرخ فتوسنتز خالص در گیاه ریحان مقدس بسته به ژنوتیپ از ۶/۵ تا ۷/۴ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه می‌باشد (۱۹). در تحقیق حاضر دامنه تغییرات نرخ فتوسنتز خالص در برگ از ۸/۲۳ تا ۱۱/۷۵ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه متفاوت بود. برای تمامی رنگیزه‌های فتوسنتزی اندازه‌گیری شده با صفت فتوسنتز خالص همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بدست آمد (جدول ۴). ضمن آن که همبستگی مثبت و معنی‌داری میان برخی از صفات فیزیولوژیکی با یکدیگر وجود داشت. به‌عنوان مثال صفت کارایی مصرف نور با فتوسنتز خالص همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ($r^2 = 0/91$) داشت. همبستگی میان فتوسنتز خالص با صفات تعرق، هدایت روزنه‌ای نیز مثبت و معنی‌دار (در سطح احتمال ۵ درصد) شد. صفت هدایت روزنه‌ای با تعرق همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ($r^2 = 0/95$) داشت. افزایش فتوسنتز در گیاهان با محلول پاشی روی از جهات مختلفی مورد بحث قرار گرفته است. کاهش مقاومت روزنه‌ای در شرایط روی کافی، سبب افزایش هدایت روزنه‌ای، جذب دی‌اکسیدکربن، تعرق و نهایتاً فتوسنتز می‌شود. روی موجب حفظ پتاسیم مورد نیاز سلول‌های نگهبان روزنه و در نتیجه باز شدن روزنه‌ها می‌گردد (۷). تغییر در نسبت اکسین و یون کلسیم درون برگ به‌عنوان عامل تعدیل‌کننده باز شدن روزنه‌ها شناخته می‌شود. در شرایط عدم تامین میزان کافی عنصر روی برای گیاهان، سنتز هورمون اکسین و جذب یون کلسیم در گیاهان کاهش یافته و در نتیجه آن، روزنه‌ها بسته شده و میزان هدایت روزنه‌ای، تعرق و فتوسنتز کم می‌شود (۳۰). علاوه بر آن، عنصر روی بر آنزیم‌های دخیل در فتوسنتز اثر می‌گذارد. این امر می‌تواند به صورت افزایش فعالیت کربنیک‌آنهیدراز، فسفوانول پیرووات کربوکسیلاز، روبیسکو کربوکسیلاز (تا ۵۹ درصد افزایش نسبت به شاهد) و افزایش احیا فریسیانید^۱ و 2,6-DCPIP در کلرپلاست باشد (۱۳). عنصر روی نقش مهمی در فعالیت آنزیم کربنیک‌آنهیدراز در گیاهان دارد. آنزیم کربنیک‌آنهیدراز واجد شش اتم روی در هر مولکول است و در سیتوپلاسم و کلروپلاست یافت می‌شود. کربنیک‌آنهیدراز واکنش آبدار شدن گاز کربنیک را کاتالیز می‌کند، لذا باعث تسهیل فراهمی دی‌اکسیدکربن در مکان تثبیت می‌شود و به فراهم شدن دی‌اکسیدکربن برای فتوسنتز کمک می‌کند.

اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه) نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین تیمار مذکور با تیمارهای ۱ گرم در لیتر نانوکلات روی و ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

نرخ هدایت روزنه‌ای برگ: با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر محلول پاشی عنصر روی بر نرخ هدایت روزنه‌ای برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردیده است. بیش‌ترین نرخ هدایت روزنه‌ای (۳۲۲/۲۲ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه) با محلول پاشی ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی مشاهده شد. این تیمار با تیمارهای محلول پاشی ۰/۵ گرم در لیتر (۳۱۷/۵۰ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه)، ۱ گرم در لیتر (۳۱۹/۲۹ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه) و ۱/۵ گرم در لیتر (۳۱۵/۲۹ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه) نانوکلات روی و همچنین تیمار ۱ گرم در لیتر سولفات روی (۳۰۰/۷۸ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه) اختلاف معنی‌داری نداشت. کم‌ترین نرخ هدایت روزنه‌ای (۱۷۲/۰۰ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه) در گیاهان شاهد مشاهده شد که اختلاف آن با تمامی تیمارهای محلول پاشی روی، معنی‌داری بود (جدول ۳).

نرخ تعرق برگ: با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر محلول پاشی عنصر روی بر نرخ تعرق برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردیده است. بیش‌ترین نرخ تعرق (۲/۸۶ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه) با محلول پاشی نانوکلات روی با غلظت ۰/۵ گرم در لیتر بدست آمد. این تیمار با تیمارهای محلول پاشی روی از جمله تیمار ۱/۵ گرم در لیتر نانوکلات روی (۲/۸۰ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه)، ۱ گرم در لیتر نانوکلات روی (۲/۷۸ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه)، ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی (۲/۷۷ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه) و ۱ گرم در لیتر سولفات روی (۲/۷۴ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه) اختلاف معنی‌داری نداشت. کم‌ترین نرخ تعرق (۲/۱۶ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه) در گیاهان شاهد مشاهده شد که اختلاف آن با تمامی تیمارهای محلول پاشی روی، معنی‌داری بود (جدول ۳).

کارایی مصرف نور در برگ: با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر محلول پاشی عنصر روی بر کارایی مصرف نور برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردیده است. بیش‌ترین میزان کارایی مصرف نور (۶/۱۰ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر میکرومول فوتون) با محلول پاشی نانوکلات روی با غلظت ۱/۵ گرم در لیتر بدست آمد. این در حالی است که این تیمار با تیمارهای ۰/۵ گرم در لیتر نانوکلات روی (۵/۲۶ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر میکرومول فوتون)، ۱ گرم در لیتر نانوکلات روی (۵/۷۶ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر میکرومول فوتون) و ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی (۵/۸۱ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر میکرومول فوتون) اختلاف

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات میزان عنصر روی برگ، شاخص‌ها و رنگ‌دهندهای فتوسنتزی ریحان مقدس (*Ocimum sanctum*)
Table 2- ANOVA of the zinc content and photosynthetic pigments and parameters of holy basil (*Ocimum sanctum*)

		Mean Square										
منابع تغییرات	درجہ آزادی	روی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل a+b	کاروتنوئید	فتوسنتز خالص	زیرو CO ₂ روزنہ‌ای	تعرق	هدایت روزنہ‌ای	کارایی مصرف آب	کارایی مصرف نور
Source of variation	Freedom degree	Zinc	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Chlorophyll a+b	Carotenoid	Net photosynthesis	CO ₂ under stomata	Transpiration	Stomatal conductance	Water use efficiency	Light use efficiency
بلوک	2	5.13 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.0008 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.0003 ^{ns}	0.21 ^{ns}	239.9 ^{ns}	0.004 ^{ns}	1.71 ^{ns}	0.424 ^{ns}	0.058 ^{ns}
تیمار	5	4731.19 ^{**}	0.07 ^{**}	0.008 ^{**}	0.12 ^{**}	0.001 ^{**}	13.49 ^{**}	82211.9 ^{ns}	6.182 ^{**}	0.287 ^{**}	34.56 ^{ns}	23.30 ^{**}
خطا	10	148.25	0.0002	0.0003	0.00009	0.0001	1.25	1138.8	0.129	0.003	0.605	0.485
ضرب تغییرات												
Coefficient of variation (%)		16.43	2.03	12.87	3.36	7.38	10.92	3.50	15.82	13.89	16.25	11.32

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

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

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات میزان عنصر روی برگ، شاخص‌ها و رنگ‌دهندهای فتوسنتزی ریحان مقدس (*Ocimum sanctum*)
Table 3- Mean comparison of the zinc content and photosynthetic pigments and parameters of holy basil (*Ocimum sanctum*)

تیمار روی Zinc Treatments	میزان روی Zinc content (mg.kg ⁻¹)	کلروفیل a Chlorophyll a (mg.kg ⁻¹ fresh weight)	کلروفیل b Chlorophyll b (mg.kg ⁻¹ fresh weight)	کلروفیل a+b Chlorophyll a+b (mg.kg ⁻¹ fresh weight)	کاروتنوئید Carotenoid (mg.kg ⁻¹ fresh weight)	فتوسنتز خالص Net photosynthesis (µm CO ₂ .m ⁻² .s ⁻¹)	تعرق Transpiration (mm H ₂ O.m ⁻² .s ⁻¹)	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance (mm H ₂ O.m ⁻² .s ⁻¹)	کارایی مصرف نور Light use efficiency (µm CO ₂ .µm photon ⁻¹)
کنترل control	21.37c	0.58e	0.14 d	0.72e	0.13c	8.23c	2.16b	172b	4.46b
سولفات روی Zinc sulfate	35.70c	0.69d	0.18c	0.87d	0.15bc	8.71c	2.74a	300.87a	4.66b
نانوکلات روی Zinc nano chelate	106.27a	0.82b	0.24b	1.06b	0.14bc	11.19ab	2.77a	322.22a	5.81a
	62.90b	0.73c	0.23b	0.96c	0.17ab	10.03b	2.86a	317.50a	5.26ab
	107.90a	0.83b	0.23b	1.06b	0.16ab	11.20ab	2.78a	316.29a	5.76a
	110.53a	0.99a	0.30a	1.29a	0.18a	11.75a	2.80a	315.29a	6.10a

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای بلدکن (P<0.05) نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly different according to Duncan multiple range tests (P<0.05)

جدول ۴- همبستگی صفات میزان عنصر روی برگ، شاخص‌ها و رنگی‌های فتوسنتزی ریحان مقدس (*Ocimum sanctum*)Table 4- correlation between zinc content of leaf with photosynthetic pigments and parameters of holy basil (*Ocimum sanctum*)

No.	Trait	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	میزان روی Zinc content	1										
2	کلروفیل a Chlorophyll a	**0.87	1									
3	کلروفیل b Chlorophyll b	**0.80	**0.94	1								
4	کلروفیل a+b Chlorophyll a+b	**0.86	**0.99	**0.97	1							
5	کاروتنوئید Carotenoid	**0.75	**0.80	**0.63	**0.77	1						
6	هدایت روزنه ای Stomatal conductance	**0.54	0.39 ^{ns}	*0.52	*0.50	*0.49	1					
7	CO ₂ زیر روزنه ای CO ₂ under stomata	**0.51	0.27 ^{ns}	0.26 ^{ns}	0.26 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.40 ^{ns}	1				
8	تعرق Transpiration	**0.56	*0.52	*0.51	*0.52	*0.47	**0.95	*0.47	1			
9	فتوسنتز خالص Net photosynthesis	**0.91	**0.87	**0.87	**0.88	**0.63	*0.47	0.99 ^{**}	*0.49	1		
10	کارایی مصرف آب Water use efficiency	0.43 ^{ns}	-0.32 ^{ns}	-0.36 ^{ns}	-0.35 ^{ns}	-0.09 ^{ns}	-0.44 ^{ns}	*0.52	**0.56 ⁻	**0.80	1	
11	کارایی مصرف نور Light use efficiency	**0.84	**0.83	**0.81	**0.83	*0.52	0.36 ^{ns}	**0.91	0.29 ^{ns}	**0.59	-0.47 ⁻	1

^{ns}، * و ** به ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد
^{ns}، * and ** show not significant, significant at 5% and 1% levels, respectively

میزان عنصر روی برگ با افزایش کلروفیل وجود داشت که در نهایت منجر به افزایش فتوسنتز شد (جدول ۴). بنابراین برتری تیمار کود شیمیایی روی در خاک آزمایشی که هدایت الکتریکی بالایی نیز داشت، می‌تواند به دلیل تأمین عنصر ریزمغذی روی مورد نیاز گیاه و تاثیر آن بر بیوسنتز کلروفیل و در نهایت بالا بردن نرخ فتوسنتز گیاه باشد (۳۲). ضمن آنکه وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار میان صفات میزان عنصر روی برگ، شاخص‌ها (نرخ فتوسنتز خالص، نرخ تعرق، نرخ هدایت روزنه‌ای، کارایی مصرف نور) و رنگی‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل a+b) و کاروتنوئید گیاه دارویی ریحان مقدس، خود تأییدی بر این مدعاست. تاثیر مثبت نانو کلات روی نسبت به سولفات روی می‌تواند به دلیل، اندازه کوچک‌تر این نانو ذرات (۴۰ نانومتر) و ویژگی‌های منحصر به فرد آن مانند افزایش سطح مخصوص هر ذره کود، افزایش انرژی سطحی و فعالیت سطحی بیش‌تر در مقایسه با ذرات معمولی باشد. همچنین به دلیل حلالیت و قابلیت فراهمی بیش‌تر و رهایش تدریجی ذرات نانو نسبت به کود معمولی، این مواد به آسانی در دسترس گیاه قرار گرفته و می‌تواند نیاز گیاه را به عناصر ریزمغذی تأمین نماید (۲۲). بیش‌ترین

فعالیت این آنزیم جهت اندازه‌گیری فتوسنتز خالص مورد استفاده قرار می‌گیرد و کمبود روی سبب کاهش آن و نهایتاً کاهش فعالیت فتوسیستم نوری II، واکنش هیل^۱ و فتوفسفوریلاسیون غیرچرخه‌ای می‌شود (۱۷). فرهاط و همکاران (۶) تاثیر عنصر روی بر فتوسنتز را به علت افزایش نرخ احیاء فتوشیمیایی، فعالیت ساختار کلریلاست، افزایش انتقال الکترون‌های فتوسنتزی و در نهایت افزایش فتوسنتز می‌دانند. همچنین افزایش هورمون اکسین در اثر کاربرد روی موجب افزایش سطح برگ و به تبع آن افزایش سطح فتوسنتز کننده و تثبیت دی‌اکسیدکربن می‌گردد (۵).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج بدست آمده، محلول‌پاشی عنصر روی بر گیاه دارویی ریحان مقدس می‌تواند سبب افزایش میزان عنصر روی برگ، شاخص‌ها و رنگی‌های فتوسنتزی این گیاه گردد. در آزمایش حاضر همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد میان افزایش

سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه شهید چمران اهواز به خاطر حمایت مالی از این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

مقادیر صفات اندازه‌گیری شده در تیمار ۱/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی ثبت گردید ولی با توجه عدم وجود اختلاف معنی‌دار با تیمار ۱ گرم در لیتر نانوکلات روی و ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی از نظر اغلب صفات اندازه‌گیری شده، جهت بهبود فعالیت فتوسنتزی گیاه ریحان مقدس تیمار ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی توصیه می‌گردد.

منابع

- 1- Arnon D.I. 1989. Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*, Plant Physiology, 24: 1-15.
- 2- Auld D.S. 2001. Zinc coordination sphere in biochemical zinc sites, Biometals, 14: 271-313.
- 3- Azizi G., Alimardani, L. and Syahmarghay A. 2011. The relationship between the number on chlorophyll content meter with chlorophyll content, photosynthesis and leaf nitrogen content in soybean (*Glycine max*), Journal of Plant Science Research, 23 (3): 34-40. (in Persian)
- 4- Derakhshani Z., Hassani A., Sadaghiani M.H.R., Hassanpouraghdam M.B., Khalifani, H. and Dalkani M. 2011. Effect of zinc application on growth and some biochemical characteristics of costmary (*Chrysanthemum balsamita*), Communications in Soil Science and Plant Analysis, 42 (20): 2493-2503.
- 5- Derakhshani Z., Hassani A., Sefidkon F., Rasouli Sadaghiani M.H., Hassanpouraghdam, M.B. and Gheibi S.A. 2011. Effects of soil and foliar application of zinc on some growth characteristics and essential oils of costmary (*Tanacetum Balsamita* L.), Journal of Horticultural Science and Technology, 12 (2): 99-103. (in Persian)
- 6- Farahat M.M., SoadIbrahim M.M., Lobna, S. and El-Quesni F. 2007. Response of vegetative growth and some chemical constituents of *Cupressus sempervirens* to foliar application of ascorbic acid and zinc at Nubaria, Soil Science, 3(4): 496-500.
- 7- Fateh H., Siosemardeh, A.M. and Sharafi S. 2012. Effect of drought stress on photosynthesis and physiological characteristics of barley, International Journal of Farming and Allied Sciences, 1(2): 33-42.
- 8- Gohari G., Hassanpouraghdam M., Dadpour, M. and Shirdel M. 2013. Influence of Zn foliar application on growth characteristics and essential oil yield of basil (*Ocimum basilicum* L.) under salinity stress, Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture, 4 (15): 15-24. (In Persian with English abstract)
- 9- Hasnaa S., Ayad, F. and Abdalla M.S.A. 2010. Effect of putrescine and zinc on vegetative growth, photosynthetic pigments, lipid peroxidation and essential oil content of Geranium (*Pelargonium graveolens*), World Journal of Agricultural Science, 6(5): 601-608.
- 10- Heidari F., Zehtab Salmasi S., Javanshir A., Aliari, H. and Dadpoor M.R. 2008. The effects of application microelements and plant density on yield and essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.), Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24 (1): 1-9. (in Persian).
- 11- Kaya C., and Higgs D. 2002. Response of Tomato (*Lycopersicon esculentum* L) culture at low zinc, Scientia Horticulture, 93: 53-64.
- 12- Khalifa R.K.M., Shaaban, S.H.A., and Rawia A. 2011. Effect of foliar application of zinc sulfate and boric acid on growth, yield and chemical constituents of Iris plants, Ozean Journal of Applied Sciences, 4(2): 1-16.
- 13- Kumar K., Rao K.V., and Rao N.V. 1988. Studies on growth and activity of photosynthetic enzymes in *Sorghum bicolor* as influenced by micronutrients, Indian National Science Academy, 54(1): 54-79.
- 14- Kumar P., Rupesh Kumar M., Kavitha K., Jagadeesh S., and Rawoof Kh. 2012. Pharmacological actions of *Ocimum sanctum*, Indian Perfumer, 1(3): 404-416.
- 15- Ma X., Lee J.G., Deng, Y. and Kolmakov A. 2012. Interactions between engineered nanoparticles and plants: Phytotoxicity, uptake and accumulation, Science of the Total Environment, 408: 3053-3061.
- 16- Malakouti M.J., and Tehrani M.M. 2007. The Role of Microelements in Enhancing Performance and Improving the Quality of Agricultural Products. 3 th Edi. Tarbiat Modares University Pub., Tehran. (in Persian)
- 17- Marscher H. 2011. Mineral Nutrition of High Plant. 3th ed. Academic press.
- 18- Misra A., and Sharma S. 1991. Critical Zn concentration for essential oil yield and menthol concentration of Japanese mint, Nutrient Cycling in Agroecosystems, 29(3): 261-263.
- 19- Misra A., Dwivedi S.A., Srivastava K.D., Tewari K., Khan A., and Kumar R. 2007. Analysis of growth, physiology, photosynthesis, essential monoterpene oil(s) yield and quality in *Ocimum sanctum* L genotypes, Bioscience Research, 4(1): 01-05.
- 20- Nahed G.A., and Balbaa L.K. 2007. Influence of tyrosine and zinc on growth, flowering and chemical constituents of *Salvia farinacea*, Journal of Applied Sciences Research, 3(11): 1479-1481.
- 21- Norvell W.A., and Lindsay W.L. 1969. Reaction of EDTA coplexes of Fe, Zn, Mn and Cu with soils, Soil Science, 33: 86-91.

- 22- Omidbaigi R. 2005. Production and Processing of Medicinal Plant. Vol. 2 ed. 4. Astan Quds Razavi Pub. Mashad. (in Persian)
- 23- Peyvandi M., Parande, H. and Mirza M. 2011. Comparison of nano Fe chelate with Fe chelate effect on growth parameters and antioxidant enzymes activity of *Ocimum basilicum*, New Cellular and Molecular Biotechnology Journal, 1 (4):89-98. (in Persian)
- 24- Pirzad A.R., Tousi P., and Darvishzadeh R. 2013. Effect of Fe and Zn foliar application on plant characteristics and essential oil content of anise (*Pimpinella anisum* L.), Iranian Journal of Crop Sciences, 15(1): 12-23. (in Persian with English abstract)
- 25- Plank C.O. 1989. Plant Analysis Handbook for Georgia. University of Georgia Cooperative Extension Services, pp: 60-64.
- 26- Powell S.R. 2000. The antioxidant properties of zinc, Journal of Nutrition, 130: 1447-1449.
- 27- Prasad T., and Sudhakar P. 2012. Effect of nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of Peanut (*Arachis hypogaea*), Journal of Plant Nutrition, 35: 905-927.
- 28- Rezaei R., Hosseini S.M., Shabanali Fami H., and Safa L. 2010. Identification and analysis of barriers to development of nanotechnology in agriculture, Science and Technology Policy, 2 (1): 17-26. (in Persian)
- 29- Said Al-Ahl H. and Mahmoud A. 2010. Effect of zinc and iron foliar application on growth and essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum*) under salt stress, Ozean Journal of Applied Sciences, 3(1): 97-111.
- 30- Sharmal P.N., Tripathi, A. and Bisht S.S. 1995. Zinc requirement for stomatal opening in Cauliflower. Plant Physiology, 107: 751-754.
- 31- Singh V., Amdekar S., and Verma O. 2011. *Ocimum sanctum* bio-pharmacological activities, Webmedcentral Pharmacology, 1(10): 1-7.
- 32- Weisany W., Rahimzadeh S., and Sohrabi Y. 2012. Effect of biofertilizers on morphological, physiological characteristic and essential oil content in basil (*Ocimum basilicum* L.), Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28 (1): 73-87. (in Persian with English abstract)



بررسی اثر کاربرد کود شیمیایی نیتрат پتاسیم و کود زیستی آزو سپریلیوم بر رشد و درصد گلدهی گل مریم رقم دابل

هادی قاسمی^{۱*} - مهدی رضائی^۲ - حمیدرضا اصغری^۳ - حسن قربانی قوژدی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۱۸

چکیده

گل مریم از مهم‌ترین گل‌های بریده ایران و جهان به شمار می‌آید. در این تحقیق اثر دو نوع کود زیستی و شیمیایی بر صفات رویشی و زایشی گل مریم در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مطالعه گردید. سطوح مورد استفاده کود شیمیایی نیترات پتاسیم ۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. کود زیستی آزو سپریلیوم در دو سطح مصرف و عدم مصرف استفاده گردید. نتایج آزمایش‌ها نشان داد، صفات مربوط به برگ، میزان کلروفیل، وزن کل پیاز^۵، وزن کل پیاز اصلی^۶، قطر پیاز اصلی، تعداد پاگیاه و سوخک و میزان پتاسیم تحت تاثیر اثر اصلی نیترات پتاسیم قرار گرفتند. در اثر اصلی آزو سپریلیوم صفات قطر پیاز اصلی، قطر ساقه و میزان پتاسیم معنی‌دار گردیدند. همچنین در مقایسه میانگین اثرات متقابل صفات وزن تر برگ، شاخص سطح برگ، وزن و قطر پیاز اصلی، تعداد پاگیاه، تعداد سوخک و میزان پتاسیم معنی‌دار گردیدند. از طرف دیگر صفات تعداد برگ، تعداد روز تا به ساقه رفتن، تعداد روز از ساقه رفتن تا برداشت گل و ارتفاع ساقه گل‌دهنده تحت تاثیر هیچ کدام از تیمارها قرار نگرفتند. نیترات پتاسیم با میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار تقریباً بیشتر صفات به خصوص گلدهی را تحت تاثیر خود قرار داد و تعداد سوخک را به حدود ۲۰ عدد افزایش داد. آزو سپریلیوم تاثیر اندکی بر صفات رشدی و زایشی نشان داد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد، کود شیمیایی و زیستی، گیاه زینتی

مقدمه

گل مریم احتیاج به خاک سبک و حاصلخیز داشته و محل‌های آفتابی را می‌پسندد. در نقاط کاملاً سردسیر به خوبی عمل نمی‌آید و در این مناطق باید در گلدان و در گلخانه کشت شوند. دما مهم‌ترین عامل موثر بر رشد و آغازیدن گل و به دنبال آن آغازیدن گل و سوخ است. همچنین طول روز بلند باعث افزایش رشد رویشی، طول گل و نیز ظهور زودتر گل می‌شود (۶).

گل مریم معطر به تغذیه زیادی نیاز داشته و به کاربرد کودهای آلی و زیستی به خوبی پاسخ می‌دهد و باید از کودهای تکمیلی N.P.K برای آن استفاده کرد (۲۱). کمبود نیتروژن و فسفر تعداد برگ را کاهش می‌دهد. همچنین زیاده این دو عنصر تشکیل سوخ و تعداد سوخ را افزایش می‌دهد. برای تولید سوخ‌های درشت گل‌دهنده، پتاسیم به مقدار کافی لازم است (۱۴). در پژوهشی تاثیر سطوح نیتروژن و فسفر در رشد و عملکرد گل مریم بررسی شد. بهترین نتیجه در نسبت ۲۰۰ به ۳۰۰ نیتروژن به P_2O_5 و کاربرد دو قسمت نیتروژن در دو مرحله گزارش شده است (۲۱). افزایش طول ساقه گل‌دهنده و طول برگ در گل مریم با کاربرد مقادیر بالای NPK بدست

گل مریم از مهم‌ترین گل‌های شاخه‌ای در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری و جزء ۱۰ گل برتر شاخه بریده دنیا است. در هند و فرانسه برای صنایع عطرسازی کشت می‌شود و در ژاپن اهمیت زیادی دارد (۲۴). این گیاه هم در هوای آزاد و هم گلخانه تولید می‌شود (۱۵ و ۲۷). گل مریم گیاهی چند ساله، تک لپه با ۱۲ گونه مختلف است. *Polianthes tuberos* تنها گونه‌ای است که در اغلب دنیا کشت می‌شود. منشأ آن مکزیکی بوده و گیاهی دائمی و نیمه سوخوار است (۵). این گیاه از نظر رده‌بندی در هر دو تیره *Agavaceae* و *Amaryllidaceae* در منابع مختلف جای داده شده است (۱۹).

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، استادیار گروه علوم باغبانی، دانشیار گروه زراعت و مربی گروه علوم باغبانی، دانشگاه صنعتی شاهرود
(*نویسنده مسئول: Email: hadighasemi_68@yahoo.com)

۵- پیاز اصلی به همراه پیاز های فرعی

۶- پیاز اصلی بدون پیاز های فرعی

مواد و روش‌ها

محل اجرای آزمایش: این آزمایش در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود در منطقه بسطام اجرا گردید.

آماده سازی زمین: به منظور آماده سازی زمین یک شخم عمیق در پاییز و یک شخم سطحی در بهار زده شد و پس از آن دو بار دیسک عمود بر هم زده و تسطیح شد. سپس اندازه کرت‌ها در آن مشخص شد و پس از آن جوی‌های آبیاری تعبیه گردیدند. به منظور عدم اختلاط آب آبیاری تیمارها با یکدیگر بین هر دو تیمار یک خط کشت نشده در نظر گرفته شد و محل تیمارهای مورد نظر به صورت تصادفی مشخص شد.

طرح آزمایشی: آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. هر بلوک شامل ۶ کرت بود و در کل ۱۸ کرت وجود داشت. رقم گل مریم مورد استفاده در این آزمایش دابل^۱ بود که از گلخانه‌های تجاری شهرستان محلات واقع در استان اراک تهیه گردیدند.

فاکتورهای آزمایشی: فاکتورهای مورد استفاده در این طرح شامل: نیترات پتاسیم در سه سطح ۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و آزوسپریلیوم به دو صورت مصرف و عدم مصرف بودند. آزوسپریلیوم به میزان ۲ درصد استفاده گردید به این صورت که ۲۰ گرم آزوسپریلیوم را به حجم یک لیتر رسانده و پیازهای گل مریم تلقیح گردید. تلقیح بدین صورت بود که پیازها را قبل کشت درون محلول آماده شده گذاشته و سپس کشت می گردید.

کرت های آزمایشی: هر کرت آزمایشی از ۵ ردیف به فواصل ۳۰ سانتی متر از یکدیگر تشکیل گردیدند و فاصله سوخ‌های کشت شده در روی ردیف‌ها ۳۰ سانتی متر در نظر گرفته شدند. قابل قید است که ردیف‌های ۱ و ۵ و یا ردیف‌های کناری، حاشیه‌ی هر کرت محسوب می گردیدند. به عبارت دیگر هر کرت آزمایشی جهت اندازه گیری صفات مورد نظر دارای ۳ ردیف اصلی بود.

داشت: عملیات داشت شامل: آبیاری هر ۷ روز یکبار، واکاری بعد از جوانه زنی و مبارزه با علف‌های هرز هر سه هفته یکبار و در ۴ مرحله انجام شد.

صفات مورد اندازه گیری: شامل صفات رویشی (وزن خشک و تر برگ، تعداد برگ، شاخص سطح برگ و میزان کلروفیل)، صفات مربوط به پیاز (وزن کل پیاز، وزن پیاز اصلی، قطر پیاز اصلی، تعداد پاکیه و تعداد سوخک)، صفات زایشی (تعداد روز تا به ساقه رفتن، تعداد روز از ساقه تا برداشت گل، ارتفاع ساقه گلدهنده و قطر ساقه گلدهنده) صفات مربوط به گلچه (تعداد گلچه، طول سنبله، قطر

می آید و بیشترین دوره گلدهی و طول سنبله بزرگ در کاربرد نسبت ۴۰۰:۲۰۰:۲۰۰ کیلوگرم در هکتار NPK می باشد (۱۱). در پژوهشی اثر مقدار نیتروژن و تراکم گیاه بر رشد و عملکرد گل مریم بررسی شد. نتایج این پژوهش نشان داد که رشد و عملکرد با افزایش میزان نیتروژن و مطابق با تراکم کشت افزایش می یابد. بیشترین ساقه گل دهنده، عملکرد، تعداد ساقه خوشه گل دهنده مربوط به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با فاصله سه پیاز در هر حفره کشت است (۱۷). از علائم کمبود نیتروژن کاهش تعداد گل در سنبله، تعداد کمتر سنبله در گیاه و کاهش رنگ برگ‌ها است. همچنین در کمبود فسفر برگ‌های بالایی به رنگ سبز تیره و برگ‌های پایینی ارغوانی رنگ می شوند (۱۷).

از طرف دیگر میکروارگانیزم‌ها نقش ویژه ای در تغذیه گیاهان دارند. باکتری‌های جنس آزوسپریلیوم از مهم ترین میکرو ارگانیزم‌های همیار تثبیت کننده نیتروژن هستند که سبب بهبود رشد گیاه و افزایش مقدار محصول و عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی می گردند و از این رو دارای اهمیت زراعی و بوم شناختی ویژه ای می باشند (۳۰). آزوسپریلیوم‌ها نه تنها خود نیتروژن را تثبیت می کنند بلکه قادرند با تثبیت کننده‌های دیگر نظیر ازتوباکتر همیار شوند. از جمله واکنش‌های مشاهده شده توسط گیاه تلقیح یافته با این باکتری‌ها می توان به افزایش عملکرد، تاثیر بر وزن دانه و سایر اجزای عملکرد ذرت اشاره کرد (۲۵ و ۲۹). در گیاه تلقیح شده معمولاً تغییراتی در مرفولوژی سیستم ریشه‌ای ایجاد می شود: طول ریشه‌های فرعی و تعداد انشعابات آن‌ها و نیز تعداد و طول تارهای کشنده و انشعابات سر آن‌ها افزایش پیدا می کند. افزایش سطح جذب ریشه‌ها موجب افزایش جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه می گردد. عبدالعزیز و همکاران (۱) در مورد کاربرد کودهای زیستی گزارش کردند که استفاده از تثبیت کننده‌های ازت (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) افزایش معنی داری را در تعداد گل و شاخه در گیاه دارویی رزماری سبب می شود. این افزایش می تواند ناشی از ایجاد تعادل در جذب عناصر غذایی و آب در محیط ریشه و اثر مفید این باکتری‌ها روی آنزیم‌های حیاتی و آنزیم‌ها و اثرهای تحریک کننده آن‌ها روی رشد گیاه باشد.

از این رو باید توجه داشت امر تغذیه در کشت و کار گل مریم از اهمیت فوق العاده ای برخوردار هست و بدون توجه به این امر مهم دستیابی به گل با کیفیت امری سخت و غیر ممکن است. لذا با توجه به نیاز گل مریم به مواد غذایی کافی و پایین بودن حاصلخیزی خاک ایران برای اولین بار آزوسپریلیوم و برای مکمل تغذیه‌ای نیترات پتاسیم در این آزمایش به صورت کشت مزرعه‌ای مورد استفاده قرار گرفت.

نتیجه گیاه می‌تواند ماده خشک بیشتری تولید کند (۲۰). افزایش وزن خشک برگ در اثر مصرف کود نیتروژنه در مطالعه ردی و همکاران (۱۹) نیز گزارش شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که صفت تعداد برگ در گیاه تحت تاثیر هیچ یک از عوامل قرار نگرفت (جدول ۱). هرناندز و همکاران (۱۰) تعداد برگ و ارتفاع بوته ذرت در اثر تلقیح بذره‌های آن با باکتری‌ها را گزارش کردند.

شاخص سطح برگ در گیاهانی که آزوسپریلیوم دریافت نکرده بودند در بالاترین سطح نیترات پتاسیم (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) افزایش معنی‌داری داشت (شکل ۱). شاخص سطح برگ، زمانی که ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات پتاسیم با عدم کاربرد آزوسپریلیوم استفاده شد اختلاف معنی‌داری با ترکیب تیماری صفر نیترات پتاسیم در عدم مصرف آزوسپریلیوم نشان نداد و معادل ۱/۶ بود (شکل ۱). کاندان (۱۲) گزارش کرد که افزایش سطح برگ و ارتفاع در بوته‌های گوجه فرنگی پس از تلقیح با باکتری‌های محرک رشد در نتیجه افزایش غلظت کلروفیل و توانایی فتوسنتز گیاه است.

حاجیلو (۸) در بررسی تاثیر تلقیح بذر ذرت با باکتری‌های محرک رشد گیاه (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) گزارش کرد که شاخص سطح برگ در گیاهان تلقیح شده با این باکتری‌ها نسبت به گیاهان تلقیح نشده بیشتر می‌باشد.

صفات مربوط به پیاز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کود نیترات پتاسیم تاثیر معنی‌دار یک درصدی بر قطر پیاز اصلی، وزن پیاز اصلی، وزن کل پیاز، تعداد پاگیاه و تعداد سوخک دارد (جدول ۱). آزوسپریلیوم در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی‌داری بر قطر پیاز اصلی و تعداد سوخک داشت (جدول ۱). اثر متقابل نیترات پتاسیم در آزوسپریلیوم در سطح احتمال یک درصد بر روی قطر پیاز اصلی، وزن پیاز اصلی، تعداد پاگیاه و تعداد سوخک تاثیر معنی‌داری نشان داد (جدول ۱). کاربرد نیترات پتاسیم موجب افزایش وزن کل پیاز شد. به نحوی که استفاده از سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیترات پتاسیم نسبت به شاهد، ۲۱/۰۸ گرم افزایش وزن داشت. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود استفاده همزمان از آزوسپریلیوم به همراه ۱۵۰ کیلوگرم نیترات پتاسیم موجب افزایش ۳۹/۲۷ گرم وزن پیاز اصلی گردید و نسبت به ترکیب تیماری عدم مصرف آزوسپریلیوم در ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیترات پتاسیم اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. استفاده از آزوسپریلیوم همزمان با عدم کاربرد نیترات پتاسیم موجب افزایش ۱۲/۸ گرمی وزن پیاز اصلی نسبت به شاهد شد. وزن پیاز اصلی، زمانی که گیاهان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات پتاسیم را همزمان با مصرف آزوسپریلیوم دریافت کردند، نسبت به زمانی که گیاهان همین سطح از نیترات پتاسیم (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) را با عدم کاربرد آزوسپریلیوم دریافت کرده بودند، کاهش معنی‌دار یافت (شکل ۲).

گنچه، قطر گلچه و درصد گلدهی) و عناصر اندازه‌گیری شده (پتاسیم و نیتروژن برگ) بودند.

روش‌های اندازه‌گیری: در این آزمایش وزن‌ها را توسط ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند. در آزمایشگاه جهت تعیین میزان سطح برگ از دستگاه سطح سنج برگ مدل Delta-A3 Light ساخت انگلستان استفاده شد. ابتدا برگ‌های تمام بوته را شامل: برگ سالم، بیمار و خشک برداشت گردید. بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و سطح برگ اندازه‌گیری شد. طول‌های اندازه‌گیری توسط خطکش چوبی و قطر‌ها توسط دستگاه کولیس اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری کلروفیل از دستگاه Minolta SPAD 502 ساخت کشور ژاپن استفاده گردید. بدین صورت که از هر کرت ۴ بوته به صورت تصادفی انتخاب و مورد اندازه‌گیری قرار می‌گرفتند. جهت اندازه‌گیری کلروفیل برگ از سه قسمت نوک، وسط و انتهای برگ نمونه‌گیری صورت گرفت. میزان نیتروژن توسط دستگاه کج‌لدال^۱ و پتاسیم توسط دستگاه فلیم فتومتر^۲ به روش هضم بافت خشک صورت گرفت.

آنالیز آماری: طرح آماری به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بود. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات مختلف با استفاده از نرم افزار SAS9.2 مورد تجزیه آماری قرار گرفتند و برای مقایسه میانگین تیمارهای مختلف از آزمون LSD در سطح ۵ درصد استفاده شد.

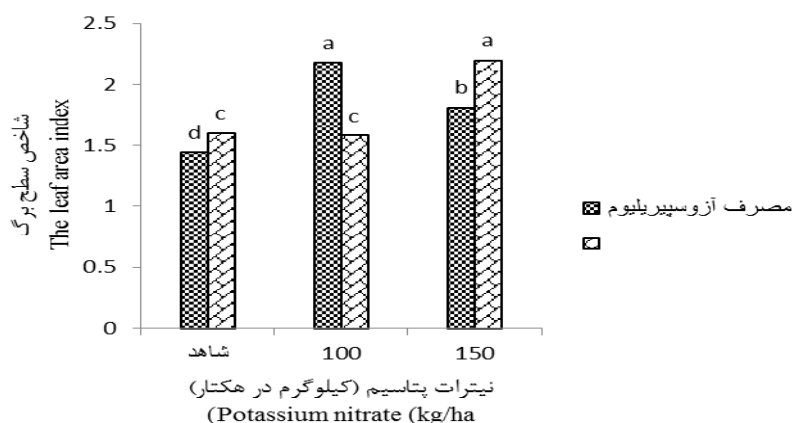
نتایج و بحث

صفات رویشی

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که نیترات پتاسیم بر وزن تر و خشک برگ و شاخص سطح برگ در سطح احتمال یک درصد و بر میزان کلروفیل در سطح پنج درصد تاثیر معنی‌داری دارد (جدول ۱). همچنین اثر متقابل نیترات پتاسیم در آزوسپریلیوم در سطح احتمال پنج درصد در وزن تر برگ و سطح احتمال یک درصد در شاخص سطح برگ اثر معنی‌داری را نشان دادند. بر اساس نتایج به دست آمده کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم بر هکتار نیترات پتاسیم موجب افزایش وزن تر برگ به مقدار ۱۲۹/۶۷ گرم شد. چابوت و همکاران (۴) افزایش وزن تر بوته ذرت را بر اثر تلقیح بذر با باکتری آزوسپریلیوم گزارش کردند. بررسی‌های کاپولنیک و همکاران (۱۳)، افزایش وزن تر برگ‌های بوته ذرت بر اثر تلقیح بذر با باکتری‌های جنس آزوسپریلیوم را نشان داد. در تیمارهایی که مصرف نیترات پتاسیم افزایش یافته وزن تر برگ نیز افزایش یافته است. نیتروژن باعث افزایش سطح برگ می‌شود. با افزایش سطح برگ، مدت و میزان فتوسنتز برگ افزایش یافته و در

1- Kjeldahl

2-Flamephotometry



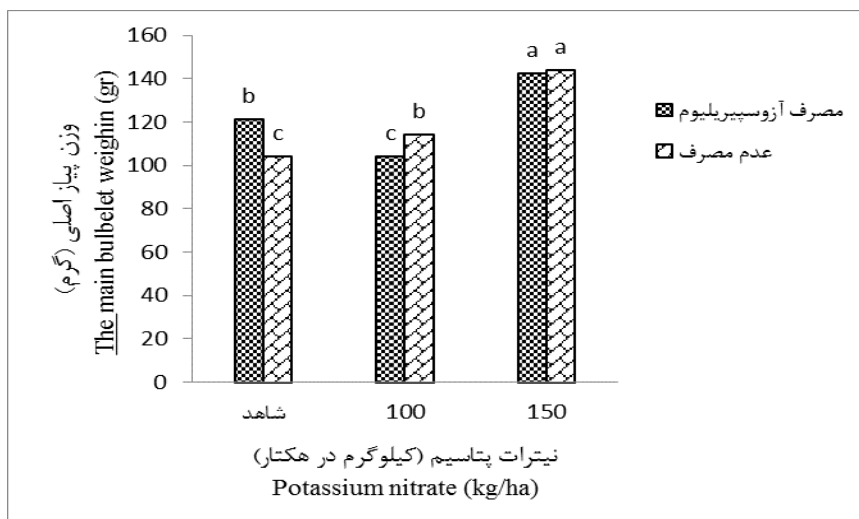
شکل ۱- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تحت تأثیر تاثیرات متقابل نیتрат پتاسیم و آزوسپیریلیوم در گل مریم رقم دابل

Figure 1- The interaction between *Azospirillum* and Potassium nitrate on the leaf area index in *Polianthes tuberos* cv. Double

تیماری ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیترات پتاسیم در مصرف آزوسپیریلیوم اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. کاربرد آزوسپیریلیوم و عدم کاربرد آن همزمان با عدم استفاده از نیترات پتاسیم اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. در گیاهانی که آزوسپیریلیوم دریافت کرده بودند، استفاده از نیترات پتاسیم در هر دو سطح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اختلافی با سطح صفر این ماده نشان نداد. مصرف آزوسپیریلیوم همزمان با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات پتاسیم موجب افزایش معنی‌دار تعداد سوخک شد (شکل ۳). ترکیب تیماری عدم مصرف آزوسپیریلیوم به همراه کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیترات پتاسیم موجب کاهش تعداد سوخک گردید که معادل ۱۳/۷۸ سوخک بود و نسبت به شاهد کاهش ۶/۲۵ سوخک را نشان داد. در بین سایر ترکیبات تیماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

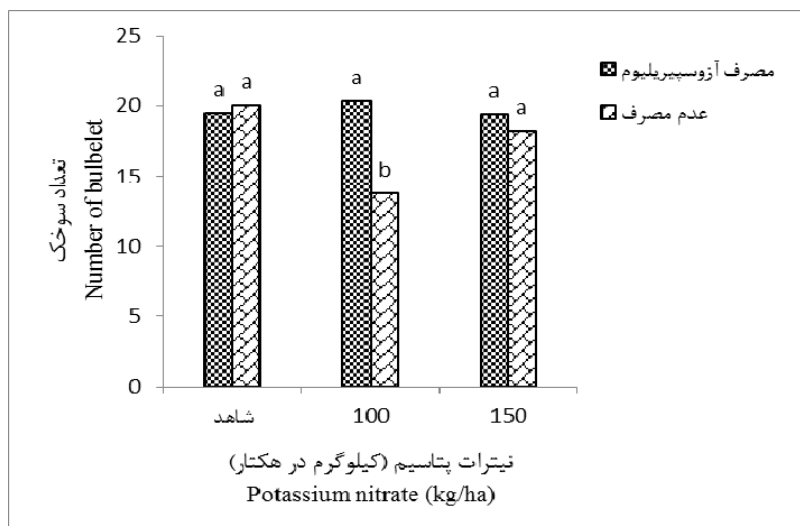
اثرات متقابل بین نیترات پتاسیم و آزوسپیریلیوم بر قطر پیاز نشان داد که کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیترات پتاسیم موجب افزایش ۲/۸۳ میلی‌متری قطر پیاز اصلی نسبت به شاهد می‌شود. کاربرد آزوسپیریلیوم همزمان با کاربرد بالاترین سطح نیترات پتاسیم (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی‌داری با عدم کاربرد آزوسپیریلیوم همزمان با همین سطح از نیترات پتاسیم (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بر قطر پیاز اصلی نشان نداد و حتی غلظت‌های پایین‌تر نیترات پتاسیم موجب کاهش معنی‌دار قطر پیاز نیز گردید.

در بین ترکیبات تیماری کاربرد همزمان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیترات پتاسیم به همراه عدم مصرف آزوسپیریلیوم موجب افزایش ۱/۵۴ پاکیه نسبت به شاهد شد. زمانی که گیاهان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات پتاسیم را بدون آزوسپیریلیوم دریافت کرده بودند این صفت به طور معنی‌داری کاهش یافت و از لحاظ آماری با ترکیب



شکل ۲- مقایسه میانگین وزن پیاز اصلی تحت تأثیر تاثیرات متقابل نیترات پتاسیم و آزوسپیریلیوم در گل مریم رقم دابل

Figure 2- The interaction between *Azospirillum* and Potassium nitrate on the main bulbelet weighin in *Polianthes tuberos* cv. Double



شکل ۳- مقایسه میانگین تعداد سوخک تحت تأثیر متقابل نیترات پتاسیم و آزوسپیریلیوم در گل مریم رقم دابل

Figure 3-The interaction between Azospirillum and Potassium nitrate on number of bulbelet in *Polianthes tuberos* cv. Double

بهبود جذب آب و عناصر غذایی و در نهایت گلدهی و عملکرد بهتر گیاه می‌گردد. حیدری و همکاران (۹) گزارش کردند کاربرد نیترات پتاسیم سبب افزایش عملکرد ترخون می‌گردد.

عناصر اندازه‌گیری شده

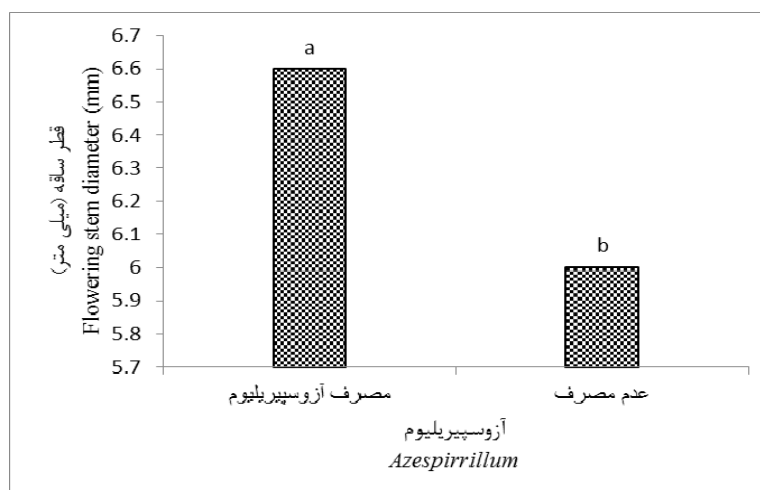
میزان پتاسیم برگ تحت تأثیر نیترات پتاسیم و آزوسپیریلیوم قرار گرفت. اثر متقابل نیترات پتاسیم در آزوسپیریلیوم در سطح ۵ درصد بر میزان پتاسیم برگ تأثیر گذاشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین میزان پتاسیم برگ تحت تأثیر اثرات متقابل نیترات پتاسیم در آزوسپیریلیوم نشان داد که تیمار شاهد بالاترین میزان پتاسیم را به خود اختصاص داد که معادل ۰/۱۲ درصد بود و کمترین میزان پتاسیم (۰/۰۵ درصد) را ترکیب تیماری مصرف آزوسپیریلیوم در ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیترات پتاسیم، مشاهده شد (شکل ۶). میزان پتاسیم در گیاهانی که ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات پتاسیم دریافت کرده بودند با مصرف و عدم مصرف آزوسپیریلیوم تفاوتی نداشت (شکل ۶). ولی زمانی که بالاترین سطح نیترات پتاسیم (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) اعمال گردید کاهش پتاسیم در برگ همزمان با مصرف آزوسپیریلیوم نسبت به گیاهانی که آزوسپیریلیوم دریافت نکرده بودند مشاهده شد (شکل ۶).

میزان نیتروژن برگ تحت تأثیر تیمار نیترات پتاسیم و اثر متقابل نیترات پتاسیم در آزوسپیریلیوم قرار گرفت (جدول ۳). با افزایش کاربرد نیترات پتاسیم میزان نیتروژن افزایش یافت (شکل ۷). قورت تاپه و قلابند (۷) گزارش کردند که تیمار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن با آزوسپیریلیوم و تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن بدون آزوسپیریلیوم به ترتیب بیشترین و کمترین کارایی زراعی مصرف نیتروژن را در گیاه ذرت دارا هستند.

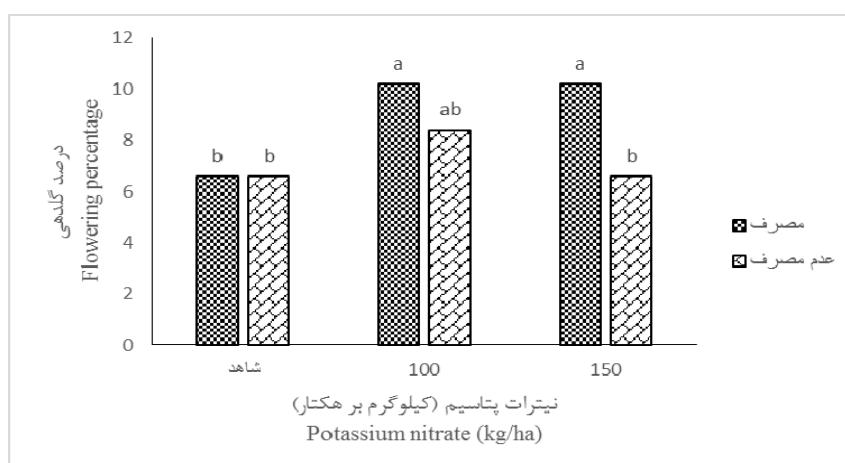
صفات زایشی

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که نیترات پتاسیم تنها در درصد گلدهی در سطح یک درصد و در تعداد گلچه در سطح پنج درصد تأثیر معنی‌داری دارد و در سایر صفات مربوط به کیفیت گلدهی تأثیر معنی‌داری ندارد (جدول ۲). آزوسپیریلیوم در سطح یک درصد در قطر ساقه گل دهنده، قطر غنچه و درصد گلدهی و در سطح پنج درصد در ارتفاع ساقه گل دهنده و طول سنبله تأثیر معنی‌داری دارد (جدول ۲). اثرات متقابل این دو در سطح پنج درصد تأثیر معنی‌داری در درصد گلدهی دارند. استفاده از آزوسپیریلیوم موجب افزایش ۰/۶ سانتی‌متری قطر ساقه گردید که از لحاظ آماری نیز معنی‌دار بود (شکل ۴). همچنین طول سنبله تحت تأثیر تیمار آزوسپیریلیوم قرار گرفت (جدول ۲). کاپولنیک و همکاران (۲۶)، افزایش ارتفاع بوته ذرت را با تلقیح بذر توسط باکتری آزوسپیریلیوم گزارش کردند. زهیر و همکاران (۳۱) افزایش ۲۰/۶ درصدی طول بلال ذرت را در اثر تلقیح بذر باکتری‌های جنس ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم نسبت به شاهد (عدم تلقیح بذر) گزارش کردند. برخی محققین در بررسی اثر انواع باکتری‌های محرک رشد، افزایش ۳۱/۴۱ تا ۲۱۸/۰۹ درصدی طول سنبله گندم در مقایسه با شاهد را گزارش کردند (۲۶).

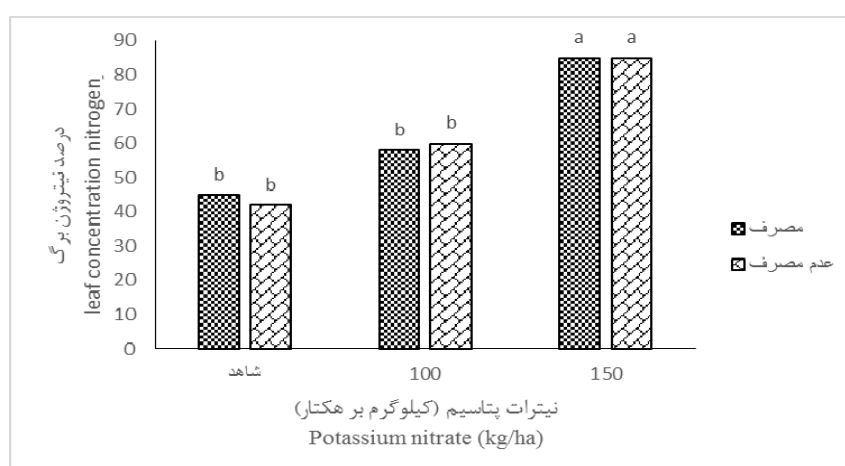
در اثر متقابل نیترات پتاسیم در آزوسپیریلیوم با افزایش میزان نیترات پتاسیم و عدم مصرف آزوسپیریلیوم درصد گلدهی افزایش داشت (شکل ۵). مقایسه میانگین درصد گلدهی تحت تأثیر اثرات متقابل نیترات پتاسیم در آزوسپیریلیوم نشان داد که تیمار ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات پتاسیم بالاترین درصد گلدهی را دارند. کمترین درصد گلدهی به میزان یک درصد را شاهد نشان داد (شکل ۵). بویر احمدی و همکاران (۲) بیان کردند که آزوسپیریلیوم سبب



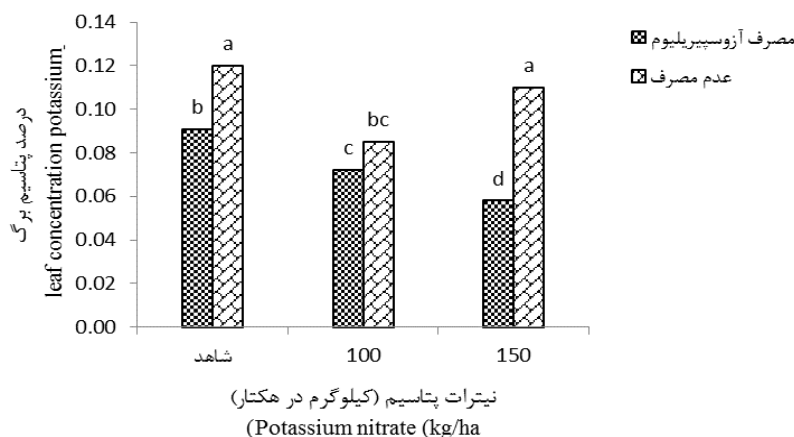
شکل ۴- مقایسه میانگین قطر ساقه گل‌دهنده تحت تأثیر سطوح مختلف آزوسپیریلیوم در گل مریم رقم دابل
Figure 4- Effect of different levels of *Azospirillum* on flowering stem diameter of *Polianthes tuberos* cv. Double



شکل ۵- درصد گلدهی گل مریم تحت تأثیرات متقابل نیترات پتاسیم و آزوسپیریلیوم در گل مریم رقم دابل
Figure 5-The interaction between *Azospirillum* and Potassium nitrate on flowering percentage of *Polianthes tuberos* cv. Double



شکل ۷- مقایسه میانگین میزان نیتروژن برگ تحت تأثیرات متقابل نیترات پتاسیم و آزوسپیریلیوم در گل مریم رقم دابل
Figure 7-The interaction between *Azospirillum* and Potassium nitrate on leaf concentration nitrogen of *Polianthes tuberos* cv. Double



شکل ۶- مقایسه میانگین میزان پتاسیم برگ تحت تأثیرات متقابل نیترات پتاسیم و آزوسپیریلیوم در گل مریم رقم دابل

 Figure 6- The interaction between *Azospirillum* and Potassium nitrate on leaf concentration potassium of *Polianthes tuberos* cv. Double

نتایج حاکی از این است کاربرد آزوسپیریلیوم باعث افزایش کارایی
 زراعی نیتروژن می‌شود. همچنین گزارش شده است که در سطوح
 بالای کود نیتروژن، میزان تلفات نیتروژن در اثر تصعید،
 دینتریفیکاسیون و آبشویی، به علت عدم جذب آن به وسیله گیاه
 افزایش می‌یابد و این موضوع باعث کاهش کارایی زراعی نیتروژن
 می‌شود.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر نیترات پتاسیم و آزوسپیریلیوم بر صفات رویشی و صفات مربوط به پیاز در گل مریم رقم دابل

 Table 1- Analysis variance of effect potassium nitrate and *azospirillum* on growth and bulbs in *Polianthes tuberos* cv. Double

منابع تغییر S.O.V	df	وزن تر برگ (گرم) Leaf fresh weight (gr)	وزن خشک برگ (گرم) Leaf dry weight (gr)	تعداد برگ Leaf number	شاخص سطح برگ (سانتی متر (The leaf area index (cm2)	میزان کلروفیل Amount of chlorophyll	قطر پیاز اصلی Main bulbs diameter (mm)	وزن پیاز اصلی The main bulblet weight (gr)	وزن کل پیاز Main bulbs weight (gr)	تعداد پا گیاه Number of side bulblets	تعداد سوخک Number of bulblet
تکرار Repetition	2	960.58	0.48	1.02	0.088	5.43	287.26	626.96	0.15	7.56	22.88
نیترات پتاسیم Potassium nitrate (PN)	2	1423 **	128 **	0.01	1.15 **	47.34*	159.95**	6319.86**	6185.93**	19.42**	34 **
آزوسپیریلیوم Azospirillum (A)	1	0.22	13.64	0.09	0.003	29.04	128.62**	41.16	0.83	0.04	78.86**
PN*A	2	374.81 *	22.21	0.67	1.23 **	0.20	42.69**	856.56**	13.96	18.28**	61.41**
خطا Error	34	106.34	7.84	0.65	0.018	11.08	1.75	72.91	8.44	1.72	5.57
ضریب تغییرات CV%		8.871	12.118	9.18	7.439	8.455	4.174	7.008	2.138	17.461	12.725

ns, *, ** به ترتیب عدم تفاوت معنی‌داری در سزح احتمال ۵ و ۱ درصد
 ns, *, ** show not significant at 5% and 1% levels, respectively

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر نیترات پتاسیم و آزوسپریلیوم بر صفات زایشی و صفات مربوط به گل مریم رقم دابل
Table 2- ANOVA of the effect of Potassium nitrate and azosperillum on reproductive and flowering characteristics of *Polianthes tuberos cv. Double*

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد روز تا به ساقه رفتن Days required for reach	تعداد روز از ساقه تا برداشت Days required to reach flowering	ارتفاع ساقه گل دهنده Height flowering stem	قطر ساقه گل دهنده Flowering stem diameter	تعداد گلچه Number of florete	طول سنبه Rachis length	قطر غنچه Bud diameter	قطر گلچه Floret diameter	درصد گلدهی Flowering percentage
تکرار Repetition	2	59.67	10.23	26.97	0.88	34.31	25.55	0.10	0.56	0.354
نیترات پتاسیم Potassium nitrate (PN)	2	594.67	45.51	2.04	0.90	40.37 *	15.58	1.22	67.92	11.26**
آزوسپریلیوم Azosperillum (A)	1	1272.34	18	101.46*	3.30**	22.78	56.24*	** 20.37	12.21	13.10**
PN*A	2	660.66	22.60	13.15	1.27	0.93	15.79	0.63	8.42	4.62*
خطا Error	34	330.07	24.42	20.42	0.35	11.45	88.99	0.62	27.86	1.00008
ضریب تغییرات CV%		25	10.87	8.18	9.40	17.63	16.38	9.26	19.35	12.27

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

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر نیترات پتاسیم و آزوسپریلیوم بر عناصر برگ گل مریم رقم دابل
Table 3- ANOVA of the effect of Potassium nitrate and azosperillum on leaf elements of *Polianthes tuberos cv. Double*

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد نیتروژن برگ Leaf concentration nitrogen	درصد پتاسیم برگ Leaf concentration potassium
تکرار Repetition	2	0.0007	0.00001
نیترات پتاسیم Potassium nitrate (PN)	2	1.702**	0.003**
آزوسپریلیوم Azosperillum (A)	1	0.0007 ns	0.013 **
PN*A	2	0.0051*	0.001*
خطا Error	10	0.0111	0.0003
ضریب تغییرات CV%		7.10	21.304

ns، * و ** به ترتیب عدم تفاوت معنی دار و معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد
ns, * and ** show not significant, significant at 5% and 1% levels, respectively

نتیجه گیری

دیگری با توجه به اثرات نه چندان چشم گیر آزوسپریلیوم، کاربرد نیترات پتاسیم توصیه می شود که انتظار عملکرد مناسب تر دور از دسترس نیست.

نیترات پتاسیم اثر مثبتی بر صفات رویشی، زایشی و عناصر در گل مریم نشان داد. به ویژه افزایش میزان پتاسیم باعث افزایش عملکرد پیاز (تعداد سوخک) و افزایش درصد گلدهی هست. از سوی

منابع

- 1- Abdelaziz M., Pokluda R., and Abdelwahab M.M. 2007. Influence of compost, microorganisms and NPK fertilizer upon growth, chemical composition and essential oil production of *Rosmarinus officinalis* L. Notulae

- Botanicae Horti Agrobotanicicluj- Napoca journal, 35: 86-90.
- 2- Boyerahmadi M., Jafari S., and Rosta MJ. 2011. Azospirillum, importance and severance. Journal of science-expertism agriculture (Olive). 31 (225): 1-8 (in Persian with English summery).
- 3- Chabot, R., Antoun, H., and Cescas, M. P. 1993. Stimulation of the growth of maize and lettuce by inorganic phosphorus solubilizing microorganisms. Canadian Journal of Microbiol. 39: 941-947.
- 4- Dhua, R. S., Ghosh, S. K., Mitra, S. K., Yadav, L. P., and Bose, T. K. 2005. Effect of bulb size, temperature treatment of bulbs and chemicals on growth and flower production in tuberose. Acta Horticulture. 205:121-128.
- 5- Ghasemi M., and Kafi M. 2005. Science and practical floriculture. Golban publications, Tehran. (in Persian).
- 6- GhortTappeh A.H., and Ghalavand A. 2006. Effects of fertilizer systems on yield and agronomic Nefficiency of different sunflower cultivars. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 12(5), 20-27. (in Persian).
- 7- Hajiloo M. 2010. The effects of bio-priming with Azospirillum and Azotobacter and using of manure fertilizer on yield and yield components of corn (*Zeamays* L.). Master dissertation, Faculty of agriculture, Shahrood University of technology, Iran. (in Persian with English Summary).
- 8- Heydari S., Soltani F., and Azizi M. 2013. Influence of leaf nutrition of KNO₃ and CaNO₃ on growth and yield of Tarragon essence. Eighth Iranian Horticulture sciences congress, Hamedan, Iran, august 2013, p. 2937-2939. (in Persian with English summery).
- 9- Hernandez A. N., Hernandez A., and Heydrich M. 1995. Selection of rhizobacteria for use in maize cultivation. Cultivar tropicales. 6: 5-8.
- 10- Kabir A.K.M.R., Iman M.H., Mondal M.M.A., and Chowdhury S. 2011. Response of Tuberose to Integrated Nutrient Management. Journal of Environmental Science and Natural Resources, 4(2): 55-59.
- 11- Kandan, A. 2000. Induction of systemic resistance against tomato spotted wilt virus (TSWV) in tomato by fluorescent *Pseudomonas* strains. M.Sc. (Ag.). Thesis. Tamil Nadu. Agriculture University Combatore, India.
- 12- Kapulnik Y., Sarig S., Nur A., Okon Y., and Henis, Y. 1982. The effect of Azopirillum inoculation on growth and yield of corn. Israel Journal of Botany. 31:247-255.
- 13- Khalighi A. 1991. Floriculture and nurture ornamental plant of Iran. Golban Publications, Tehran. (In Persian).
- 14- Khobragade R.I., Damke M.M., and Jadhao B.J. 1997. Effect of planting time and spacing on growth, flowering and bulb production of tuberose (C.V. Single). Acta Horticulture. 21(1): 44-47.
- 15- Nematollahi F., Tehranifar A., Azizi M., and Davarinejad Gh. 2011. Interaction cut flowers on storage life in solution vase life. Journal of Horticulture science. 25 (2): 122-129 (In Persian with English Summary).
- 16- Organization of agriculture. 2002. Statistics minister surface of ornamental plant. Ministry of agriculture publication, Iran. (in Persian).
- 17- Reddy B., and Singh K. 1997. Effect of planting bulb size on bulb production in tuberosa cultivar Double. Journal of Agriculture Science. 10 (1): 90-92.
- 18- Remrody M. 1995. Appointment the best type and measure of Nitrogen in planting Maize after wheat. Master dissertation, Faculty of agriculture, Isfahan University of technology, Iran. (in Persian with English Summary).
- 19- Samavat S., Pakzi A., Ladan Moghadam A., and Samavat S. 2008. Application of organic materials in agriculture. Azad University Publications, Garmsar. (in Persian).
- 20- Serek, M., Sisler, E., and Reid, S. 1995. 1-Methylcopropene, A novel gaseous inhibitor of ethylene action, Acta Horticulture. 394: 337- 345.
- 21- Shende S.T., and Apte R. 1982. Azospirillum inoculation-A highly remunerative input for agriculture, PP. 532-543. In Biological Nitrogen Fixation, Proceedings of the National Symposium held at I.A.R.I., New Delhi.
- 22- Shaukat K., Affrasayab S., and Hasnain S. 2006. Growth response of *Triticumaestivum* to plant growth promoting rhizobacteria used as a biofertilizer. Research Journal of Microbiology. 1(4): 330-338.
- 23- Shor M., Tehranifar A., Nemati H., Selahvarzi Y., and Alizade B. 2006. Effect GA₃ and cool storage on quality and quantity characters of *Polianthes*. Journal of Water, soil and plant in agricultural. 7 (4): a (In Persian).
- 24- Tilak K.V.B.R., and Singh G. 2002. Azospirillumbiofertilizer for rainfed crops. pp: 65-73. In: Biotechnology of biofertilizers. Ed., Kannayan S., Narosa Publishing House, New Delhi, India.
- 25- Zahir A.Z., Arshad M., and Kalid A. 1998. Improving maize yield by inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. Pakistan Journal of Soil Science. 15: 7-11.



بررسی اثرات پاکلوبوترازول بر افزایش تحمل به شوری در پایه رویشی هیبرید هلو - بادام (GF₆₇₇)

اعظم امیری^{۱*} - بهرام بانی نسب^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۱۷

چکیده

پاکلوبوترازول یکی از مهم‌ترین ترکیبات تریازولی محسوب می‌شود. این ترکیب بازدارنده رشد بوده و سبب افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی می‌شود. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر کاربرد پاکلوبوترازول بر کاهش اثرات نامطلوب تنش شوری بر پایه رویشی هیبرید هلو-بادام (GF₆₇₇) بود. آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه غلظت کلرید سدیم (صفر، ۲۵ و ۵۰ میلی مولار) و سه غلظت پاکلوبوترازول (صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر) انجام شد. پس از تیمار نهال‌ها، صفات مورفولوژیکی مثل وزن تر و خشک ریشه و برگ، تعداد برگ و عوامل بیوشیمیایی مانند میزان پرولین، شاخص کلروفیل برگ، میزان رطوبت نسبی و نشت یونی غشاء برگ اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد تنش شوری باعث کاهش رشد گیاهان شد و میزان نشت یونی غشاء و پرولین را در نهال‌های تحت تنش شوری افزایش و رطوبت نسبی برگ کاهش یافت. پاکلوبوترازول در شرایط تنش موجب افزایش وزن خشک ریشه‌ها شد. همچنین کاربرد ۲۰ میلی گرم در لیتر پاکلوبوترازول اگرچه در غلظت ۵۰ میلی مولار کلرید سدیم، شاخص کلروفیل برگ و میزان رطوبت نسبی را افزایش و نشت یونی غشاء را کاهش داد اما بر میزان پرولین در شرایط شور تأثیر معنی‌داری نداشت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد پاکلوبوترازول توانایی بهبود خسارات تنش و آسیب‌های وارده به نهال‌های پایه رویشی هیبرید هلو-بادام تحت شرایط شور را دارا است. و بهترین نتیجه از غلظت ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: پارامترهای مورفولوژیک و بیوشیمیایی، ترکیبات تریازولی، تنش شوری

مقدمه^۱

دهه گذشته استفاده از هیبریدهای بین گونه‌ای از جمله GF₆₇₇ در جنس پرونوس به عنوان پایه در درختان هسته‌دار مانند بادام و هلو متداول شده است. این استفاده به دلیل سازگاری این هیبریدها با ارقام مختلف و دیگر هیبریدها و سازگاری به شرایط محیطی، مقاومت به عوامل بیماری‌زا، تحریک رشد پیوندک و توانایی استفاده از آن‌ها در خاک‌های نامناسب است (۲۳). در پژوهشی گزارش شده که در پایه GF₆₇₇ انتقال یون سدیم و کلر از ریشه به سمت برگ‌ها از محدودیت بیشتری برخوردار است و این نکته نقش مهمی در کاهش انتقال نمک به قسمت‌های هوایی گیاه دارد و در نتیجه خطر سمیت تجمع فلزات در برگ‌های جوان کاهش می‌یابد (۱۳). با افزایش نمک و شوری آب آبیاری در هلو، در اولین فصل رشد صدمه شوری شروع می‌شود، در حالی که شروع صدمات شوری در آلو در دومین فصل رشد گزارش شده است (۱). مطالعات نشان داده که تریازول‌ها در مقاومت به تنش‌های محیطی نقش دارند. تریازول‌ها بر مسیر ایزوپرنوئید تأثیر داشته و با تغییرات هورمونی مانند افزایش سیتوکینین و کاهش اتیلن باعث مقاومت گیاه در شرایط تنش می‌شوند (۱۶). ترکیبات تریازولی

در ایران و در سایر نقاط جهان کشت بادام بوسیله شوری ناشی از تبخیر و تعرق بالا، خشکی، دمای بالا و بارندگی کم محدود شده است (۲۸). اغلب درختان میوه مناطق معتدله معمولاً به شوری حساس بوده و آبیاری با آب شور به طور معنی‌داری عملکرد آن‌ها را کاهش می‌دهد. حد آستانه شوری برای گونه‌های جنس پرونوس ۱/۵ تا ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر بیان شده است و بالاتر از این دامنه با سوختگی برگ‌ها، کاهش عملکرد و پیری قبل از بلوغ همراه می‌باشد (۱۳). هرچند در ارقام مختلف بادام نیز ظهور علائم مشابه در شوری ۱۲۰۰ میلی گرم بر لیتر نمک کلرید سدیم و در بادام تلخ در شوری ۵۰ میلی مول بر لیتر گزارش شده است (۲۶). تنوع گسترده‌ای در تحمل پایه‌ها بین ارقام و ژنوتیپ‌های گیاهان چوبی به شوری وجود دارد. در

۱ و ۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد میوه کاری و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
(*)-نویسنده مسئول
(Email: amiriazam23@yahoo.com)

تحقیقاتی بخش باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان با دمای روز و شب در طول دوره آزمایش به ترتیب ۳۲ و ۱۹ درجه سانتی‌گراد و تحت شرایط نور طبیعی نگهداری شدند. سه ماه پس از استقرار، گیاهان با غلظت‌های صفر (شاهد)، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول در دو نوبت به فاصله یک هفته و تا مرحله قطره‌ریزان^۱ محلول پاشی شدند.

اعمال تیمار شوری

به منظور اعمال شوری از غلظت‌های صفر، ۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم استفاده شد. شروع اعمال تیمارهای شوری یک هفته پس از آخرین مرحله محلول‌پاشی پاکلوبوترازول انجام شد. با توجه به دمای گلخانه تیمار شوری به همراه آب آبیاری هر هفته یکبار و به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر به ازای هر گلدان تا پایان آزمایش اضافه شد. به منظور جلوگیری از وارد شدن شوک ناگهانی به گیاهان غلظت‌های مختلف نمک به تدریج در دو نوبت اعمال شد. به این منظور در مرحله نخست غلظت ۲۵ میلی‌مولار به تمامی گلدان‌ها به جز گلدان‌های تیمار شاهد افزوده شد. پس از آن در نوبت بعدی هر کدام از تیمارها غلظت‌های مربوط به خود را دریافت نمودند. آبیاری با آب حاوی کلرید سدیم به گونه‌ای انجام شد که حدود یک سوم آب از طریق زهکش گلدان خارج گردد تا از تجمع نمک در گلدان جلوگیری شود. شصت روز پس از شروع اعمال تیمارهای شوری آزمایش خاتمه یافت و گیاهان برداشت شدند و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه سطح شوری (صفر، ۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار) و سه سطح پاکلوبوترازول (صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر) در ۴ تکرار انجام گرفت.

صفات اندازه‌گیری شده شامل

شاخص خسارات ظاهری:

شاخص خسارات ظاهری گیاهان با توجه به درصد خسارت نهال‌ها یادداشت گردید. اندازه‌گیری این شاخص بدین گونه بود که قبل از خروج گیاهان از گلدان و بر اساس وضعیت ظاهری، ظهور علائم نکروزه در برگ و میزان خسارت گیاه در اثر تنش به هر گیاه یکی از اعداد ۱ تا ۵ اختصاص یافت که عدد ۱ به معنای کمترین خسارت و عدد ۵ به معنای خسارت کامل به گیاه بود.

تعداد برگ، وزن تر و خشک

تعداد کل برگ‌های موجود در پایان آزمایش شمارش گردید. وزن تر برگ و ریشه با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری

از جمله پاکلوبوترازول، با دخالت در مسیر بیوسنتز اسید جبرلیک از تولید این هورمون گیاهی ممانعت می‌کنند. در نتیجه اثر نهایی تریازول‌ها ناشی از به هم خوردن تعادل پویایی است که بین هورمون‌های گیاهی در مراحل مختلف رشد و نمو گیاهی وجود دارد. این ترکیبات بازدارنده رشد بوده و تنش‌های محیطی را در گیاهان تخفیف می‌دهند (۱۰). نقش دیگر تریازول‌ها در مقاومت گیاه به تنش به کاهش خسارت رادیکال‌های آزاد و افزایش پتانسیل اکسیدانی ربط داده شده است (۵). تاثیر پاکلوبوترازول بر افزایش مقاومت گیاهان مختلف از قبیل هلو، انگور، گلابی و غیره به تنش‌های مختلف محیطی مطالعه شده است (۲۷). گزارش شده که پاکلوبوترازول با کاهش جذب و تجمع یون‌های کلر و سدیم در بافت گیاه باعث اجتناب از تنش شوری در هلو شده است (۳). در عنباب نیز نشان داده شد که پاکلوبوترازول از بین رفتن دانه‌ها را در اثر تنش شوری کاهش داده است (۷). پاکلوبوترازول باعث کاهش آسیب‌های غشایی، افزایش محتوای نسبی آب، سرعت فتوسنتز، افزایش محتوای پیگمان‌ها (کلروفیل، کاروتنوئید) تحت شرایط استرس شوری می‌شود. شوری محتوای نسبی آب و پتانسیل آبی را کاهش می‌دهد اما در گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول حفظ تورژسانس از طریق تعادل اسمزی رخ می‌دهد. پاکلوبوترازول از طریق افزایش سیستم آنتی‌اکسیدان آنزیمی و غیر آنزیمی شامل کارتنوئید، آسکوربات، آسکوربات پراکسیداز، سوپراکسید دسموتاز، پراکسیداز، کاتالاز و گلوکاتیون موجب افزایش پاکسازی رادیکال‌های آزاد اکسیژن در گیاهان تحت تنش می‌شود (۲۵). بر اساس بررسی‌های صورت گرفته، اطلاعاتی در رابطه با اثر کاربرد پاکلوبوترازول بر بهبود رشد پایه رویشی هیبرید هلو-بادام در شرایط شور وجود ندارد. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی نقش شوری بر تغییرات برخی پارامترهای مورفولوژیکی و بیوشیمیایی این پایه و همچنین ارزیابی توانایی پاکلوبوترازول بر افزایش تحمل به شوری در پایه GF 677 انجام شد.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی گیاهان و کاربرد پاکلوبوترازول

پژوهش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. قلمه‌های یکساله ریشه‌دار شده پایه GF 677 از نهالستان نوربخش (دارای مجوز تولید نهال شماره ۱۳۴۲۳/۵۲/۲۵۳ از موسسه تحقیقات ثبت و گواهی تولید بذر و نهال کشور) تهیه شدند. قلمه‌های با قطر و طول یکنواخت پس از خروج از کیسه‌های پلاستیکی به گلدان‌های ۵ کیلوگرمی حاوی محیط کشت خاک، خاک برگ و ماسه، به نسبت ۱:۱:۱ (حجمی) منتقل و یک قلمه در هر گلدان کاشته شد. برخی از خصوصیات خاک مورد استفاده در این پژوهش در جدول ۱ آورده شده است. گلدان‌ها سپس در گلخانه

درصد آب نسبی برگ

محتوای نسبی آب برگ به روش بار و ویتزلی (۱۹۶۲) اندازه‌گیری شد. در نهایت با فرمول زیر درصد رطوبت نسبی برگ محاسبه شد.

$$RWC (\%) = (FW - DW) / (TW - DW) \times 100$$

درصد نشت یونی

درصد نشت یونی با روش پیشنهادی لاتس و همکاران (۱۹۹۵) اندازه‌گیری شد. و با فرمول زیر درصد نشت یونی برگ محاسبه گردید

$$\text{درصد نشت یونی} = (EC_1/EC_2) \times 100.$$

شد. وزن خشک ریشه پس از شستشو و قرار دادن نمونه‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت به دست آمد.

اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ:

شاخص کلروفیل برگ توسط دستگاه کلروفیل سنج قابل حمل (Hansatech Instrument Ltd, UK) اندازه‌گیری شد.

میزان پرولین

اندازه‌گیری پرولین به روش رنگ سنجی با استفاده از اسید ناین هیدرین مطابق روش بیتس و همکاران (۶) انجام شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش.

Table 1- Some physical and chemical properties of the soil used in experiment.

بافت	اسیدیته خاک	ظرفیت تبادل کاتیونی	لوم	شن	سیلت	رس	هدایت الکتریکی	پتاسیم	فسفر
Texture	pH	CEC (meg/100g)	Lime (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	EC _e (dSm ⁻¹)	(mg kg ⁻¹ soil)	P (mg kg ⁻¹ soil)
Loam-sandy	7.6	13.5	0.84	82	14	4	3.4	55	48

پاکلوبوترازول را در کاهش خسارت تنش جلوگیری از تولید جیبرلین و افزایش سنتز آبسزیک اسید بیان کرد. زیرا آبسزیک اسید از جمله هورمون‌های گیاهی شناخته شده در کاهش خسارت تنش‌ها در گیاهان است (۴).

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تاثیر شوری، پاکلوبوترازول و اثر متقابل شوری و پاکلوبوترازول بر تعداد برگ قلمه‌های GF₆₆₇ معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد شوری سبب کاهش تعداد برگ گردید که بیشترین کاهش تعداد برگ مربوط به تیمار ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم (۱۲/۵) بود که نسبت به تیمار شاهد (۲۸/۳) کاهش معنی‌دار ۵۵/۸ درصدی نشان داد (جدول ۳). کاربرد پاکلوبوترازول نیز در غلظت ۴۰ میلی‌گرم در لیتر (۲۶/۸۳) باعث افزایش ۲۴/۶ درصدی تعداد برگ نسبت به شاهد (۲۱/۵۸) شد (جدول ۳). اثرات متقابل شوری و پاکلوبوترازول نیز نشان داد اگرچه در تیمار شاهد و ۲۵ میلی‌مولار کلرید سدیم کاربرد پاکلوبوترازول در غلظت ۴۰ میلی‌گرم در لیتر سبب تولید بیشترین تعداد برگ شد ولی در تیمار ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم کاربرد پاکلوبوترازول در غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تعداد برگ را نشان داد (جدول ۳). در هلو نیز مشاهده شد تیمار شوری باعث افزایش ریزش برگ در حالی‌که کاربرد پاکلوبوترازول ریزش برگ را کاهش داد (۳). در پژوهش حاضر نیز احتمالاً تیمار پاکلوبوترازول با جلوگیری از ریزش برگ تعداد برگ‌های باقیمانده را افزایش داد.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه آماری نتایج با استفاده از نرم‌افزار Statistics و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تاثیر شوری، پاکلوبوترازول و اثر متقابل شوری و پاکلوبوترازول بر شاخص خسارات ظاهری قلمه‌های GF₆₆₇ معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد شوری باعث افزایش خسارات ظاهری گیاهان گردید. بیشترین خسارت ظاهری مربوط به تیمار ۵۰ میلی‌مولار (۴/۱۶) بود که نسبت به تیمار شاهد (۱/۵)، افزایش معنی‌دار بیش از دو برابری نشان داد (جدول ۳). همچنین نتایج نشان داد کاربرد پاکلوبوترازول سبب کاهش خسارات ظاهری گیاه گردید که بیشترین کاهش مربوط به تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر (۲/۰۰) پاکلوبوترازول بود که نسبت به تیمار شاهد (۲/۶۶) سبب کاهش معنی‌دار ۲۴/۸۱ درصدی خسارات ظاهری شد (جدول ۳). اثرات متقابل شوری و پاکلوبوترازول نیز نشان داد که در تمام سطوح شوری کمترین خسارت ظاهری مربوط به تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول بود (جدول ۳). در تایید نتایج پژوهش حاضر پاکلوبوترازول در خیار (۸) و گندم (۱۱) نیز باعث کاهش خسارت ظاهری در تنش سرمایی گردید. بانی‌نسب (۴) نقش

جدول ۲ - تجزیه واریانس خصوصیات رویشی و فیزیولوژیکی قلمه‌های یکساله GF₆₆₇ تحت تنش شوری و پاکلوبوترازول
 Analysis of variance (ANOVA) for NaCl salinity, paclobutrazol (PBZ) concentration, and their interaction for –Table 2
 morphological and physiological parameters in vegetative Peach- Almond Hybrid (GF₆₇₇) rootstock

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares								
		خسارات ظاهری IRV	تعداد برگ LN	وزن تر برگ LFW	وزن تر ریشه RFW	وزن خشک ریشه RDW	شاخص کلروفیل برگ RLCC	نشت یونی EC ₁ /EC ₂	پروکلین برگ PC	رطوبت نسبی برگ RWC
شوری (NaCl)	2	30.3**	1002.7**	70.5**	46.6 ^{ns}	46.0**	10.35 ^{ns}	5107.4**	1494.7**	1078.1**
پاکلوبوترازول (PBZ)	2	1.3**	130.5**	52.3**	563.1**	24.9*	46.08**	767.5*	757.8**	233.9**
پاکلوبوترازول × شوری (PBZ × NaCl)	4	0.66**	420.8**	119.9**	156.5**	25.1**	26.47*	179.9**	234.3 ^{ns}	24.7**
خطا (Error)	27	0.18	17.5	6.5	34.10	6.9	9.29	1818.4	105.0	129.9

***، ** و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۰/۰۱، ۰/۰۵ و معنی‌دار نبودن منابع تغییرات می‌باشد.

IRV Injury rating value, LN Leaf number, LFW Leaf fresh weight, RFW Root fresh weight, RDW root dry weight, RLCC Relative leaf chlorophyll content, EC₁/EC₂ Leaf electrolyte leakage, RWC Relative water content. PC Proline content

متقابل شوری و پاکلوبوترازول بر وزن تر ریشه قلمه‌های GF₆₆₇ معنی‌دار بود اما شوری بر این صفت تاثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). نتایج نشان داد کاربرد پاکلوبوترازول سبب افزایش وزن تر ریشه‌ها گردید. بیشترین افزایش مربوط به تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر (۵۱/۴۶ گرم) پاکلوبوترازول بود که نسبت به تیمار شاهد (۳۸/۲۴ گرم) افزایش معنی‌دار ۳۴/۵۷ درصدی نشان داد (جدول ۳). اثرات متقابل شوری و پاکلوبوترازول نیز نشان داد در سطح شوری صفر و ۲۵ میلی‌مولار کلرید سدیم کاربرد پاکلوبوترازول در غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر و در شوری ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، پاکلوبوترازول در سطح ۴۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش معنی‌دار وزن تر ریشه نسبت به گیاهان شاهد گردید (جدول ۳). غلامی و همکاران (۲۰۱۳) بیان نمودند که تیمار دانه‌های زیتون با پاکلوبوترازول باعث افزایش رشد ریشه و نسبت ریشه به ساقه شد (۱۴). پاکلوبوترازول با افزایش رشد ریشه در شرایط تنش شوری، سبب افزایش سطح تماس ریشه، دسترسی بیشتر گیاه به منابع آب موجود در محیط و افزایش تحمل گیاه به تنش شوری می‌شود (۲۵). تحریک رشد ریشه بوسیله پاکلوبوترازول در شرایط شور توسط عبدالجلال و همکاران (۲) در کاتارانتوس نیز گزارش شده است. که افزایش رشد ریشه در تیمار پاکلوبوترازول با افزایش سطح سیتوکینین درونی همراه بود (۲). در سبب تحت تنش خشکی نیز تیمار پاکلوبوترازول میزان زآتین و زآتین ریبوزید را افزایش داد که این امر به نقش پاکلوبوترازول در کاهش اکسید شدن سیتوکینین نسبت داده شد (۳۴).

وزن تر برگ به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر شوری، پاکلوبوترازول و اثر متقابل شوری و پاکلوبوترازول قرار گرفت (جدول ۲) به‌طوری‌که کمترین میزان وزن تر برگ در غلظت ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم (۶/۵۲ گرم) مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد (۱۱/۲۰ گرم) کاهش ۴۱/۷۸ درصدی نشان داد (جدول ۳). کاربرد پاکلوبوترازول باعث بهبود وزن تر برگ گردید. بیشترین وزن تر برگ مربوط به کاربرد پاکلوبوترازول در غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر (۱۰/۹۶ گرم) بود که سبب افزایش معنی‌دار ۵۸/۱۶ درصدی در مقایسه با تیمار شاهد (۶/۹۱ گرم) گردید.

اثرات متقابل کلرید سدیم و پاکلوبوترازول نیز نشان داد که در تیمارهای شاهد و ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بیشترین وزن تر برگ مربوط به غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول و در تیمار ۲۵ میلی‌مولار کلرید سدیم کاربرد غلظت ۴۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول سبب بیشترین وزن تر برگ شد (جدول ۳) در *Vigna unguiculata* شوری سبب کاهش وزن تر و خشک گیاه شد و تیمار پاکلوبوترازول باعث افزایش وزن تر و خشک نسبت به تیمار شوری گردید (۲۰). در هندوانه نیز کاربرد پاکلوبوترازول به‌طور معنی‌داری باعث افزایش وزن تر گیاه شد که بیشترین تاثیر در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول مشاهده شد افزایش کلروفیل باعث افزایش میزان فتوسنتز شده در نهایت وزن تر گیاه افزایش یافت (۴). تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تاثیر کاربرد پاکلوبوترازول و اثر

جدول ۳- اثر کاربرد پاکلوبوترازول بر صفات مورفولوژیک قلمه‌های یکساله GF₆₆₇ تحت تنش شوریTable 3- Effect of paclobutrazol application on shoot and root growth characteristics in vegetative peach- almond Hybrid (GF₆₆₇) rootstock under salt stress

شوری NaCl (mM)	پاکلوبوترازول Paclobutrazol (mg l ⁻¹)	خسارات ظاهری Injury rating value	تعداد برگ Leaf number	وزن تر برگ Leaf fresh weight (g)	وزن تر ریشه Root fresh weight (g)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)
0	0	2.00 ^{b†}	21.75 ^d	6.23 ^b	42.32 ^c	14.42 ^{bcd}
	20	1.00 ^c	28.50 ^c	14.01 ^a	60.09 ^{ab}	15.20 ^{bc}
	40	1.00 ^c	34.75 ^{ab}	13.36 ^a	45.41 ^c	20.90 ^a
25	0	2.00 ^b	30.00 ^{bc}	11.83 ^a	33.52 ^{cd}	15.22 ^{bc}
	20	1.00 ^c	15.00 ^e	50.26 ^b	65.32 ^a	17.15 ^b
	40	1.00 ^c	40.00 ^a	12.76 ^a	44.96 ^c	14.12 ^{bcd}
50	0	4.00 ^a	13.00 ^e	2.65	38.87 ^{cd}	12.40 ^{cd}
	20	4.00 ^a	18.75 ^{de}	13.61	43.63 ^c	11.35 ^d
	40	4.5 ^a	5.75 ^f	3.31	53.47 ^b	15.20 ^{bc}
0		1.50 ^B	28.33 ^A	11.20 ^A	49.28 ^A	16.84 ^A
25		1.33 ^B	28.33 ^A	9.95 ^A	47.93 ^A	15.50 ^A
50		4.16 ^A	12.50 ^B	6.52 ^B	45.32 ^A	12.93 ^B
	0	2.66 ^A	21.58 ^B	6.91 ^B	38.24 ^B	14.01 ^B
	20	2.00 ^B	20.75 ^B	10.96 ^A	51.46 ^A	14.56 ^{AB}
	40	2.33 ^{AB}	26.83 ^A	9.81 ^A	47.94 ^A	16.74 ^A

†در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف کوچک یا بزرگ مشترک هستند اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار ندارند.

حروف بزرگ نشان‌دهنده اثرات ساده و حروف کوچک نشان‌دهنده اثرات متقابل می‌باشد.

†In each column, means followed by the same capital letters and small letters

are not significantly different at 5% level of probability using LSD test.

capital letters represents the simple effects and small letters represent interactions

کاهش وزن خشک ریشه‌ها گردید. بیشترین کاهش مربوط به تیمار ۵۰ میلی مولار کلرید سدیم (۹۳/۱۲ گرم) بود که نسبت به تیمار شاهد (۱۶/۸۴ گرم) کاهش معنی‌دار ۲۳/۲۱ درصدی نشان داد

تجزیه واریانس داده‌ها همچنین نشان داد شوری، کاربرد پاکلوبوترازول و اثر متقابل شوری و پاکلوبوترازول بر وزن خشک ریشه قلمه‌های GF₆₆₇ معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد شوری باعث

(جدول ۳). کاربرد پاکلوبوترازول نیز سبب افزایش وزن خشک ریشه‌ها گردید که بیشترین افزایش مربوط به تیمار ۴۰ میلی گرم در لیتر (۱۶/۷۴ گرم) بود که نسبت به شاهد (۱۴/۰۱ گرم) ۱۹/۴۸ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). اثرات متقابل شوری و پاکلوبوترازول نیز نشان داد در تیمار شاهد و شوری ۵۰ میلی مولار بیشترین وزن خشک ریشه مربوط به غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر پاکلوبوترازول و در تیمار ۲۵ میلی مولار کلرید سدیم مربوط به غلظت ۲۰ میلی گرم در لیتر

پاکلوبوترازول بود (جدول ۳). در دانه‌های گوجه فرنگی نیز پاکلوبوترازول در شرایط تنش سرما و شرایط بدون تنش باعث افزایش وزن تر و خشک ریشه شد (۱۹). گزارش‌های زیادی مبنی بر نقش جیبرالین در افزایش توزیع کربوهیدرات به اندام هوایی وجود دارد و همچنین گزارش شده که پاکلوبوترازول با کاهش جیبرلین سبب تغییر در الگوی تخصیص کربوهیدرات‌ها و در نتیجه افزایش کربوهیدرات‌ها در ریشه‌ها و گسترش آن‌ها می‌شود (۳۱). در واقع می‌توان این‌گونه توجیه کرد که همانند شاه بلوط (۲۲) افزایش رشد ریشه و گسترش سیستم ریشه‌ای در گیاهچه‌های تحت تیمار پاکلوبوترازول موجب افزایش توده ریشه و افزایش وزن خشک گردیده است. در پایه بادام تلخ کاربرد پاکلوبوترازول اثرات سوء و آسیب‌های ناشی از تنش خشکی را کاهش داده و پارامترهای رویشی را بهبود بخشید (۲۱).

صفات فیزیولوژیک

نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد پاکلوبوترازول و اثر متقابل شوری و پاکلوبوترازول اثر معنی‌داری بر شاخص کلروفیل برگ داشت در حالیکه تاثیر شوری معنی‌دار نبود (جدول ۲). کاربرد پاکلوبوترازول در غلظت ۲۰ میلی گرم در لیتر باعث افزایش معنی‌دار شاخص کلروفیل برگ نسبت به تیمار شاهد شد به گونه‌ای که این تیمار (۲۹/۹۳) سبب افزایش ۱۴/۵۸ درصدی شاخص کلروفیل برگ نسبت به شاهد (۲۶/۱۲) شد (جدول ۴). اثرات متقابل نیز نشان داد در شاهد و تیمار ۵۰ میلی ولار نمک بیشترین شاخص کلروفیل برگ در تیمار ۲۰ میلی گرم در لیتر پاکلوبوترازول و در شوری ۲۵ میلی مولار بیشترین شاخص کلروفیل در تیمار ۴۰ میلی گرم در لیتر پاکلوبوترازول مشاهده شد (جدول ۴). شاکری و همکاران (۱۳۸۸) افزایش کلروفیل در توت فرنگی با محلول پاشی پاکلوبوترازول به میزان ۲ میلی گرم به ازای هر گیاه را گزارش کردند. در انار رقم رباب تحت تنش سرمایی کاربرد پاکلوبوترازول باعث افزایش کلروفیل نسبی برگ گردید (۲۲). بانی نسب و قبادی (۵) علت افزایش کلروفیل در برگ خیار را به اثر پاکلوبوترازول بر سیتوکینین داخلی ربط دادند. بطوریکه سیتوکینین میزان تمایز یابی کلروپلاست و سنتز کلروفیل را افزایش و از تخریب کلروفیل جلوگیری می‌کند (۵). در گوجه‌فرنگی افزایش کلروفیل در تیمار پاکلوبوترازول به نقش این ترکیب در تاخیر تجزیه کلروفیل با

کاهش فعالیت آنزیم کلروفیل‌از نسبت داده شده است (۱۹). آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد شوری و پاکلوبوترازول اثر معنی‌داری بر پرولین برگ داشت در حالی‌که اثر متقابل شوری و پاکلوبوترازول تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد شوری سبب افزایش میزان پرولین برگ شد. بیشترین افزایش پرولین مربوط به تیمار ۵۰ میلی مولار کلرید سدیم (۵۹/۸۵ میکرومول در گرم وزن تر) بود که نسبت به تیمار شاهد (۳۹/۹۶ میکرومول در گرم وزن تر) ۵۱/۰۶ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). با افزایش شوری، تنظیم‌کننده‌های اسمزی باعث بالا رفتن فشار اسمزی سیتوپلاسم شده و نیز باعث پایداری پروتئین‌ها و غشاها در چنین شرایطی می‌شوند. اسیدآمینه پرولین جزء ترکیبات تنظیم‌کننده اسمزی به شمار می‌رود و تجمع آن در بافت یکی از بیشترین تغییرات القاء شده ناشی از تنش آبی یا شوری در گیاهان است (۱۵). کاربرد پاکلوبوترازول در غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر (۵۵/۶۲ میکرومول در گرم وزن تر) باعث افزایش ۳۹/۱۸ درصدی میزان پرولین نسبت به شاهد (۳۹/۹۶ میکرومول در گرم وزن تر) شد (جدول ۴). این یافته‌ها با نتایج بدست آمده در انبه در تنش شوری (۳۲) و انار در تنش سرمایی (۱۲) مطابقت دارد. در پایه مرکبات *khata Karna* نیز کاربرد پاکلوبوترازول باعث افزایش پرولین در شرایط شور و غیر شور شد. پاکلوبوترازول با افزایش پرولین باعث محافظت و ثبات غشای سلولی و فعالیت آنزیمی در شرایط استرس و افزایش مقاومت به شوری گردید (۲۹). افزایش محتوای آنتی‌اکسیدان می‌تواند دلیلی بر افزایش پرولین و سایر اسیدآمینه‌ها در گیاهان تحت تیمار تریازول‌ها باشد (۱۲).

آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد شوری، پاکلوبوترازول و اثر متقابل شوری و پاکلوبوترازول اثر معنی‌داری بر رطوبت نسبی برگ داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد شوری سبب کاهش میزان رطوبت نسبی برگ شد کمترین میزان رطوبت نسبی مربوط به تیمار ۵۰ مولار کلرید سدیم (۷۰/۲۷ درصد) بود که نسبت به تیمار شاهد (۸۶/۹۹ درصد) ۱۹/۲۳ درصد کاهش نشان داد (جدول ۴). کاربرد پاکلوبوترازول در غلظت ۲۰ میلی گرم در لیتر (۸۶/۳۱ درصد) باعث افزایش ۹/۸۵ درصدی رطوبت نسبی برگ نسبت به شاهد (۷۸/۵۷ درصد) شد (جدول ۴).

اثرات متقابل شوری و پاکلوبوترازول نیز نشان داد اگرچه کاربرد پاکلوبوترازول در تیمار شاهد و ۲۵ میلی مولار تاثیری بر رطوبت نسبی برگ نداشت اما در تیمار ۵۰ میلی مولار کلرید سدیم کاربرد ۲۰ میلی گرم در لیتر پاکلوبوترازول سبب افزایش معنی‌دار رطوبت نسبی برگ نسبت به شاهد شد (جدول ۴). در پایه‌های مرکبات نیز کاهش میزان رطوبت نسبی در تیمارهای شوری مشاهده شد و کاربرد ۲۵۰ میلی گرم در لیتر پاکلوبوترازول باعث افزایش رطوبت نسبی در شرایط شور شد (۲۹).

جدول ۴- اثر کاربرد پاکلوبوترازول بر صفات فیزیولوژیک قلمه‌های یکساله GF₆₆₇ تحت تنش شوریTable 4- Effect of paclobutrazol application on physiological parameters characteristics in vegetative peach- almond hybrid (GF₆₇₇) rootstock under salt stress

شوری NaCl (mM)	پاکلوبوترازول Paclobutrazol (mg l ⁻¹)	شاخص کلروفیل Relative leaf chlorophyll	پرولین Proline (μmol.g ⁻¹)	رطوبت نسبی Relative water content (%)	نشت یونی Electrolyte leakage (%)
0	0	26.53 ^{b-ef}	32.70 ^c	85.89 ^{ab}	16.35 ^{de}
	20	30.71 ^{ab}	38.15 ^{bc}	89.56 ^a	17.04 ^{de}
	40	28.25 ^{bcd}	48.01 ^b	85.53 ^{ab}	15.33 ^e
25	0	26.24 ^{cde}	41.99 ^{bc}	88.28 ^{ab}	61.88 ^b
	20	27.85 ^{a-d}	32.20 ^c	87.31 ^{ab}	35.36 ^{cd}
	40	30.11 ^{abc}	50.50 ^b	83.50 ^{ab}	19.89 ^{de}
50	0	25.60 ^{de}	45.19 ^{bc}	61.54 ^c	54.31 ^{bc}
	20	31.23 ^a	66.0 ^a	82.05 ^b	33.63 ^{de}
	40	23.33 ^e	68.35 ^a	67.23 ^c	84.32 ^a
0		28.50 ^A	39.62 ^B	86.99 ^A	16.24 ^C
25		28.07 ^A	41.56 ^B	86.36 ^A	39.04 ^B
50		26.72 ^A	59.85 ^A	70.27 ^B	57.42 ^A
	0	26.12 ^B	39.96 ^B	78.57 ^B	44.18 ^A
	20	29.93 ^A	45.45 ^B	86.31 ^A	28.68 ^B
	40	27.23 ^B	55.62 ^A	78.75 ^B	39.84 ^{AB}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف کوچک یا بزرگ مشترک هستند اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار نداشتند.

حروف بزرگ نشان‌دهنده اثرات ساده و حروف کوچک نشان‌دهنده اثرات متقابل می‌باشد.

†In each column, means followed by the same capital and small letters

are not significantly different at 5% level of probability using LSD test.

capital letters represents the simple effects and small letters represent interactions †

می‌کند. (۱۲). آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد شوری، پاکلوبوترازول و اثر متقابل شوری و پاکلوبوترازول اثر معنی‌داری بر نشت یونی برگ داشت (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد شوری سبب افزایش نشت یونی برگ شد. بیشترین افزایش نشت یونی مربوط به تیمار ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم (۵۷/۴۲ درصد) بود که نسبت به تیمار شاهد (۱۶/۲۴ درصد) افزایش بیش از سه برابری نشان داد (جدول ۴). کاربرد پاکلوبوترازول در غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر (۲۸/۶۸) باعث کاهش ۳۵/۰۸ درصدی نشت یونی نسبت به شاهد (۴۴/۱۸) شد (جدول ۴).

در هلو (۳)، انبه (۱۷) و بادام نان‌پاریل (۳۰) نیز کاربرد پاکلوبوترازول باعث افزایش رطوبت نسبی در شرایط شور شد. کاربرد ۴۵ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول در بادام تلخ باعث افزایش معنی‌دار رطوبت نسبی برگ در شرایط تنش خشکی گردید (۲۱). فلچر و نت گزارش (۱۹۸۴) کردند که پاکلوبوترازول آب از دست رفته را کاهش می‌دهد و تحمل گیاهان به تنش را افزایش می‌دهد. این شاید به خاطر این واقعیت باشد که ترکیبات تریازولی مانند پاکلوبوترازول بیوستنز جبرالین را کاهش و محتویات سیتوکینین و آبسزیک اسید را افزایش می‌دهد که در نهایت به تعادل بهتر آب در گیاهان کمک

تیمارهای پاکلوبوترازول نشان داد. همبستگی منفی بین میزان آب نسبی با پرولین و نشت یونی برگ وجود داشت به نحوی که افزایش آب نسبی برگ سبب کاهش معنی‌دار میزان پرولین برگ و نشت یونی برگ شد (جدول ۵). طبق نتایج کاربرد پاکلوبوترازول با جلوگیری از کاهش شاخص کلروفیل برگ و رطوبت نسبی برگ و با جلوگیری از افزایش درصد نشت یونی برگ قلمه‌های یکساله GF₆₆₇ اثرات مضر و خسارات ناشی از تنش شوری را بهبود بخشید. تجمع پرولین به عنوان یکی از پارامترهای مهم فیزیولوژیکی در ارزیابی تحمل گیاه می‌باشد، که در سازگاری به تنش نقش مهمی بازی می‌کند. با کاربرد پاکلوبوترازول این اسید آمینه افزایش و به عنوان یکی از مهم‌ترین محلول‌های سازگار در تعدیل پتانسیل اسمزی بسیار موثر بوده است.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس یافته‌های این پژوهش پاکلوبوترازول در غلظت ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر در شرایط شور منجر به بهبود وضعیت رشدی گیاه شده و با تأثیر بر خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه اثر تنش را تعدیل کرده است. بنابراین کاربرد پاکلوبوترازول در راستای کاهش اثرات سوء شوری و بهبود رشد موثر و سودمند ارزیابی می‌گردد.

سپاسگزاری

امکانات مالی و تجهیزات لازم برای انجام این پژوهش توسط دانشگاه صنعتی اصفهان و قطب علمی زیست فناوری بیماری‌های درختان مهم میوه منطقه مرکزی ایران فراهم گردیده است که بدینوسیله مراتب تشکر و قدردانی اعلام می‌گردد.

اثرات متقابل شوری و پاکلوبوترازول نیز نشان داد اگرچه در تیمار شاهد، پاکلوبوترازول اثر معنی‌داری بر نشت یونی نداشت اما در تیمار ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم کاربرد ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول سبب کاهش معنی‌دار نشت یونی برگ نسبت به شاهد خود شد (جدول ۴). در تایید نتایج این پژوهش، در توت فرنگی رقم سلوا (۱۸) انبه (۳۲) در شرایط شور، انار در تنش سرمایی (۱۲) نیز کاربرد پاکلوبوترازول باعث کاهش میزان نشت یونی گردید. طبق گزارش سیرو استاو و همکاران (۳۲) پاکلوبوترازول باعث محافظت غشاء در برابر آسیب تنش می‌شود. این ممکن است به دلیل این واقعیت باشد که گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول در شرایط شور دارای مقدار کمی سدیم و کلر در بافت‌ها باشند که در نتیجه سلول‌ها کمتر در معرض آسیب قرار می‌گیرند (۳۲). بانی نسب و قبادی (۲۰۱۱) نیز کاهش نشت یونی و کاهش مقدار مالون‌دی‌آلدهید را با تیمار پاکلوبوترازول گزارش کردند. مالون‌دی‌آلدهید شاخصی از میزان خسارت غشا تحت تنش بوده که از پراکسیدآسیون چربی‌های غشا ناشی می‌شود (۵).

همبستگی بین صفات مورفولوژیک (وزن تر و خشک برگ و ریشه) با صفات فیزیولوژیک گیاه (شاخص کلروفیل برگ، درصد نشت یونی، میزان رطوبت نسبی گیاه و میزان پرولین) مشاهده شد (جدول ۵). همبستگی بین صفات نشان داد که افزایش میزان کلروفیل در تحقیق حاضر می‌تواند بدلیل تأثیر تریازول‌ها در افزایش میزان سیتوکینین باشد. از آنجائیکه سیتوکینین به مقدار بیشتری در ریشه ساخته می‌شود و این ترکیب از طریق آوندهای چوبی به برگ منتقل می‌شود. احتمالاً پاکلوبوترازول باعث گسترش ریشه و در نتیجه ساخت بیشتر سیتوکینین و با افزایش انتقال آن به اندام هوایی موجب افزایش سنتز کلروفیل گردیده است. نتایج ما نیز افزایش توسعه ریشه‌ها را در

جدول ۵ - همبستگی بین ۱- خسارات ظاهری، ۲- تعداد برگ، ۳- وزن تر برگ، ۴- وزن تر ریشه، ۵- وزن خشک ریشه، ۶- شاخص کلروفیل، ۷- پرولین ۸- رطوبت نسبی برگ ۹- نشت یونی

Table 5- Correlations between 1) injury rating value. 2) leaf number. 3) leaf fresh weight. 4) root fresh weight 5) root dry weight. 6) RLCC relative leaf chlorophyll content, 7) proline content leakage. 8) relative water content. 9) leaf electrolyte

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1								
2	-0.66**	1							
3	-0.40**	0.72**	1						
4	-0.15 ^{ns}	-0.22 ^{ns}	-0.06 ^{ns}	1					
5	-0.37**	0.21 ^{ns}	0.14 ^{ns}	0.29*	1				
6	-0.31*	0.41**	0.50**	0.11 ^{ns}	-0.17 ^{ns}	1			
7	0.54**	-0.17 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.01 ^{ns}	-0.10 ^{ns}	^{ns} -0.18	1		
8	-0.73**	0.58**	0.65**	0.02 ^{ns}	0.20 ^{ns}	0.42**	-0.34**	1	
9	0.38**	-0.20 ^{ns}	-0.17 ^{ns}	-0.41**	-0.48**	0.001 ^{ns}	0.13 ^{ns}	-0.32*	1

Pearson correlation coefficient

ns non significant

* Significant at $p \leq 0.05$, ** significant at $p \leq 0.01$

منابع

- 1-Ashtari Nakhaie S., Rabie V., and Imani A. Effect of salinity on growth and some physiological characteristics of sodium chloride GF677. P. 4238- 4244. 8th Iranian Horticultural Science Congress, 26-28 August. 2013. Bu Ali Sina University. Iran (in Persian with English abstract).
- 2- Abdul Jaleel C., Gopi R., Kishorekumar A., Manivannan P., Sankar B., and Panneerselvam R. 2008. Interactive effects of triadimefon and salt stress on antioxidative status and ajmalicine accumulation in *Catharanthus roseus*. *Acta Physiologiae Plantarum*, 30:287–292.
- 3- Abou El-Khashab A.M., El-Sammak A.F., Elaidy A.A., and Salama M.I. 1997. Paclobutrazol Reduces Some Negative Effects of Salt Stress in Peach. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 122:43-46.
- 4- Baninasab B. 2009. Amelioration of chilling stress by paclobutrazol in watermelon seedlings. *Scientia Horticulturae*, 121:144–148.
- 5-Baninasab B., and Ghobadi C. 2011. Influence of paclobutrazol and application methods on high-temperature stress injury in cucumber seedlings. *Journal of Plant Growth Regulation*, 30:213-219
- 6- Bates A.S. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39: 205-207.
- 7- Banon S., Ochoa J., Martinez J.A., Fernandez J.A., Franco J.A., Sanchez-blanco M.J., Alarcon J.J., and Morales M.A. 2003. Paclobutrazol as an aid to reducing the effects of salt stress in *Rhamnus alaternus* plants. *Acta Horticulturae*, 609:263–268.
- 8- Feng Z., Guo A., and Feng Z. 2003. Amelioration of chilling stress by triadimefon in cucumber seedlings. *Journal of Plant Growth Regulation*, 39:277–283.
- 9- Fletcher R.A., and Nath V. 1984. Triadimefon reduces transpiration and increases yield in water stressed plants. *Physiologia Plantarum*, 62:422–426.
- 10- Fletcher R., and Hofstra G. 1988. Triazol as potential plant protectants. In: *Sterol Synthesis Inhibitors in Plant Protection*. Eds D. Berg, M. Plempel, Cambridge, Ellis Horwood Ltd. 321-331.
- 11- Fletcher R.A., Gilley A., Sankhla N., and Davis T.D. 2000. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Horticultural Reviews*, 24:55–137.
- 12- Ghasemi Soluklui A.A., Ershadi A., Tabatabaee Z., and Fallah E. 2014. Paclobutrazol-Induced Biochemical Changes in Pomegranate (*Punica granatum* L.) cv. 'Malas Saveh' under Freezing Stress. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 1: 181-190.
- 13- Gholami M., and Rahemi M. 2009. Effect of NaCl Salt Stress on Physiological and Morphological Characteristic of Vegetative Peach- Almond Hybrid (GF677) Rootstock. *Plant production technology*, 9:21-31. (in Persian with English abstract)
- 14- Gholami R., Arzani K., and Argi I. 2013 Effect of paclobutrazol and different amounts of irrigation water to feed on the growth of young Manzanilla olive. *Journal of Horticultural Science*, 26:402-408. (in Persian)
- 15- Hasegawa P.M., Bressan R.A., Zhu J.K., and Bohnert H.J. 2000. Plant cellular and molecular response to high salinity. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 51:463- 499.
- 16- Hajhashemi Sh., Kiarostami K., Enteshari Sh., and Saboor A. 2006. The effect of salt stress and paclobutrazol on some physiological parameters of two salt-tolerant and salt- sensitive cultivars of wheat. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9: 1370-1374.
- 17- Kishor A., Srivastav M., Dubey A.K., Singh A.K., Sairam R.K., Pandey R.N., Dahuja A., and Sharma R.R. 2009. Paclobutrazol minimizes salt stress effects in mango (*Mangifera Indica* L.). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 84:459–465.
- 18- Jamalian S., Tehranifar A., Tafazoli E., Eshghi S., and Davarynejad G.H. 2008. The Effect of Paclobutrazol on Fruit Yield, Leaf Mineral Elements and Proline Content of Strawberry Cv. Selva Under Saline Condition. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 3:118-122.
- 19- Jafari S.R., Manuchehri Kalantari Kh., and Turkzadeh M. 2006. Effects of Paclobutrazol on the enhancement of cold tolerance in tomato seedlings. *Iran biology*, 19:290-298. (in Persian with English abstract)
- 20- Manivannan P., Abdul Jaleel C., Kishorekumar A., and Sankar B. 2008. Protection of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. plants from salt stress by paclobutrazol. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 61 :315–318.
- 21- Mardani M. 2015. The effect of jasmonic acid and paclobutrazol on the growth of almond seedlings under drought stress. Ms.C. thesis. Isfahan University of Technology, Iran.
- 22- Moradi S. 2015. The effect of paclobutrazol on cold hardiness of Rabab pomegranate (*Punica granatum*) seedlings. . Ms.C. thesis. Isfahan University of Technology, Iran.
- 23- Najafian S.H., Rahemi M., and Tavllali, V. 2008. Growth and chemical composition of hybrid GF677 (*Prunus amygdalus* x *Prunus persica*) influenced by salinity levels of irrigation water. *Asian Journal Plant Science*, 1683-1685.

- 24- Percival G.C., and Noviss K. 2008. Triazole induced drought tolerance in horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*). *Tree Physiology*, 28:1685-1692.
- 25- Razavizadeh R., Kazemzadeh M., and Enteshari Sh. 2013. paclobutrazol on some physiological characteristics of rape seedlings under salt stress. *Journal of Crop Physiology*, 19:48-35. (in Persian)
- 26- Rahnemoun H., Shekari F., Dejampour J., and Khorshidi M.B. 2014. Salinity Effects on Some morphological and biochemical changes of almond (*Prunus dulcis* Mill.). *Journal of Crops Improvement*, 179-192. (in Persian)
- 27- Sridharan R., Manivannan P., Murali P., Somasundaram R., and Panneerselvam R. 2009. Response of nonenzymatic antioxidant potential in radish by triazol compound. *Global Journal of Molecular Sciences*, 4:63-67.
- 28- Sorkheh K., Shiran B., Rouhi V., Khodambashi M. and Sofo A. 2012. Salt stress induction of some key antioxidant enzymes and metabolites in eight Iranian wild almond species. *Acta Physiologiae Plantarum*, 34:203–213.
- 29- Sharma D.K., Dubey A.K., Srivastav M., and Singh A.K. 2011. Effect of Putrescine and paclobutrazol on growth, physiochemical parameters, and nutrient acquisition of salt-sensitive citrus rootstock Karna khatta (*Citrus karna Raf.*) under NaCl stress. *Plant Growth Regulation*, 30:301–311.
- 30- Sharma M. K., and Joolka N.K. 2003. Bio-regulators mediated biochemical changes in 'Non Pareil' almond under soil water stress. *Haryana Journal of Horticultural Science*, 32:182–184.
- 31- Shakeri F., Baninasab B., Ghobadi C., and Mobli. M. 2009. Effect of paclobutrazol concentration and application methods on vegetative and reproductive growth of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch. cv. Selva). *Journal of Horticultural Sciences*, 23:18-24. (in Persian with English abstract)
- 32- Srivastav M., Kishor A., Dahuja A., and Sharma R.R. 2010. Effect of paclobutrazol and salinity on ion leakage, proline content and activities of antioxidant enzymes in mango (*Mangifera indica L.*). *Scientia Horticulturae*, 125:785–788.
- 33- Xim O., Kwon Y.W., and Bayer D.E. 1996. Growth responses and allocation of assimilates of rice seedling by paclobutrazol and gibberellin treatment. *Journal of Plant Growth Regulation*, 16:35-41.
- 34- Zhu L.H., Peppel A.V., Li X.Y., and Welander M. 2004. Changes of leaf water potential and endogenous cytokinins in young apple trees treated with or without paclobutrazol under drought conditions. *Scientia Horticulturae*, 99:133–141.



اثرات ضد باکتریایی ترکیبی اسانس کرفس کوهی (*Kelussia odoratissima* Mozaffarian) و کلپوره (*Teucrium polium* L.) با نانوذرات سنتزی نقره علیه باکتری‌های غذا زاد

مجید عزیزی^{۱*} - منصور مشرقی^۲ - فاطمه عروجعلیان^۳ - ناصر شاه طهماسبی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۰۸

چکیده

به منظور بررسی برهم کنش نانوذرات نقره با اسانس‌های گیاهان دارویی کرفس کوهی و کلپوره از نظر اثرات ضدباکتریایی، آزمایشی براساس محاسبه حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) ترکیبی و تعیین شاخص FIC یا غلظت بازدارنده افتراقی و با روش ساده شده checkbox طراحی و به اجرا درآمد. اسانس گیاهان مورد بررسی به روش تقطیر با آب استخراج گردید. در این تحقیق باکتری‌های آلوده کننده مواد غذایی رایج مانند *Staphylococcus aureus*، *Bacillus cereus*، *Listeria monocytogenes*، *Escherichia coli* O157:H7 و *Salmonella enterica* و *Pseudomonas aureogenosa* مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج این تحقیق نشان داد که خاصیت ضدباکتریایی اسانس کلپوره قویتر (MIC بین ۰/۱۶ تا ۱/۲۵ میلی گرم در میلی لیتر) از اسانس کرفس کوهی (MIC بین ۰/۳ تا ۲/۵ میلی گرم در میلی لیتر) بود. خاصیت ضدباکتریایی نانوذرات نقره نیز (MIC بین ۰/۰۶ تا ۰/۲۵ میلی گرم در میلی لیتر) بسیار قابل توجه بود. محاسبه غلظت بازدارنده افتراقی (شاخص FIC) حاکی از وجود اثرات هم افزایی بین نانوذرات نقره و اسانس هر دو گیاه بود که بستگی به نوع پاتوژن مورد بررسی داشت. در نتیجه کاربرد توأم نانوذرات نقره و اسانس این دو گیاه بویژه اسانس کلپوره با غلظت کمتر اسانس خاصیت بازدارندگی قابل توجهی بدست آمد. در هیچکدام از تیمارها برهم کنش آنتاگونیستی بین نانوذرات نقره و اسانس این دو گیاه مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: برهمکنش، سینرژیست، گیاهان دارویی، نانوذرات نقره

مقدمه

از این مواد هم برای جلوگیری از رشد باکتری‌های و کپک‌های آلوده کننده مواد غذایی به منظور افزایش عمر نگهداری غذاهای فرآیند شده در سیستم غذایی استفاده می‌شود (۱ و ۹). نانو تکنولوژی امروزه در بسیاری از علوم جایگاه ویژه‌ای یافته و طی آن با کوچک نمودن اندازه ذرات در حد نانومتر خصوصیات منحصر به فردی بدست می‌آید. این علم در زمینه‌های مختلف از پزشکی و داروسازی گرفته تا فیزیک، شیمی و کشاورزی و بیولوژی روز به روز کاربردهای جدیدی پیدا می‌کند (۴ و ۵). در این میان استفاده از نانوذرات نقره کاربردهای وسیعتری پیدا کرده است (۱۳، ۵، ۳). از جمله این کاربردها اثرات ضد باکتریایی است و بر اساس نتایج بدست آمده (۱۷ و ۲۱) نانوذرات نقره نیز اثرات ضد باکتریایی داشته و کاربرد آن‌ها اخیراً مورد توجه بیشتری قرار گرفته است (۲۴).

کرفس کوهی *Kelussia odoratissima* Mozaffarian از تیره

چتریان بوده و در زبان فارسی "کلوس" نامیده می‌شود. این گیاه چند ساله و بسیار معطر است. این گیاه در ارتفاعات و مناطق برف گیر ناحیه زاگرس مرکزی و با حداقل ارتفاع ۲۵۰۰ متر از سطح دریا و بارش سالیانه حدود ۴۰۰ میلی‌متر که اغلب به صورت برف است،

استفاده نامناسب از آنتی‌بیوتیک‌ها و عدم رعایت غلظت توصیه شده منجر به گسترش مقاومت باکتریایی به آنتی‌بیوتیک‌ها گردیده است (۱۲). این امر نیاز به کشف و استفاده از ترکیبات طبیعی دارای خاصیت ضد میکروبی را دو چندان نموده است. استفاده از گیاهان دارویی بومی هر منطقه در درمان بیماری‌ها و همچنین استفاده از آن‌ها در صنایع غذایی سابقه طولانی دارد. اثرات ضد میکروبی متابولیت‌های ثانویه گیاهی مانند اسانس‌ها مورد بررسی قرار گرفته‌اند (۲۷) و مشخص شده است که اغلب اسانس‌های گیاهی استخراج شده از گیاهان دارای خواص حشره کشی، ضد قارچی، ضد انگل، ضد باکتری، ضد ویروس، آنتی اکسیدانت و سیتوتوکسیک می‌باشند (۱۱).

۱- استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*) نویسنده مسئول: Email: azizi@um.ac.ir

۲- دانشیار گروه زیست شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دکتری نانوبیوتکنولوژی، دانشگاه تهران

۴- دانشیار گروه فیزیک، دانشگاه فردوسی مشهد

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

پیکر رویشی کرفس کوهی از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان و پیکر رویشی کلپوره از دانشکده کشاورزی مشهد تهیه و هر دو نمونه در پژوهشکده علوم گیاهی بررسی به ثبت رسیده و تایید شدند. اسانس گیری به روش تقطیر با آب^۱، توسط دستگاه کلونجر^۲ با استفاده از ۲۵ گرم از نمونه های خرد شده از دو گیاه، بمدت ۳ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه انجام گرفت. اسانس بدست آمده با سولفات سدیم خشک آبگیری و در شیشه‌های تیره در دمای ۴ درجه تا زمان مصرف نگهداری گردیدند.

تهیه نانوذرات نقره

نانوذرات نقره از دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی مشهد تهیه گردید. این نانوذرات به روش سبز^۳ و با استفاده از عصاره آبی گیاه رزماری (*Rosmarinus officinalis*) به نسبت یک به ۱۰ تهیه شده بودند و با دستگاه Particle analyser اندازه ذرات آن‌ها بین ۹۰-۱۰۰ نانومتر تعیین شده بود.

سویه‌های باکتری‌های مورد آزمایش

در این تحقیق با توجه به عوامل مهم مسمومیت‌زای مواد غذایی از هر دو گروه باکتری گرم مثبت و گرم منفی استفاده گردید. از باکتری‌های گرم مثبت شامل *Staphylococcus* (ATCC 25923) و *Bacillus cereus* (ATCC 11778) *aureus* و *Listeria monocytogenes* 19112 و از باکتری‌های گرم منفی *E. coli* O157:H7 (ATCC 700728) و *Salmonella enterica* (ATCC 15442) و *Pseudomonas aeruginosa* از مرکز کلکسیون میکروارگانیسم‌های سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه گردیدند. باکتری‌های مورد نظر از استوک گلیسیرول ۱۵ درصد در دمای ۸۵- درجه سانتی‌گراد خارج و در محیط مایع تریپتیکاز سویا (Merck, Darmstadt, Germany)، در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد احیا شدند. پس از آن باکتری‌ها در محیط تریپتیکاز سویا آگار (Merck, Darmstadt, Germany) برای اثبات خلوص کلنی‌ها کشت شدند.

رویش می‌یابد از عمده ترین رویشگاه‌های طبیعی این گیاه می‌توان به ارتفاعات کوه‌های سه منطقه کوهرنگ، بازفت و دوآب صمصامی در استان چهار محال و بختیاری اشاره کرد (۱۸).

کلپوره (*Teucrium polium* L.) گیاهی معطر از خانواده نعنائیان است که در مناطق فقیر از نظر مواد غذایی و مواد آلی، سواحل سنگلاخی و ماسه زار نواحی مختلف اروپا، مدیترانه، شمال آفریقا و جنوب غربی آسیا از جمله ایران می‌روید. این گونه دارویی به صورت وحشی در بعضی مناطق ایران از جمله خراسان نیز مشاهده می‌شود (۱۸).

اثرات ضد باکتریایی اسانس‌های گیاهان مختلف علیه بسیاری از باکتری‌ها و مورد بررسی قرار گرفته و نقش موثر آن‌ها در کنترل آن‌ها اثبات شده است (۱ و ۹). عروج‌علیان و همکاران (۱۹) اثرات ضد باکتریایی اسانس زیره سیاه و زیره سبز را علیه باکتری‌های مشابه بکار بردند و نشان دادند که اسانس گیاهان خانواده کرفس اثرات ضد باکتریایی متوسط تا قوی دارد. آن‌ها اثرات سینرژیستی را بین این دو اسانس اثبات کردند. اثرات ضد باکتریایی به روش‌های متفاوتی مورد بررسی قرار می‌گیرند که یکی از دقیق‌ترین آن‌ها روش میکرودايلوشن است. با توجه به تاثیر اسانس‌ها بر خواص ارگانولپتیکی مواد غذایی، تعیین دقیق MIC آن‌ها با استفاده از تکنیک میکرودايلوشن و نیز بررسی برهمکنش آن‌ها با نانوذرات نقره به منظور به حداقل رساندن میزان مصرف این مواد در صنایع غذایی و همچنین غلبه بر مقاومت باکتریایی مورد توجه می‌باشد. محققان مختلف بر وجود خاصیت سینرژیستی بین اسانس گیاهان مختلف تاکید نموده‌اند و این خاصیت را اساس استفاده از گیاهان دارویی بصورت مخلوط در طب سنتی می‌دانند (۱۹ و ۳۱). همچنین اخیرا استفاده از اسانس گیاهان دارویی در ترکیب با خصوصیات منحصر بفرد این نانوذرات برای کنترل میکروب‌های مقاوم در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها به عنوان یک روش جدید و نو اثبات شده است (۲۵ و ۲۶). در این تحقیق اثرات ضد باکتریایی اسانس دو گیاه دارویی فوق به همراه نانوذرات نقره علیه برخی باکتری‌های آلوده کننده مواد غذایی رایج مانند *Staphylococcus aureus*، *Bacillus cereus*، *Listeria monocytogenes*، *Escherichia coli* O157H7 و *Salmonella enterica* مورد بررسی قرار گرفت. هدف از انجام این تحقیق تلفیق خصوصیات منحصر بفرد نانوذرات نقره و خصوصیات ضد میکروبی اسانس کرفس کوهی و کلپوره به منظور دستیابی به یک نانوبیوسیستم است که قادر باشد با کمترین میزان اسانس‌های گیاهی بالاترین خاصیت ضدباکتریایی را ایجاد کند.

1- Hydrodistillation

2- Clevenger

۳ - Green synthesis

تعیین خاصیت ضد باکتریایی

سنجش میزان حداقل غلظت بازدارندگی^۱ (MIC) با استفاده از متد میکرودايلوشن^۲

مقادیر حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) بر اساس مقالات منتشر شده (کالمبا و همکاران، ۹؛ تپ و همکاران، ۲۷) تعیین گردید. برای این منظور از سویه های باکتریایی پاتوژن یاد شده یک کشت ۲۴-۲۲ ساعته (کشت شبانه) در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد و در محیط مولر هینتون برات (MHB, Oxoid) تهیه شد. محلول های استوک از اسانس ها و مواد استاندارد ضد میکروب (آنتی بیوتیک کلرامفنیکل) در DMSO^۳ تهیه شدند.

محلول های رقیق تر با استفاده از محیط کشت مولر هینتون برات از ۱۰ میلی گرم در میلی لیتر تا ۰/۱ میلی گرم در میلی لیتر تهیه شدند و ۷۰ میکرو لیتر از آن ها به میکروتیتر پلیت های ۹۶ خانه ای که قبلاً حاوی ۷۰ میکرو لیتر محیط کشت MHB بودند اضافه گردید. سپس ۷۰ میکرو لیتر از سوسپانسیون باکتریایی معادل استاندارد ۰/۵ مک فارلند که حاوی ۱۰^۸ باکتری در هر میلی لیتر^۴ بود، به میکروتیتر پلیت ها اضافه گردید. در مجموع این آزمایش با حجم ۲۱۰ میکرو لیتر در هر چاهک انجام شد. آزمایشات مشابه برای کنترل مثبت (شامل MHB، DMSO و باکتری تحت تیمار) و کنترل استریلیتی یا کنترل منفی (شامل MHB، DMSO و اسانس مورد آزمایش) بود. نمونه ها به مدت ۲۴-۲۲ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد در گرم خانه نگهداری شدند. اولین چاهک بدون کدورت به عنوان حداقل غلظت بازدارنده (MIC)، به صورت mg/ml گزارش شد. تمام آزمایشات حداقل برای سه با تکرار گردید و میانگین داده های بدست آمده، به عنوان نتایج MIC و MBC ارائه گردید (جدول ۱ تا ۳). در این پژوهش از کلرامفنیکل به عنوان ترکیب استاندارد جهت مقایسه نیز استفاده گردید.

سنجش میزان حداقل غلظت کشندگی^۵ (MBC)

حداقل غلظت کشندگی (MBC) اسانس ها با توجه به نتایج MIC تعیین شد. میزان ۵ میکرو لیتر از چاهک هایی که رشد باکتری در آن ها کاملاً متوقف شده بود، به پلیت های حاوی محیط کشت مولر هینتون آگار منتقل شد و به مدت ۲۴-۲۲ ساعت و در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد در گرم خانه نگهداری شدند. غلظت های

که فاقد رشد باکتری بودند، به عنوان مقادیر MBC گزارش شدند (۴).

سنجش غلظت بازدارنده افتراقی^۶ (FIC)

به منظور تعیین برهمکنش اسانس و نانوذرات نقره

با توجه به هدف از تحقیق، فعالیت ضد باکتریایی مخلوط اسانس هر یک از گیاهان مورد نظر بصورت ترکیب با نانوذرات نقره نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. عکس العمل متقابل این دو با استفاده از فرمول (۱) و براساس محاسبه شاخص FIC یا غلظت بازدارنده افتراقی و با روش ساده شده checkboard انجام گرفت (۱۹ و ۲۰). این روش یکی از متداول ترین تکنیک های کاربردی در تعیین برهم کنش دو ماده ضد میکروب در شرایط In vitro می باشد چرا که اصول آزمایش کاملاً قابل درک و محاسبات ریاضی و تفسیر نتایج آن ساده می باشد. برای تعیین بر هم کنش دو اسانس یاد شده (FIC) از فرمول زیر استفاده شد.

$$\text{SumFIC}_{BC} = \frac{\text{MIC}_B \text{ in combination}}{\text{MIC}_B \text{ alone}} + \frac{\text{MIC}_C \text{ in combination}}{\text{MIC}_C \text{ alone}} \quad (1)$$

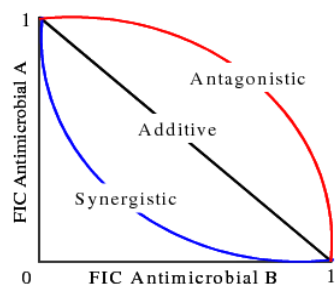
Sum FIC_{BC}: مجموع غلظت بازدارندگی افتراقی اسانس و نانوذرات نقره

B: اسانس؛ C: نانوذرات نقره

MIC_B: حداقل غلظت بازدارندگی اسانس

MIC_C: حداقل غلظت بازدارندگی نانوذرات نقره

FIC_{Index} برای اسانس ها و نانوذرات نقره محاسبه شدند. مقادیر کوچکتر از ۰/۹ نشان دهنده اثرات سینرژیستی، مقادیر مابین ۰/۹ تا ۱/۱ موید اثرات افزایشی^۷ و مقادیر بیشتر از ۱/۱ حاکی از وجود اثرات آنتاگونیستی در نظر گرفته می شود (۱۹ و ۲۲). همچنین با رسم ایزوبولوگرام مربوط به FIC آزمایشات میتوان بر اساس مدل زیر نوع برهمکنش را تعیین نمود.



شکل ۱- ایزوبولوگرام شماتیک تعیین نوع روابط برهمکنشی بین دو فاکتور A و B

Fig 1 Schematic isobologram of interaction between two

۶ - Fractional inhibitory concentration

۵- در برهمکنش افزایشی اثرات بازدارندگی کل برابر مجموع اثرات بازدارندگی کدام از عوامل است و درواقع اثر هر کدام از عوامل با یکدیگر جمع می شوند در حالی که در برهمکنش سینرژیستی اثر بازدارندگی کل بیشتر از مجموع اثرات بازدارندگی هر کدام از عوامل خواهد بود.

۱ - Minimum inhibitory concentration

۲- Microdilution assay

۳- Dimethyle sulfoxide

۴ -108 colony forming units (cfu/ml) (according to MC Farland turbidity standards)

۵ - Minimum bactericidal concentration

نتایج و بحث

خواص ضد باکتریایی اسانس کرفس کوهی

نتایج حاصل از بررسی MIC و MBC (بر حسب mg/ml) اسانس کرفس کوهی علیه باکتری‌های مورد بررسی در این تحقیق در جدول ۱ آورده شده است. همانگونه که از این جدول بر می آید MIC اسانس کرفس کوهی علیه باکتری‌های گرم مثبت شامل *S. aureus*، *B. cereus* و *L. monocytogenes* مابین ۰/۳۱ تا ۱/۲۵ متغیر است. از میان این باکتری‌های گرم مثبت *S. aureus* حساسیت بیشتر و *B. cereus* حساسیت کمتری نشان داد. میزان MBC اسانس کرفس کوهی علیه *B. cereus* و *L. monocytogenes* با میزان MIC برابر بود در حالی که میزان

اسانس کرفس کوهی علیه *B. cereus* برابر ۰/۶۲ بدست آمد. بررسی MIC اسانس کرفس کوهی علیه باکتری‌های گرم منفی مورد بررسی شامل *E. coli* O157H7، *S. enterica* و *P. aeruginosa* نشان داد که مقادیر آن بین ۰/۶۲ تا ۲/۵ متغیر است. همان گونه که از این جدول مشخص است از میان باکتری‌های گرم منفی *S. enterica* حساسیت کمتر داشت و *P. aeruginosa* حساست بیشتری نشان داد. این نتایج همچنین نشان دادند که در باکتری‌های گرم منفی MIC اسانس کرفس کوهی با MBC آن برابر است. در مجموع بر اساس این یافته‌ها MIC اسانس کرفس کوهی علیه باکتری‌های گرم مثبت کوچک‌تر از باکتری‌های گرم منفی بدست آمد (جدول ۱).

جدول ۱- فعالیت ضد باکتریایی (MIC و MBC) اسانس کرفس کوهی و کلپوره به روش میکروداایلوشن

Table 1- Antibacterial activity (MIC & MBC) of *K. odoratissima* Mozaff. and *T. polium* L. essential oils by microdilution Method

پاتوژن Pathogens	واکنش گرم G	نژاد ATCC	کرفس کوهی		کلپوره	
			<i>K. odoratissima</i>		<i>T. polium</i>	
			MIC (mg/ml)	MBC (mg/ml)	MIC (mg/ml)	MBC (mg/ml)
<i>S. aureus</i>	+	ATCC 25923	0.31	0.62	0.16	0.31
<i>B. cereus</i>	+	ATCC 11778	1.25	1.25	0.62	0.62
<i>L. monocytogenes</i>	+	ATCC 19112	0.62	0.62	0.31	0.62
<i>E. coli</i> O157:H7	-	ATCC 700728	1.25	1.25	0.62	0.62
<i>S. enterica</i>	-	ATCC 49416	2.5	2.5	1.25	1.25
<i>P. aeruginosa</i>	-	ATCC 15442	0.62	0.62	0.31	0.62

MIC= حداقل غلظت بازدارندگی، MBC= حداقل غلظت کشندگی

خواص ضد باکتریایی اسانس کلپوره

مقادیر حداقل غلظت بازدارندگی اسانس کلپوره علیه باکتری‌های گرم مثبت مابین ۰/۱۶ تا ۰/۶۲ متغیر بود (جدول ۱). مشابه نتایج حاصل از اسانس کرفس کوهی حساس‌ترین باکتری به اسانس کلپوره *S. aureus* بود. میزان MBC اسانس کلپوره نیز در جدول ۱ آورده شده است. به استثناء *B. cereus* که در آن MIC با MBC برابر بود در *S. aureus* و *L. monocytogenes* میزان MBC دو برابر MIC بدست آمد.

بررسی MIC اسانس کلپوره علیه باکتری‌های گرم منفی نشان داد که مقادیر آن بین ۰/۳۱ تا ۱/۲۵ متغیر است. در این بین MIC مربوط به *P. aeruginosa* برابر ۰/۳۱ بدست آمد در حالی که MIC اسانس کلپوره علیه *E. coli* O157:H7 برابر ۰/۶۲ و *S. enterica* برابر ۱/۲۵ میلی گرم در میلی لیتر مشاهده شد. در مورد اسانس کلپوره نیز باکتری‌های گرم منفی MIC بالاتری داشتند. بررسی MBC اسانس کلپوره نشان داد که MBC مربوط به *P.*

aeruginosa دو برابر MIC آن بدست آمد در حالی که MBC اسانس کلپوره علیه بقیه باکتری‌های گرم منفی برابر MIC آن‌ها بود. مقایسه نتایج اثرات بازدارندگی اسانس کرفس کوهی و کلپوره نشان می‌دهد که در مجموع اسانس کلپوره خاصیت ضد باکتریایی قوی تری نسبت به اسانس کرفس کوهی دارد و در هر دو باکتری‌های گرم مثبت نسبت به باکتری‌های گرم منفی حساس‌تر بودند. بررسی اثرات ضد باکتریایی اسانس گیاهان دیگر از خانواده نعنا مانند آویشن باغی، مرزه، نعنا فلفلی، حاکی از قوی تر بودن اثرات آن‌هاست (۱) در حالی که گاچکار و همکاران (۷) خواص ضد باکتریایی اسانس گیاهان خانواده کرفس را متوسط تا قوی گزارش دادند. عوجعلیان و همکاران (۱۹) نیز خواص ضد باکتریایی زیره سیاه و زیره سبز را بررسی و نشان دادن که بین این دو اسانس خاصیت سینرژیستی وجود دارد.

خواص ضد باکتریایی نانوذرات نقره

نتایج حاصل از بررسی اثرات ضد باکتریایی نانوذرات نقره سنتزی

ATCC باکتری‌های مورد بررسی باشد. از طرف دیگر Rai و همکاران (۲۱) و مارتینز-کاستانون و همکاران (۱۶) نشان دادند که خاصیت ضدباکتریایی نانوذرات وابستگی زیادی به اندازه و شکل ذره دارد. اثرات ضد باکتریایی نانوذرات نقره توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (۱۴ و ۱۷).

اگرچه مکانیسم دقیق اثرات بازدارندگی نانوذرات نقره بر باکتری‌ها هنوز بطور دقیق مشخص نگردیده است ولی مکانیسم‌های احتمالی آن توسط برخی از محققین ارائه شده است (۱۴). در مجموع اعتقاد بر این است که نانوذرات نقره به دیواره سلولی باکتری‌ها متصل شده و منجر به دناتوره شدن پروتئین‌ها و در نهایت مرگ سلولی خواهد شد. نانوذرات نقره همچنین با اکسیژن واکنش داده و با تاثیر بر گروه‌های تیول (S-H) موجود در دیواره سلول باکتری تشکیل R-S-S-R را داده که منجر به توقف تنفس و مرگ سلولی می‌گردد (۱۰).

در این پژوهش حاکی از خاصیت ضد باکتریایی قوی این نانوذرات میباشد (جدول ۲). حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) نانوذرات نقره علیه باکتری‌های گرم مثبت بین ۰/۰۱۲ تا ۰/۰۲۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بدست آمد که نسبت به اسانس‌ها بسیار کمتر است. نتایج این تحقیق با نتایج وی و همکاران (۳۰) مطابقت دارد آن‌ها نیز در تحقیقات خود MIC نانوذرات نقره علیه باکتری *S. aureus* را برابر ۰/۰۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بدست آوردند. حداقل غلظت بازدارندگی نانوذرات نقره علیه باکتری‌های گرم منفی بین ۰/۰۰۶ تا ۰/۰۱۲ بود. در تمام باکتری‌های مورد بررسی MBC دو برابر MIC بدست آمده بود. لذا گواجو و همکاران (۱۳) اثرات ضد باکتریایی محلول کلئیدی نانوذرات نقره را بررسی نمودند آن‌ها MIC محلول کلئیدی نقره علیه باکتری‌های *S. aureus* و *E. coli* را بترتیب ۰/۰۰۴ و ۰/۰۰۳ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بدست آوردند. شاید علت این اختلاف تفاوت در

جدول ۲- فعالیت ضدباکتریایی (MIC و MBC) نانوذرات نقره به روش میکروذیلوشن

Table 2- Antibacterial activity (MIC & MBC) of silver nanoparticles by microdilution method

پاتوژن Pathogens	واکنش گرم G	نژاد ATCC	نانوذرات نقره Ag nanoparticle	
			MIC (mg/ml)	MBC (mg/ml)
<i>S. aureus</i>	+	ATCC 25923	0.025	0.050
<i>B. cereus</i>	+	ATCC 11778	0.025	0.050
<i>L. monocytogenes</i>	+	ATCC 19112	0.012	0.025
<i>E. coli</i> O157:H7	-	ATCC 700728	0.006	0.012
<i>S. enterica</i>	-	ATCC 49416	0.012	0.025
<i>P. aeruginosa</i>	-	ATCC 15442	0.006	0.012

MIC=حداقل غلظت بازدارندگی، MBC=حداقل غلظت کشندگی

نانوذرات نقره توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است. چیفریوک و همکاران (۲) به منظور جلوگیری از تشکیل بیوفیلم و ایجاد مقاومت در قارچ *Candida albicans* و *Candida tropicalis* یک نانوبیوسیستم حاصل از تلفیق اسانس رزماری و نانوذرات نقره را بدست آورد که اثرات بازدارندگی بسیار قابل توجهی داشت. آن‌ها نیز بر کاربرد توام اسانس گیاهان دارویی و نانوذرات نقره تاکید نمودند.

نتایج حاصل از برهمکنش اسانس کلپوره و نانوذرات نقره

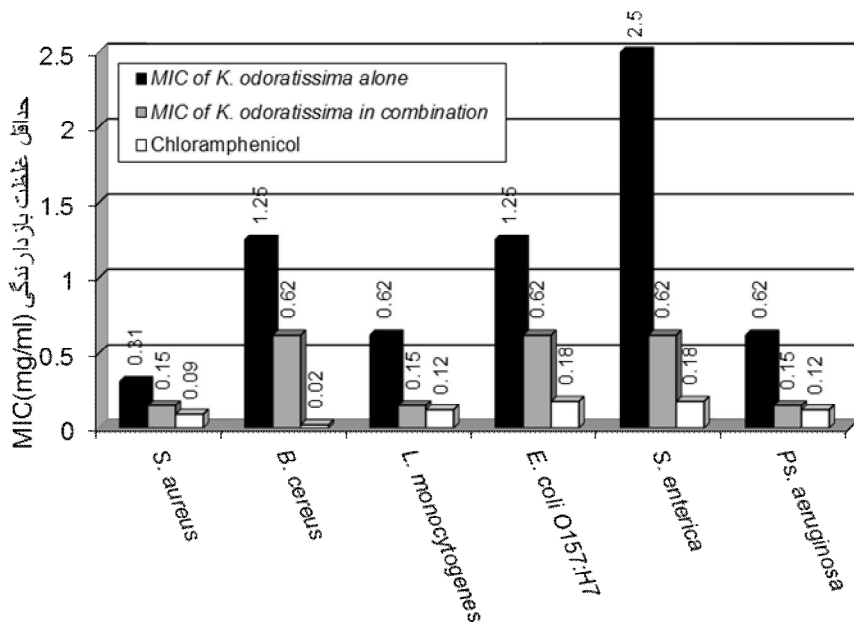
نتایج کاربرد توام اسانس کلپوره و نانوذرات نقره در شکل ۳ آمده است این شکل مقایسه‌ی MIC اسانس کلپوره به تنهایی در ستون اول مربوط به هر پاتوژن و MIC مربوط به کاربرد توام این اسانس در ترکیب با نانوذرات نقره را در ستون‌های دوم مربوط به هر پاتوژن را نشان میدهد. این نتایج مشابه نتایج حاصل از برهمکنش اسانس کرفس کوهی و نانوذرات نقره نشان میدهند که کاربرد توام اسانس کلپوره و نانوذرات نقره بطور چشمگیری MIC را کاهش میدهد. این

نتایج حاصل از برهمکنش اسانس کرفس کوهی و نانوذرات نقره

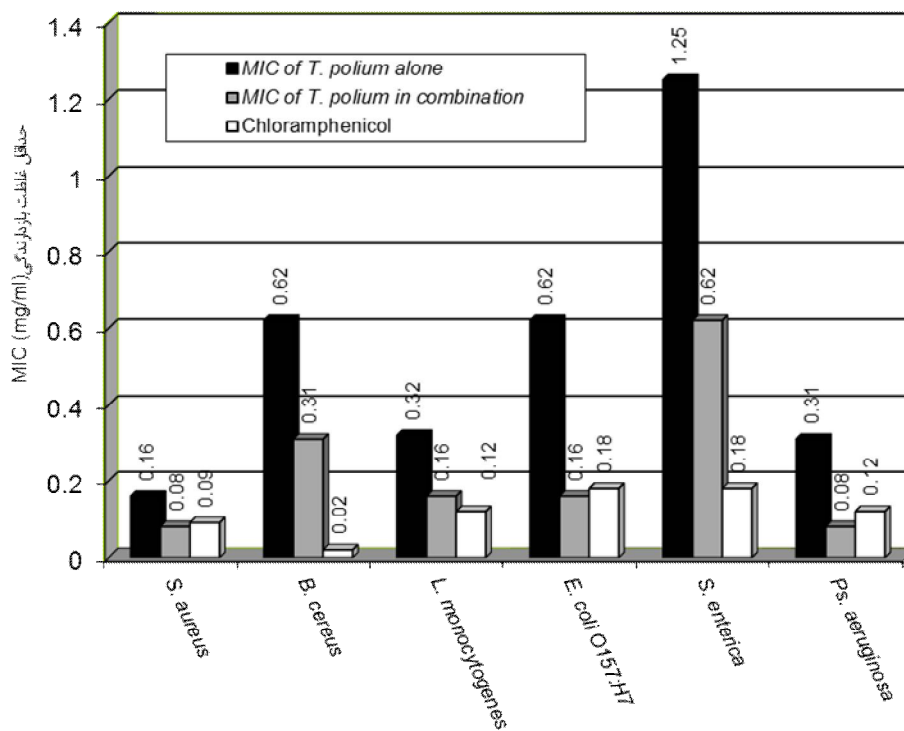
نتایج کاربرد توام اسانس کرفس کوهی و نانوذرات نقره در شکل ۲ آمده است. در این شکل MIC اسانس کرفس کوهی به تنهایی در ستون‌های سمت چپ مربوط به هر پاتوژن و MIC مربوط به کاربرد توام این اسانس در ترکیب با نانوذرات نقره در ستون‌های وسط مربوط به هر پاتوژن آورده شده است. به منظور مقایسه MIC کلرامفنیکل در ستون‌های سمت راست مربوط به هر پاتوژن نیز ارائه گردیده است. این نتایج نشان می‌دهند که استفاده ترکیبی اسانس کرفس کوهی و نانوذرات نقره علیه اغلب پاتوژن‌ها خاصیت ضد باکتریایی بیشتری نسبت به کاربرد انفرادی هر کدام به تنهایی دارد.

فیاض و همکاران (۴) نیز با بررسی برهمکنش نانوذرات نقره با برخی از آنتی بیوتیک‌ها نشان دادند که کاربرد توام نانوذرات نقره و آنتی بیوتیک‌هایی مانند آمپی سیلین خاصیت ضدباکتریایی قوی‌تری خواهد داشت. افزایش خاصیت بازدارندگی اسانس‌ها در اثر کاربرد توام

کاهش در باکتری *S. enterica* و *P. aeruginosa* و *E. coli* که همگی گرم منفی هستند شدید تر از باکتریهای گرم مثبت است. به منظور تعیین نوع برهمکنش ضروری است شاخص FIC یا غلظت بازدارنده افتراقی را بر اساس فرمول ۱ محاسبه نمود.



شکل ۲- مقایسه MIC اسانس کرفس کوهی به تنهایی و در ترکیب با نانو ذرات نقره بر باکتریهای غذا زاد و مقایسه با کلرامفنیکل
Fig 2 MIC comparison of *K. odoratissima* essential oil alone and in combination with SNP on food-borne pathogens and chloramphenicol



شکل ۳- مقایسه MIC اسانس کلپوره به تنهایی و در ترکیب با نانو ذرات نقره بر باکتریهای غذا زاد و مقایسه با کلرامفنیکل

Fig 3 MIC comparison of *T. polium* essential oil alone and in combination with SNP on food-borne pathogens and chloramphenicol

نتایج FIC_{Index} اسانس کرفس کوهی و نانوذرات نقره و تأثیر بر باکتری‌های غذا زاد

به منظور تعیین نوع برهمکنش ضروری است شاخص FIC یا غلظت بازدارنده افتراقی را بر اساس فرمول (۱) محاسبه نمود. در این تحقیق مقادیر غلظت بازدارندگی افتراقی (FIC_i) به روش Modified dilution checkboard (۱۹) تعیین شد و مقادیر FIC بدست آمده برای اسانس کرفس کوهی در جدول ۳ آورده شده است. بررسی FIC_i نشان داد که در باکتری گرم مثبت *L. monocytogenes* و باکتری‌های گرم منفی *S. enterica* و *P. aeruginosa* بین اسانس کرفس کوهی و نانوذرات نقره خاصیت

سینرژیستی (FIC_i < 0.9) وجود دارد. بررسی نمودارهای ایزوبولوگرام مربوط به اسانس کرفس کوهی و نانوذرات نقره (شکل ۴) نیز این حالت را تایید نمود. این در حالی بود که در باکتری های گرم مثبت *S. aureus*, *B. cereus* و باکتری گرم منفی *E. coli* بین اسانس کرفس کوهی و نانوذرات نقره اثر افزایشی (FIC_i < 1/1) مشاهده شد و نمودارهای ایزوبولوگرام (شکل ۴) نیز آنرا تایید نمود. در این آزمایش حالت آنتاگونیستی (FIC_i > 1/1) بین این دو مشاهده نشد. نتایج نشان می‌دهد که در مورد دو باکتری *S. aureus* و *P. aeruginosa* اثرات ترکیبی از تأثیر آنتی بیوتیک کلرامفنیکل نیز بیشتر بودند.

جدول ۳- برهمکنش اسانس کرفس کوهی و نانوذرات نقره

Table 3 Interaction between *Kelussia odoratissima* essential oil with silver nanoparticle

پاتوزن Pathogens	واکنش گرم G	نژاد ATCC	MIC ترکیبی (mg/ml)	FIC کرفس کوهی (mg/ml)	FIC نانوذرات نقره (mg/ml)	شاخص FIC
			MIC in combination		FIC _{SNP}	FIC _i *
			کرفس کوهی Ko	نانوذرات نقره SNP		
<i>S. aureus</i>	+	ATCC 25923	0.15	0.012	0.48	0.96
<i>B. cereus</i>	+	ATCC 11778	0.62	0.012	0.50	1
<i>L. monocytogenes</i>	+	ATCC 19112	0.15	0.003	0.25	0.50
<i>E. coli</i> O157:H7	-	ATCC 700728	0.62	0.003	0.50	1
<i>S. enterica</i>	-	ATCC 49416	0.62	0.006	0.25	0.75
<i>P. aeruginosa</i>	-	ATCC 15442	0.15	0.003	0.24	0.74

Ko: *Kelussia odoratissima*, SNP: Silver Nanoparticles, FIC_i: FIC_{Index}

جدول ۴- برهمکنش اسانس کلپوره و نانوذرات نقره

Table 4 Interaction between *T. polium* essential oil with silver nanoparticles

پاتوزن Pathogens	واکنش گرم G	نژاد ATCC	MIC ترکیبی (mg/ml)	FIC کلپوره (mg/ml)	FIC نانوذرات نقره (mg/ml)	شاخص FIC
			MIC in combination		FIC _{SNP}	FIC _i *
			کلپوره Tp	نانوذرات نقره SNP		
<i>S. aureus</i>	+	ATCC 25923	0.08	0.012	0.50	1
<i>B. cereus</i>	+	ATCC 11778	0.31	0.012	0.50	1
<i>L. monocytogenes</i>	+	ATCC 19112	0.16	0.006	0.50	1
<i>E. coli</i> O157:H7	-	ATCC 700728	0.16	0.0015	0.25	0.50
<i>S. enterica</i>	-	ATCC 49416	0.62	0.003	0.50	0.75
<i>P. aeruginosa</i>	-	ATCC 15442	0.08	0.003	0.25	0.75

FIC_i: FIC_{Index}, FIC_i: Silver Nanoparticles, SNP: *Teucrium polium*, Tp

FIC_i* کمتر از ۰/۹ نشان دهنده اثر سینرژیستی، FIC_i مابین ۰/۹ تا ۱/۱ نشان دهنده اثر افزایشی و FIC_i بیشتر از ۱/۱ نشان دهنده اثر آنتاگونیستی می باشد جذب نوری در طول موج ۶۳۰ nm خوانده شد.

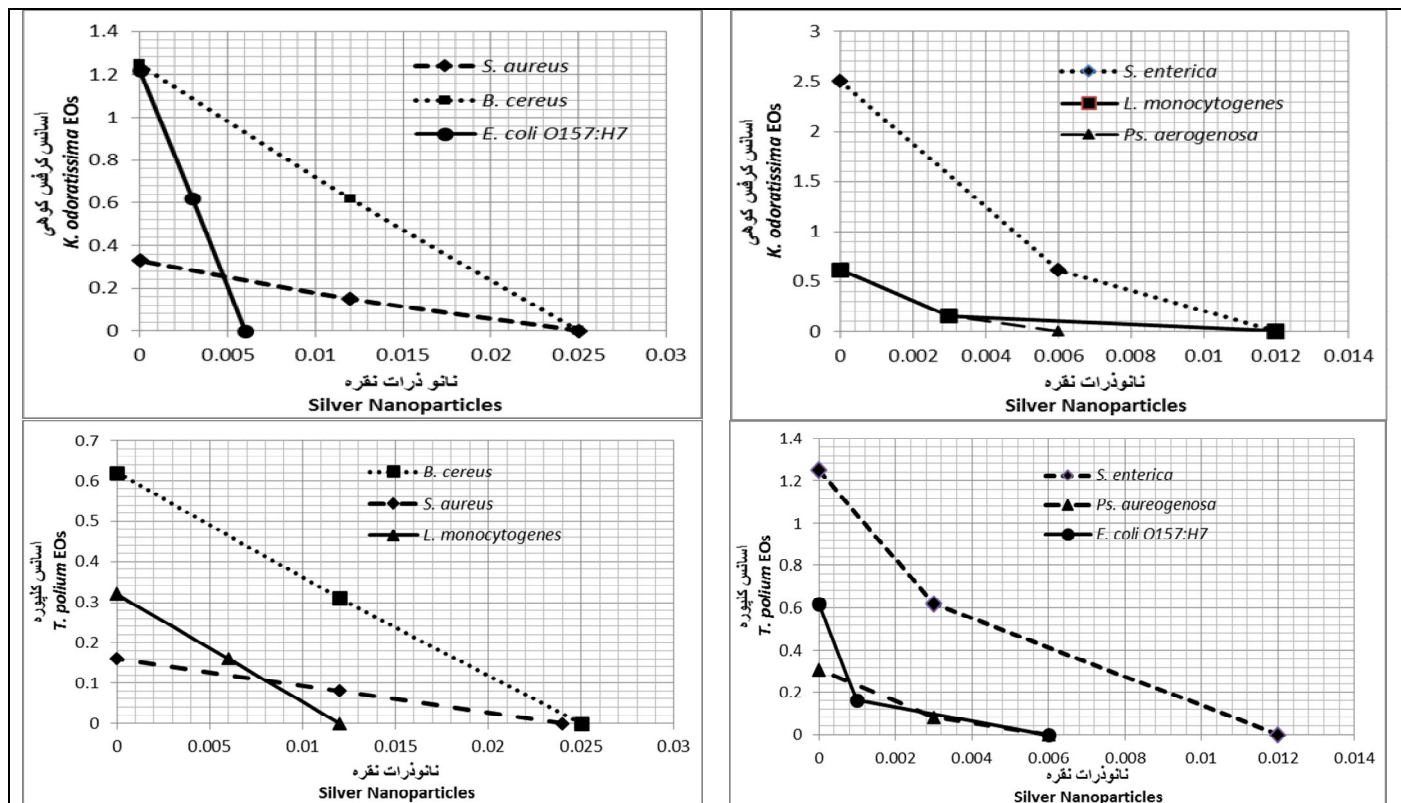
FIC_i < 0.9 means Synergistic interaction, 0.9 < FIC_i < 1 means additive interaction and FIC_i > 1.1 means antagonistic activity

Absorption was measured at 630nm

در باکتری‌های گرم منفی این برهمکنش از نوع سینرژیستی است (FIC₁ < 9/0). بررسی نمودارهای ایزوبولوگرام مربوط به اسانس کلپوره (شکل ۴) نیز این حالت را تایید نمود. در این آزمایش مشابه اسانس کرفس کوهی حالت آنتاگونیستی (FIC₁ > 1/1) بین اسانس کلپوره و نانوذرات نقره مشاهده نشد.

نتایج FIC Index اسانس کلپوره و نانوذرات نقره و تأثیر بر باکتری‌های غذا زاد

مقادیر FIC بدست آمده برای اسانس کلپوره در جدول شماره ۴ آورده شده است. بررسی FIC₁ نشان داد که در تمام باکتری گرم مثبت مورد بررسی در آزمایش برهمکنش بین اسانس کلپوره و نانوذرات نقره بصورت افزایشی (FIC₁ > 0/9) است در حالیکه



شکل ۴- ایزوبولوگرام مربوط به اسانس کرفس کوهی (بالا) و اسانس کلپوره (پایین)

برهمکنش سینرژیستی (شکل سمت راست) برهمکنش افزایشی (شکل سمت چپ)

Fig 4- Isobologram of the *K. odoratissima* (Up) and *T. polium* (down) essential oils Synergistic (Right) and additive (Left) interaction

مستقیم ترکیبات هیدروفوب اسانس‌ها با این فسفولیپید دو لایه‌ای صورت می‌گیرد. این محل جایی است که این ترکیبات اثر خود را بر جای می‌گذارند. این اثر با بصورت افزایش نفوذپذیری یون‌ها و یا نشت ترکیبات حیاتی سلولی رخ می‌دهد و یا اینکه بصورت ناتوانی سیستم آنزیمی باکتریایی بروز می‌کند (۲۳). برخی از محققین ارتباط بین ساختارهای شیمیایی برخی از اجزاء غالب موجود در اسانس‌ها را با فعالیت ضد باکتریایی آن‌ها گزارش نموده‌اند.

بر اساس تحقیقات صورت گرفته باکتری‌های گرم مثبت نسبت به اسانس‌ها حساس‌تر از باکتری‌های گرم منفی هستند (۲۳). بدلیل وجود غشاهای خارجی احاطه کننده دیواره سلولی در باکتری‌های گرم منفی منطقی به نظر می‌رسد که این باکتری‌ها در برابر اثرات ضد باکتریایی اسانس‌ها حساسیت کمتری از خود نشان دهند. این غشاء خارجی انتشار مواد هیدروفوب از میان این لایه پوشاننده لیپیدی ساکاریدی را محدود می‌کند. در باکتری‌های گرم مثبت تماس

brassicicola نشان دادند که مکانیسم تاثیر خواص ضد میکروبی آن‌ها تاثیر بر ساختار DNA/ و همچنین اختلال در کار پروتئین هاست. عوجلیان و همکاران (۱۹) اثرات سینرژیستی بین اسانس زیره سیاه و زیره سبز را گزارش نمودند و اظهار نمودند که مصرف توام چند گیاه دارویی که در نسخه های سنتی مشاهده میشود اثراتی به مراتب بیشتر از مصرف هر گیاه به تنهایی دارد (۱۸). محبویی و همکاران (۱۵) در قارچ‌های *Candida albicans* و *Aspergillus niger* بین اسانس گیاه مورد (*Myrtus communis*) و آمفوتریسین B اثرات سینرژیستی مشاهده نمودند (۱۴). در مجموع می‌توان اظهار نمود که کاربرد توام اسانس‌های گیاهی و نانوذرات نقره روشی جدید است که می‌تواند با مصرف میزان اسانس کمتر، اثرات ضد باکتریایی قوی تری را بدست آورد که از نظر ایجاد مقاوت باکتریایی مطلوب‌تر می‌باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل اجرای طرح پژوهشی شماره ۱۴۹۶۹ است که با حمایت مالی معاون محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا گردید.

فعالیت ضد باکتریایی بیشتر کلپوره نسبت به کرفس کوهی به دلیل زیاد بودن میزان تیمول و گاماترایپین آن است (۶). خاصیت ضد باکتریایی اسانس این گیاه بخوبی گزارش شده است (۶). اگرچه بروز فعالیت ضد باکتریایی اغلب بسیار واضح است ولی مکانیزم عمل آن بطور کامل درک نشده است. شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهند اسانس‌ها اثرات ضد باکتریایی خود را از طریق تغییر ساختار و عمل غشاء سلولی اعمال می‌کنند. بررسیهای صورت گرفته در خصوص مکانیزم عمل اسانس‌ها اثبات نموده است که این ترکیبات نفوذپذیری غشاء را افزایش می‌دهند. اجزای اسانس با نفوذ در غشاء منجر به متورم شدن غشاء گردیده و فعالیت آنرا تحت تاثیر قرار می‌دهند (کاهش می‌دهند) و شرایط را برای نفوذ نانوذرات نقره فراهم نموده و در نهایت منجر به مرگ سلول خواهند شد (۸). اجزای اسانس نیز اثرات ضد باکتریایی متفاوتی دارند، آلتز و همکاران (۲۸) اظهار نمودند که گروه هیدروکسیل موجود در ملکول اجزای اسانس مانند کارواکرول، تیمول، سایمن و متول برای بروز خاصیت ضد باکتریایی آن‌ها بسیار مهم است. ونکر و شوکلا (۲۹) نیز اثرات سینرژیستی بین اسانس و نانوذرات نقره را گزارش نمودند (۲۶). آن‌ها با استفاده از عصاره برگ لیمو موفق به تولید نانو ذرات نقره شدند و با کاربرد آن‌ها بر روی دو قارچ *Fusarium oxysporum* و *Alternaria*

منابع

- 1-Burt S., 2004. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods- a review. International Journal of Food Microbiology, 94: 223-253.
- 2-Chifiriuc C., Grumezescu V., Grumezescu A.M., Saviuc C., Lazăr V., and Andronescu E. 2012. Hybrid magnetite nanoparticles/*Rosmarinus officinalis* essential oil nanobiosystem with antibiofilm activity. Nanoscale Research Letters, 7:209-216.
- 3-Cho K., Park J., Osaka T., and Park S., 2005. The study of antimicrobial activity and preservative effects of nanosilver ingredient, Electrochim Acta, 51: 956-960.
- 4-Fayaz A. M., Balaji K., Girilal M., Yadav R., Kalaichelvan P. Th., and Venketesan R. 2010. Biogenic synthesis of silver nanoparticles and their synergistic effect with antibiotics: a study against gram-positive and gram-negative bacteria. Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine, 6: 103-109.
- 5-Fondevila M. 2010. Potential Use of Silver Nanoparticles as an Additive in Animal Feeding, Silver Nanoparticles, David Pozo Perez (Ed.), ISBN: 978-953-307-028-5, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/silver-nanoparticles/potential-use-of-silver-nanoparticles-as-an-additive-in-animal-feeding>.
- 6-Friedman M., Henika P. R., and Mandrell R. E. (2002). Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella enterica*. Journal of Food Protection, 65, 1545-1560.
- 7-Gachkar L., Yadegari D., Rezaei M. R., Taghizadeh M., Alipoor Astaneh Sh., and Rasooli I., 2007. Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. Food Chemistry, 102, 898-904.
- 8-Holly R. A., and Patel D. (2005). Improvement in shelf life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. Food Chemistry, 22, 273-292.
- 9-Kalemba D., and Kunicka A. 2003. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. Current Medicinal Chemistry, 10: 813-829.
- 10-Kim J. S., E. Kuk et al. 2007. Antimicrobial effects of silver nanoparticles. Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine, 3(1): 95-101.
- 11-Kordali S., Kotan R., Mavi A., Cakir A., Ala A., and Yildirim A., 2005. Determination of the chemical composition and antioxidant activity of the essential oil of *Artemisia dracunculus* and of the antifungal and antibacterial activities

- of Turkish *Artemisia absinthium*, *A. dracunculus*, *Artemisia santonicum*, and *Artemisia spicigera* essential oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53: 9452–9458.
- 12-Kotzé M. and Eloff J. N., 2002. Extraction of antibacterial compound from *Combretum microphyllum* (Combretaceae). *South African Journal of Botany*, 68: 62–67.
- 13-Lkhagvajav N., Yasa I., Çelik E., Koizhaiganova M., and Sari Ö. 2011. Antimicrobial Activity of Colloidal Silver Nanoparticles Prepared by Sol-Gel Methods, *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 6(1): 149 – 154.
- 14-Lok C., 2006. Proteomic analysis of the mode of antibacterial action of silver nanoparticles, *Journal of Proteome Research*, 5: 916–924.
- 15-Mahboubi M., and Ghazian Bidgoli F., (2010). In vitro synergistic efficacy of combination of amphotericin B with *Myrtus communis* essential oil against clinical isolates of *Candida albicans*. *Phytomedicine*, 17(10):771-774.
- 16- Martinez-Castanon G. A. Nino-Martinez N., Martinez-Gutierrez F., Martinez-Mendoza J. R. and Ruiz F. 2008. Synthesis and antibacterial activity of silver nanoparticles with different sizes. *Journal of Nanoparticle Research*, 10:1343–1348.
- 17-Morones J.R., Elechiguerra J.L., Camacho A, Holt K., Kouri J.B., Ramirez J.T., and Yacaman M.J., 2005. The bactericidal effect of silver nanoparticles, *Nanotechnology*, 16: 2346–2353.
- 18-Mozaffarian V. A Dictionary of Iranian Plant Names. Farhange Moaser: Tehran. 2004. p671
- 19-Oroojalian F., Kasra-Kermanshahi R., Azizi M. and Bassami M.R. 2010. Phytochemical composition of the essential oils from three Apiaceae species and their antibacterial effects on food-borne pathogens. *Food Chemistry*, 120:766-770.
- 20-Pillai S.K., Moellering C. and Elipoulos G.M., 2005. Antimicrobial combinations. 365-373, In: V. Lorian, (ed.), *Antibiotic in laboratory medicine*, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 922p.
- 21-Rai M., Yadav A., and Gade A. 2009. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. *Biotechnology Advances*, 27: 76–83.
- 22-Romano C. S., Abadi K., Repetto V., Vojnov A., A. and Moreno S. 2009. Synergistic antioxidant and antibacterial activity of rosemary plus butylated derivatives. *Food Chemistry*, 115: 456-461.
- 23-Sandri I. G., Zacaria J., Fracaro F., Delamare A. P. L., and Echeverrigaray S. (2007). Antimicrobial activity of the essential oils of Brazilian species of the genus *Culina* against foodborne pathogens and spoiling bacteria. *Food Chemistry*, 103, 823–828.
- 24-Sarkar S., Jana A.D., Samanta S.K., and Mostafa G., 2007. Facile synthesis of silver nanoparticles with highly efficient anti-microbial property. *Polyhedron*, 26: 4419–4426.
- 25-Saviuc C., Grumezescu AM., Oprea E., Radulescu V., Dascalu L., Chifiriuc MC., Bucur M., Banu O., and Lazar V. 2011a. Antifungal activity of some vegetal extracts on *Candida* biofilms developed on inert substratum. *Biointerface Research Applied Chemistry*, 1:15-23.
- 26-Saviuc C., Grumezescu AM., Holban A., Bleotu C., Chifiriuc C., Balaure P., and Lazar V. 2011b. Phenotypical studies of raw and nanosystem embedded *Eugenia carryophyllata* buds essential oil antibacterial activity on *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* strains. *Biointerface Research Applied Chemistry*, 1:111-118.
- 27-Tepe B., Donmez E., Unlu M., Candan F., Daferera D., and Vardar-Unlu G., 2004. Antimicrobial and antioxidative activities of the essential oils and methanol extracts of *Salvia cryptantha* (montbret et aucher ex benth.) and *Salvia multicaulis* (vahl). *Food Chemistry*, 84: 519–525.
- 28-Ulte A., Bennik M. H. J., and Moezelaar R. 2002. The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food pathogen *Bacillus cereus*. *Applied and Environmental Microbiology*, 68, 1561–1568.
- 29-Vankar P. S. and Shukla D., 2012. Biosynthesis of silver nanoparticles using lemon leaves extract and its application for antimicrobial finish on fabric. *Applied Nanoscience*, 2:163–168.
- 30-Wei D., Sun W., Qian W., Ye Y., and Mac X. 2009. The synthesis of chitosan-based silver nanoparticles and their antibacterial activity. *Carbohydrate Research*, 344: 2375–2382.
- 31-Zargari A. 1988. *Medicinal Plants* (Vol. 2). Tehran, Iran: Tehran University Publications.



بررسی تنوع مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی توده‌های هندوانه (*Citrullus lanatus* Thunb.) بومی ایران

احمد حاجی علی^{۱*} - بهمن زاهدی^۲ - رضا درویش زاده^۳ - جهانگیر عباسی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۱۲

چکیده

به منظور مطالعه تنوع ژنتیکی هندوانه بومی ایران از نظر صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی، ۱۶ توده هندوانه بومی ایران به همراه ۲ رقم هندوانه اصلاح شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی ساعتلوی ارومیه در سال ۱۳۹۲ مورد ارزیابی قرار گرفت. تعداد ۱۸ صفت شامل طول کوتیلدون، طول میوه، وزن میوه، وزن پوست میوه، ضخامت پوست، ضخامت گوشت، عملکرد، طول بذر، عرض بذر، وزن صد بذر، ویتامین ث میوه، pH میوه، مواد جامد محلول، EC میوه، میزان کلروفیل، میزان فتوستنتز و طول گیاه مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد بین توده‌ها برای کل صفات به جزء صفت ضخامت پوست، ضخامت گوشت، pH میوه و طول گیاه اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد. بیشترین همبستگی فنوتیپی مثبت (۰/۹۶۸) بین دو صفت وزن گوشت و وزن میوه و بیشترین همبستگی فنوتیپی منفی (۰/۸۱۵) بین صفات مواد جامد محلول و طول بذر مشاهده شد. بیشترین همبستگی ژنتیکی مثبت (۰/۹۸۷) بین دو صفت طول میوه و وزن میوه و بیشترین همبستگی ژنتیکی منفی (۰/۹۹۰) بین صفات ضخامت گوشت و فتوستنتز مشاهده شد. بیشترین توارث پذیری (۰/۹۶) مربوط به وزن صد بذر و کمترین توارث پذیری (۰/۰۳) مربوط به pH میوه بود. با استفاده از تجزیه‌ی خوشه‌ای به روش وارد، توده‌های مورد بررسی در ۳ گروه متفاوت قرار گرفتند.

واژگان کلیدی: اصلاح هندوانه، صفات مورفولوژیک، وراثت‌پذیری عمومی، همبستگی ژنتیکی

مقدمه

نام علمی هندوانه *Citrullus vulgaris schard* می‌باشد (۴)؛ ولی در بعضی از کتاب‌ها آن را *C. lanatus thunb* می‌نامند (۴). جنس *Citrullus* دارای گونه‌ی دیگری است به نام *C. Citroides* که به انگلیسی به آن *Citron melon* یا *Preserving melon* می‌گویند (۴). همچنین در بعضی از کتاب‌های سبزیکاری اسم علمی آن را *Citrullus lanatus var. Citroides* ذکر کرده‌اند (۴). هندوانه را بعضی‌ها بومی هندوستان و بعضی دیگر بومی کشورهای آفریقائی می‌دانند (۱۴). بیشترین تنوع آن در غرب آفریقا، چین و مناطقی از هند دیده می‌شود (۱۸). خاورمیانه و کشورهای نزدیک دریای مدیترانه نیز نواحی مناسبی برای پیدا کردن خویشاوندان و اجداد هندوانه می‌باشد (۱۸). برخی از محققان شمال شرق برزیل را به‌عنوان یک مرکز تنوع ژنتیک هندوانه ذکر کرده‌اند (۱۹). ساقه‌ی هندوانه خزنده، نازک و طویل با مقطع پنج ضلعی مدور و کرکدار نازک است. از ساقه‌ی اصلی ساقه‌های فرعی درجه یک منشعب می‌شوند (۱۴). برگ‌های هندوانه قلبی شکل با بریدگی‌های عمیق و به رنگ سبز خاکستری با دمبرگ طویل و بدون گوشوارک است، پهنک برگ سه تا پنج لوپ که هر یک به لوپ‌های کوچک‌تری تقسیم می‌شوند (۱۴).

ارزیابی تنوع ژنتیکی در گیاهان برای برنامه‌های اصلاحی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی از اهمیت زیادی برخوردار است (۵). به‌صورتی که روش متداول اصلاح گیاهان براساس گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب از بین جوامع با تنوع ژنتیکی می‌باشد، بنابراین آگاهی از تنوع، اولین گام برای اصلاح گیاهان می‌باشد (۶). از آنجا که برای هرکار تحقیقاتی ابتدا باید تنوع را مشخص کرد لذا بررسی ارقام موجود و تعیین ویژگی‌های آن‌ها از اولین قدم‌های اساسی برای بررسی‌های مربوط به اصلاح آن است (۲۲). و مسلماً لازمه یک کار اصلاحی وجود ژرپلاسم غنی و وجود تنوع ژنتیکی است (۱). هندوانه متعلق به تیره *Cucurbitaceae* و جنس *Cucurbita* می‌باشد (۱۴).

۱ و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و عضو هیأت علمی گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه لرستان

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

۳- عضو هیأت علمی گروه اصلاح نباتات، دانشگاه ارومیه

۴- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

از صفات مورفولوژیک ۱۶ توده از بانک ژن گیاهی و ۲ رقم هندوانه اصلاح شده (جدول ۱) به نام‌های کریمسون سویت^۱ و چارلستون گری^۲ تهیه و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در خرداد ماه سال ۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعت‌لوی ارومیه واقع در ۳ کیلومتری شهرستان نوشین شهر استان آذربایجان غربی با موقعیت جغرافیایی، عرض $37^{\circ} 44' 0''$ و $45^{\circ} 10' 0''$ و ارتفاع ۱۳۳۸ متر از سطح دریا، مورد مطالعه قرار گرفتند. فاصله پشته‌ها از یکدیگر ۲ متر و فاصله هر بوته از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری بر حسب بافت خاک، فصل رویش و وجود بادهای محلی و موسمی متغیر، بعد از هر ۷ یا ۸ روز انجام شد. تمامی مراقبت‌های زراعی در طول دوره رشد گیاهان از قبیل تنک کردن بوته‌های اضافی، هدایت بوته‌ها روی پشته، وجین دستی علف‌های هرز و کوددهی انجام گرفت تا گیاهان برای بررسی صفات مورفولوژیکی از رشد مطلوبی برخوردار باشند. در زمان رسیدن میوه از هر کرت به صورت تصادفی ۴ میوه انتخاب و بر اساس دستورالعمل موسسه بین‌المللی ذخایر توارثی (IBPGR/IBGRI)، صفات کیفی، درصد مواد جامد (TSS) توسط دستگاه رفاکتومتر، pH توسط دستگاه pH متر، وزن میوه و وزن بذر توسط ترازوی دیجیتالی، طول میوه، عرض میوه و وزن هزار دانه اندازه‌گیری و ثبت گردید. میزان ویتامین ث (میلی گرم در ۱۰۰ گرم) با استفاده از روش یدومتری اندازه‌گیری شد. در این روش پنج میلی‌لیتر از نمونه‌ی مورد نظر را در ارلن ریخته و مقدار ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر و دو میلی‌لیتر چسب نشاسته اضافه شد. سپس با محلول ید 0.01 نرمال تا ظهور رنگ تیره آبی پایدار تیترا شد. چون هر میلی‌لیتر ید 0.01 نرمال معادل 0.088 میلی‌گرم اسید آسکوربیک است. بنابراین مقدار ویتامین ث از فرمول زیر محاسبه شد.

$$g = \frac{I_2 \times 0.088 \times 100}{5ml}$$

میزان EC نیز با استفاده از دستگاه JENWAY مدل ۴۳۱۰ اندازه‌گیری شد و برای تخمین محتوای ازت (N) در بافت گیاهی از روش کلروفیل سنجی با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج مدل Minolta SPAD – 502 استفاده شد. اندازه‌گیری فتوسنتز خالص (Pn) با استفاده از دستگاه HCM-1000 ساخت شرکت آلمان انجام گرفت.

در طول اندازه‌گیری، شدت نور و دمای محفظه‌ی که برگ داخل آن قرار می‌گرفت ثابت و به ترتیب $1500 \mu\text{mol/m}^2\text{s}$ و $30-33$ درجه سانتی‌گراد بود. سطح برگی که داخل محفظه قرار می‌گرفت ۵ سانتی‌متر مربع بود.

ریشه هندوانه رشد عمیقی دارد و در بعضی از خاک‌ها شاید تا عمق یک متری هم برسد (۴). هندوانه مانند تمام کدوئیان جزء گیاهان یک پایه بوده و گل‌های نر و ماده آن به طور جداگانه روی یک بوته قرار دارند. گل‌ها در محور برگ‌ها به صورت انفرادی قرار می‌گیرند (۱۴). زمان گلدهی در تیره کدوئیان در وهله‌ی اول توسط دما و تأثیر آن بر میزان رشد گیاه تعیین می‌شود. همچنین دما عامل اصلی تعیین کننده‌ی زمان شکوفائی گل و مدت زمان باز بودن تک گل‌ها نیز است (۱۹). در سطح جهانی از نظر تولید چین در مقام اول و پس از آن آمریکا، ایران و جمهوری کره در مقام‌های بعدی قرار گرفته است (۳). از نظر سطح زیر کشت، ایران حدود ۱۳۱ هزار هکتار را به خود اختصاص داده است که متوسط تولید آن ۲۷ تن در هکتار است (۱۰). به نظر می‌رسد شناسایی رقم‌های هندوانه و تعیین خلوص ژنتیکی آن‌ها عمده‌تاً به صفات میوه آن ارتباط دارد (۲).

انتخاب خصوصیات مطلوب در گیاهان و بهبود آن‌ها برای صفات مورد نظر مستلزم وجود تنوع ژنتیکی کافی در درون جمعیت و یا بین آن‌ها است و از طرفی، استفاده از تنوع ژنتیکی درون یک جمعیت می‌تواند به عنوان راهکاری مناسب برای مقابله با آسیب‌پذیری ژنتیکی در گیاهان به کار رود. بنابراین، حفظ و یا ایجاد تنوع ژنتیکی برای رفاه حال و آینده‌ی انسان ضروری است (۸). معمولاً تنوع ژنتیکی گیاهان در زمان و مکان تغییر می‌کند. توسعه‌ی تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی به تکامل و سیستم اصلاحی گونه، فاکتورهای اکولوژیکی، جغرافیایی و برخی از فاکتورهای انسانی بستگی دارد (۱۱). تنوع ژنتیکی مقدار تغییرپذیری در میان واریته‌ها و یا گونه‌های یک جمعیت است (۱۳). تغییرات آشکار در توالی‌های DNA، در خصوصیات بیوشیمیایی (در ساختار پروتئین یا خصوصیات ایزوآنزیم‌ها)، در خصوصیات فیزیولوژیکی (مقاومت به تنش‌ها یا سرعت رشد) یا در خصوصیات مورفولوژیکی مانند رنگ گل یا شکل گیاهی می‌توانند بیانگر پراکنش ژنتیکی باشند (۱۳). معمولاً در برنامه‌های اصلاحی کلاسیک شناسایی ارقام بر پایه‌ی خصوصیات مورفولوژیکی برگ، گل و میوه انجام می‌شود. اگرچه، بیشتر ارقام بر پایه‌ی این صفات قابل شناسایی نیستند به ویژه اگر آن‌ها ارتباط نزدیکی با هم داشته باشند. به علاوه شناسایی فنوتیپی بر پایه صفات مورفولوژیکی تحت تأثیر تغییرات محیطی قرار می‌گیرد بنابراین لازم است با انجام آزمایشات تکرار دار تغییرات محیطی را کنترل نمود. هدف از این تحقیق شناخت مورفولوژیک و فیزیولوژیکی توده‌های هندوانه برای شناسائی پتانسیل‌های ژنتیکی موجود در آن‌ها جهت گروه بندی و استفاده اصلاح‌گران در دستیابی به ارقام دارای خصوصیات ویژه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی هندوانه‌های بومی ایران با استفاده

اجزای واریانس، وراثت پذیری عمومی، ضرایب تنوع فنوتیپی، ژنوتیپی و محیطی با استفاده از فرمول های زیر محاسبه می شوند (۵).

$$Vg = \frac{Msg - Mse}{r}$$

$$Ve = Mse$$

$$Vp = Vg + Ve$$

$$Hb = \frac{Vg}{Vp}$$

$$CVp = \frac{\sqrt{Vp}}{x} \times 100$$

$$CVg = \frac{\sqrt{Vg}}{x} \times 100$$

$$CVe = \frac{\sqrt{Ve}}{x} \times 100$$

$$GA = K \times Hb \times \sqrt{Vp}$$

در روابط بالا، MSG واریانس یا میانگین مربعات تیمار، MSE واریانس اشتباه، r تعداد تکرار، V_G و V_E به ترتیب اجزای

واریانس فنوتیپی، ژنوتیپی و محیطی و $\bar{X}$ میانگین کل برای هر صفت می باشد. مقدار نسبی این ضرایب نشانگر مقدار تنوع موجود در جمعیت مورد بررسی می باشد (۵).

همبستگی های ژنتیکی از طریق فرمول زیر محاسبه شدند:

$$r_g = \frac{Cov_{g_{xy}}}{\sqrt{\sigma_{g_x}^2 \sigma_{g_y}^2}}$$

در این فرمول $Cov_{g_{xy}}$ کواریانس ژنتیکی ۲ صفت x و y و $\sigma_{g_x}^2$ واریانس ژنتیکی صفت x و $\sigma_{g_y}^2$ واریانس ژنتیکی صفت y می باشد. کواریانس ژنتیکی ۲ صفت با استفاده از امید ریاضی میانگین حاصلضربها در جدول تجزیه کواریانس ۲ صفت با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$Cov_{g_{xy}} = \frac{MP_g - MP_e}{r}$$

در روابط بالا، MP_g میانگین حاصلضرب تیمار، MP_e میانگین حاصلضرب اشتباه، r تعداد تکرار می باشد.

جدول ۱- نام و کد رقم ها و توده های هندوانه مورد مطالعه

Table 1- The name and code of the accessions studied watermelon

شماره Number	کد توده Code Number	محل جمع آوری Gathering location	شماره Number	محل جمع آوری Gathering location	کد توده Code Number
1	چارلستون گری Charleston Gray	خارجی	1	زنجان Zanjan	TN-93-774
2	کریمسون سویت Crimson Sweet	خارجی	2	خراسان Khorasan	TN-93-805
3	TN-93-800	آذربایجان شرقی East Azerbaijan	3	بوشهر Bushehr	TN-93-756
4	TN-93-791	سمنان Semnan	4	کرمانشاه Kermanshah	TN-93-804
5	TN-93-653	آذربایجان شرقی East Azerbaijan	5	همدان Hamadan	TN-93-817
6	TN-93-816	گیلان Gilan	6	کرمان Kerman	TN-93-678
7	TN-93-814	آذربایجان شرقی East Azerbaijan	7	اصفهان Isfahan	TN-93-809
8	TN-93-779	کرمان Kerman	8	هرمزگان Hormozgan	TN-93-758
9	TN-93-808	اصفهان Isfahan	9	خراسان Khorasan	TN-93-806

توجه به نتایج آزمون نرمال با استفاده از روش مدل خطی عمومی (GLM) در نرم افزار SAS انجام گرفت. ارزیابی و گروه بندی توده ها با استفاده از روش های تجزیه خوشه ای و تجزیه به مولفه های اصلی روی میانگین داده های اصلی پس از استاندارد کردن داده ها به ترتیب

تجزیه داده ها

شناسایی داده های پرت در نرم افزار Minitab 17 و آزمون نرمال بودن توزیع اشتباهات آزمایشی و محاسبه آماره های توصیفی در نرم افزار SAS 9.2 انجام گرفت. تجزیه واریانس برای تمام صفات با

ایشان بین صفات طول میوه، وزن میوه و ضخامت پوست میوه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

در پژوهشی که توسط مکس کولینگ و همکاران (۱۱) بر روی توده‌های بومی نامیبیا به منظور مقایسه ارقام بومی و تجاری صورت گرفت، بین توده‌های مورد بررسی برای صفات وزن میوه و عملکرد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. هندوانه‌های بومی در مقایسه با ارقام اصلاحی، دارای اندازه کوچک‌تر، میزان قند کم، دانه‌ی بزرگ و پوست ضخیم بودند. در این آزمایش، بیشترین میزان عملکرد، وزن میوه و وزن هزار دانه در توده‌های بومی مشاهده شد. و بیشترین ضریب تنوع ژنتیکی مربوط به تعداد میوه و عملکرد بود. بیشترین ضخامت پوست (۳۶/۲۵ میلی‌متر) مربوط به توده‌ی بومی و کمترین ضخامت پوست (۹/۴۵ میلی‌متر) مربوط به رقم اصلاح شده‌ی کریمسون سویت بود. همچنین بیشترین اندازه‌ی برگ، در توده‌ی بومی (NAMI 765) مشاهده شد. در پژوهشی که توسط ناروئی‌راد و همکاران (۱۳) بر روی توده‌های محلی هندوانه سیستان انجام گرفت مشخص شد که بین صفات طول میوه، عرض میوه، ویتامین ث و عملکرد اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد. در تحقیقی که توسط کیانی و جهانبین (۱۰) جهت بررسی تنوع ژنتیکی توده‌های هندوانه بومی ایران در مشهد صورت گرفت مشخص شد که برای صفات طول میوه، عرض میوه، ضخامت پوست، نسبت وزن گوشت به وزن میوه، نسبت وزن پوست به وزن میوه، وزن بذر، طول بذر، قطر بذر و عرض بذر و عملکرد اختلاف معنی‌داری بین توده‌ها وجود دارد، در نتیجه این صفات مشخص کننده‌ی میزان تنوع در میان توده‌های مورد بررسی می‌باشد.

مقایسه میانگین

بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴)، بیشترین طول میوه (۳۹ سانتی‌متر)، وزن میوه (۸/۰۳ کیلوگرم)، وزن گوشت (۴/۳ کیلوگرم)، وزن پوست (۳/۳۶ کیلوگرم) و میزان عملکرد (۲۴۹۲۶ کیلوگرم در هکتار) در رقم چارلستون‌گری مشاهده شد، در حالی‌که توده‌ی ۸۰۸ اصفهان کمترین طول میوه (۲۳/۶۶ سانتی‌متر)، توده‌ی ۸۰۶ خراسان کم‌ترین وزن میوه (۳/۳۳ کیلوگرم) و وزن پوست (۱/۸ کیلوگرم) و توده‌های ۸۰۰ آذربایجان شرقی و ۸۱۷ همدان به ترتیب کمترین میزان وزن گوشت میوه (۱/۵ کیلوگرم) و عملکرد (۱۳۴۴۴ کیلوگرم در هکتار) را نشان دادند. بر اساس جدول مقایسه میانگین، بیشترین طول کوتیلدون (۳/۵۳ سانتی‌متر)، طول بذر (۱۹/۴ میلی‌متر) و عرض بذر (۹/۹ میلی‌متر) در توده‌ی ۷۹۱ سمنان و کمترین طول کوتیلدون (۱/۵۶ سانتی‌متر)، طول بذر (۹/۷۶ میلی‌متر)، عرض بذر (۵/۱ میلی‌متر) در ژنوتیپ کریمسون سویت مشاهده شد.

در نرم‌افزار SPSS 22 و Minitab 17 انجام گرفت. همبستگی فنوتیپی بین صفات توسط نرم افزار SPSS نسخه‌ی ۲۲ محاسبه شد. محاسبه ضریب کوفتتیک توسط نرم افزار NTSYSpc- 2.02 صورت گرفت.

نتایج و بحث

براساس دیسکریپتور هندوانه، نوع پهنک برگ در هندوانه به سه گروه، قوی، متوسط و ضعیف تقسیم‌بندی می‌شود، بر این اساس، ۶۶/۶ درصد از توده‌های مورد بررسی دارای پهنک برگ قوی (۱۲ توده)، ۱۱/۱۱ درصد دارای پهنک برگ متوسط (۲ توده) و ۲۲/۲۲ درصد دارای پهنک برگ ضعیف (۴ توده) بودند. همچنین بر اساس دیسکریپتور هندوانه، ۹۴/۴ درصد توده‌های مورد بررسی دارای طول برگ متوسط (۱۷ توده) و ۵/۵ درصد توده‌ها دارای طول برگ کوچک (۱ توده) بودند. از نظر رنگ برگ، ۵۵/۵ درصد از توده‌ها دارای رنگ برگ سبز مایل به خاکستری (۱۰ توده)، ۲۷/۷ درصد دارای رنگ برگ سبز تیره (۵ توده) و ۱۶/۶۶ درصد دارای رنگ سبز متوسط (۳ توده) بودند. از نظر رنگ غالب بذر، ۶۱/۱ درصد از توده‌ها دارای رنگ بذر سیاه، ۱۶/۶ درصد دارای رنگ کرمی، ۱۶/۶ درصد دارای رنگ قهوه‌ای و ۵/۵ درصد دارای رنگ قرمز بودند. از نظر رنگ مغلوب بذر، ۵۵/۵ درصد از توده‌ها (۱۰ توده) فاقد رنگ مغلوب، ۵/۵ درصد دارای رنگ مغلوب سیاه، ۱۱/۱ درصد دارای رنگ مغلوب کرمی و ۵/۵ درصد دارای رنگ مغلوب قهوه‌ای بود. از نظر رنگ گوشت میوه، ۶۱/۱ درصد از توده‌ها دارای رنگ گوشت قرمز، ۵/۵ درصد دارای رنگ گوشت زرد، ۵/۵ درصد صورتی و ۲۷/۷ درصد دارای رنگ گوشت مخلوط بودند. از نظر شکل میوه، ۱۱/۱ درصد دارای شکل کشیده، ۵۰ درصد گرد، ۲۷/۷ درصد بیضی و ۱۱/۱ درصد دارای شکل بیضی پهن بودند (جدول ۲).

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد که بین توده‌ها و ارقام هندوانه‌ی مورد بررسی، از نظر صفات طول کوتیلدون، طول میوه، وزن میوه، وزن گوشت، عملکرد، طول بذر، عرض بذر، وزن صد بذر، ویتامین ث، مواد جامد محلول و EC اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۱ درصد و در مورد صفات وزن پوست، درصد کلروفیل و میزان فتوسنتز اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد. در حالی‌که بین صفات pH، ضخامت پوست میوه، ضخامت گوشت میوه و طول گیاه در بین توده‌های مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که نشان می‌دهد بین توده‌های مورد بررسی از نظر این صفات تنوعی وجود ندارد.

سزاموسی و همکاران (۲۰) به بررسی خصوصیات مورفولوژیکی ۵۰ توده هندوانه بومی مجارستان و ترکیه اقدام نمودند. در مطالعه

جدول ۲- ویژگی‌های صفات کیفی ۱۸ توده هندوانه
Table 2- Qualitative characteristics of 18 watermelon accessions

رقم cultivar	رنگ مغلوب بذر Secondary seed coat colour	رنگ غلب بذر Predominant seed coat colour	رنگ گوشت Flesh colour	رنگ مغلوب پوست Secondary fruit skin colour	رنگ غلب پوست Predominant fruit skin colour	شکل میوه Fruit shape	ساختار گل Flower structure	کوک Pubes	رنگ برگ Leaf color	نوع پهنک برگ Leaf blade	عادت رشد Growth habit
Charleston Gray	سیاه	قهوه‌ای	قرمز	-	سبز روشن	کندیده	یک پایه	دارد	سبز مایل به خاکستری	قوی	رانر
	Black	Brown	Red		Pale green	Oblong	Monococious	Present	Green grayish	Strong	Runner
Crimson sweet	سیاه	قهوه‌ای	قرمز	سفید	سبز تیره	گرد	یک پایه	دارد	سبز مایل به خاکستری	قوی	رانر
	Black	Brown	Red	White	Dark green	Round	Monococious	Present	Green grayish	Strong	Runner
TN - 93 - 800	-	سیاه	زرد	سبز روشن	سبز تیره	بیضی	یک پایه	دارد	سبز مایل به خاکستری	قوی	رانر
	-	Black	Yellow	Pale green	Dark green	Elliptical	Monococious	Present	Green grayish	Strong	Runner
TN - 93 - 791	-	قرمز	صورتی	سبز تیره	سبز روشن	بیضی	یک پایه	دارد	سبز تیره	متوسط	رانر
	-	Red	Pink	Dark green	Pale green	Elliptical	Monococious	Present	Dark green	Intermediate	Runner
TN - 93 - 653	-	سیاه	مخلوط	سبز روشن	سبز تیره	گرد	یک پایه	دارد	سبز مایل به خاکستری	قوی	رانر
	-	Black	Mixed	Pale green	Dark green	Round	Monococious	Present	Green grayish	Strong	Runner
TN - 93 - 816	-	سیاه	قرمز	-	سبز تیره	گرد	یک پایه	دارد	سبز تیره	ضعیف	رانر
	-	Black	Red		Dark green	Round	Monococious	Present	Dark green	Weak	Runner
TN - 93 - 814	سیاه	کرمی	قرمز	سبز تیره	سبز روشن	بیضی	یک پایه	دارد	سبز تیره	ضعیف	رانر
	Black	Cream	Red	Dark green	Pale green	Elliptical	Monococious	Present	Dark green	Weak	Runner
TN - 93 - 779	-	قهوه‌ای روشن	مخلوط	سبز روشن	سبز روشن	پهن بیضی	یک پایه	دارد	سبز مایل به خاکستری	قوی	رانر
	-		Mixed	Dark green	Pale green	Broad elliptical	Monococious	Present	Green grayish	Strong	Runner
TN - 93 - 808	-	سیاه	قرمز	-	سبز تیره	پهن بیضی	یک پایه	دارد	سبز تیره	قوی	رانر
	-	Black	Red		Dark green	Broad elliptical	Monococious	Present	Dark green	Strong	Runner
TN - 93 - 774	سیاه	کرمی	مخلوط	سبز تیره	سبز روشن	گرد	یک پایه	دارد	سبز متوسط	قوی	رانر
	Black	Cream	Mixed	Dark green	Pale green	Round	Monococious	Present	Medium Green	Strong	Runner
TN - 93 - 805	کرمی	سیاه	قرمز	-	سبز روشن	بیضی	یک پایه	دارد	سبز متوسط	ضعیف	رانر
	Cream	Black	Red		Pale green	Elliptical	Monococious	Present	Medium Green	Weak	Runner
TN - 93 - 756	-	سیاه	قرمز	-	سبز تیره	گرد	یک پایه	دارد	سبز مایل به خاکستری	قوی	رانر
	-	Black	Red		Dark green	Round	Monococious	Present	Green grayish	Strong	Runner
TN - 93 - 804	-	سیاه	قرمز	سبز تیره	سبز روشن	گرد	یک پایه	دارد	سبز تیره	قوی	رانر
	-	Black	Red	Dark green	Pale green	Round	Monococious	Present	Dark green	Strong	Runner
TN - 93 - 817	-	سیاه	قرمز	-	سبز تیره	گرد	یک پایه	دارد	سبز مایل به خاکستری	قوی	رانر
	-	Black	Red		Dark green	Round	Monococious	Present	Green grayish	Strong	Runner
TN - 93 - 678	-	سیاه	مخلوط	سبز روشن	سبز تیره	گرد	یک پایه	دارد	سبز مایل به خاکستری	قوی	رانر
	-	Black	Mixed	Pale green	Dark green	Round	Monococious	Present	Green grayish	Strong	Runner
TN - 93 - 809	کرمی	سیاه	مخلوط	سبز روشن	سبز تیره	بیضی	یک پایه	دارد	سبز مایل به خاکستری	قوی	رانر
	Cream	Black	Mixed	Pale green	Dark green	Elliptical	Monococious	Present	Green grayish	Strong	Runner
TN - 93 - 758	سیاه	کرمی	قرمز	سبز تیره	سبز روشن	کندیده	یک پایه	دارد	سبز مایل به خاکستری	قوی	رانر
	Black	Cream	Red	Dark green	Pale green	Oblong	Monococious	Present	Green grayish	Strong	Runner
TN - 93 - 806	-	سیاه	قرمز	-	سبز تیره	گرد	یک پایه	دارد	سبز متوسط	متوسط	رانر
	-	Black	Red		Dark green	Round	Monococious	Present	Medium Green	Intermediate	Runner
	-	Black	Red		Dark green	Round	Monococious	Present	Green grayish	Weak	Runner

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در توده‌های هندوانه
Table 3- ANOVA of 18 watermelon accession characteristics

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات Mean of square								
		طول کوتیلدون	طول میوه (cm)	وزن میوه (kg)	وزن گوشت (kg)	وزن پوست (kg)	ضخامت پوست (cm)	ضخامت گوشت (cm)	عملکرد (kg/h)	طول بذر (mm)
	d.f	During cotyledons	During fruit	Fruit weight	Flesh weight	Skin weight	Thickness of pericarp	Flesh thickness	Yield	During seed
بلوک Block	19	0.84**	67**	3.6**	1.5**	0.5*	37.5 ^{ns}	27*	34796849**	14.3**
رقم cultivar	17	0.87**	47.6**	4.05**	1.72**	0.58*	38.58 ^{ns}	11.64 ^{ns}	23834070**	15.96**
اشتباه Error	34	0.104	13.68	1.09	0.55	0.27	25.97	11.43	6166595	1.7
ضریب تغییرات C.V		11.96	12.77	22.04	31.12	22.01	25.38	13.19	14.45	9.49

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات Mean of square								
		عرض بذر	وزن صد بذر	ویتامین ث	pH	مواد جامد محلول	EC	کلروفیل	فتوسنتز	طول گیاه
	d.f	Seed width (mm)	Seed weight (g)	Vitamin C		TSS		Chlorophyll	Photosynthesis (μmol/m2s)	Plant length (m)
بلوک Block	19	2.6**	55.1**	0.88**	0.12 ^{ns}	3.4**	213389**	153*	6.4 ^{ns}	0.13 ^{ns}
رقم cultivar	17	2.83**	61.54**	0.84**	0.123 ^{ns}	3.73**	230820**	168.5*	7.17*	0.15 ^{ns}
اشتباه Error	34	0.64	0.79	0.102	0.113	0.64	69094	78.86	3.57	0.117
ضریب تغییرات C.V		9.98	5.65	16.93	6.35	11.68	11.11	14.74	24.75	11.53

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪. غیر معنی‌دار: ns

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively. ns: Non- Significant.

۶۷۸ کرمان، ۶۵۳ آذربایجان شرقی و ۷۵۸ هرمزگان مشاهده شد.

همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی

همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی در جدول ۵ و ۶ آورده شده است. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه همبستگی فنوتیپی (جدول ۵) بین صفات طول بذر و طول کوتیلدون (۰/۸۲۲)، عرض بذر و طول کوتیلدون (۰/۶۹۵)، وزن صد بذر و طول کوتیلدون (۰/۶۶۶)، مواد جامد محلول (۰/۸۱۴)، وزن میوه و طول میوه (۰/۸۴۹)، وزن گوشت و طول میوه (۰/۸۱۰)، وزن پوست و طول میوه (۰/۸۰۶)، میزان عملکرد و طول میوه (۰/۶۴۳)، وزن گوشت و وزن میوه (۰/۹۶۸)، وزن پوست و وزن میوه (۰/۸۹۹)، میزان عملکرد و وزن میوه (۰/۷۵۴)، میزان فتوسنتز و وزن میوه (۰/۵۶۷).

ژنوتیپ کریمسون سویت بیشترین میزان ضخامت گوشت (۲۸/۸۳ سانتی‌متر)، ویتامین ث (۳/۵۳) و مواد جامد محلول (۹/۲۷ درصد) را نشان داد. بیشترین ضخامت پوست (۲۷/۳۳ میلی‌متر) متعلق به توده‌ی ۷۵۸ هرمزگان و بیشترین میزان pH (۵/۶۳) و وزن صد بذر (۲۲/۱ گرم) به ترتیب متعلق به توده‌های ۸۱۷ همدان و ۷۷۴ زنجان بود، در حالی که کمترین میزان ضخامت گوشت (۲۱/۰۳ کیلوگرم)، ویتامین ث (۱/۳۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) و مواد جامد محلول (۵/۱۰ درصد) به ترتیب مربوط به توده‌های ۷۹۱ سمنان، ۸۱۶ گیلان و ۸۰۶ خراسان بود. بر اساس جدول مقایسه میانگین، بیشترین میزان کلروفیل، فتوسنتز خالص و طول گیاه به ترتیب مربوط به توده‌های ۸۰۰ آذربایجان شرقی، چارلستون گری و ۸۰۹ اصفهان بود. کمترین میزان کلروفیل، فتوسنتز خالص و طول گیاه به ترتیب در توده‌های

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در توده‌های هندوانه

Table 4 – Mean comparison of measured traits in watermelon cultivars

توده	طول کوتیلدون	طول میوه	وزن میوه	وزن گوشت	وزن پوست	ضخامت پوست	ضخامت گوشت	عملکرد	طول بذر
Cultivar	During cotyledons (cm)	During fruit (cm)	Fruit weight (Kg)	Flesh weight (Kg)	Skin weight (Kg)	Thickness of pericarp (mm)	Flesh thickness (cm)	Yield Kg/ha	During seed (mm)
Charleston Gray	2.13 ef	39a	8.03a	4.3a	3.36ab	11.4b	27.5a	24926a	11.63de
Crimson sweet	1.56 f	32.33ab	6.33ab	3.66ab	2.86a	14.66ab	28.83a	21111ab	9.76e
TN - 93 - 800	2.3 cdef	27.33b	3.56b	1.5b	2.06a	17.86ab	24.16a	18037abc	12.53cde
TN - 93 - 791	1.53a	30.66ab	4.7b	2.63ab	2.06a	18.86ab	21.03a	18519abc	19.4a
TN - 93 - 653	3.26 abc	29.33ab	4.20b	1.93b	2.26a	21.2ab	24.16a	15778bc	13.43bcde
TN - 93 - 816	2.26 def	30.66ab	4.23	1.96b	2.43a	20.83ab	24.36a	16926bc	12.43cde
TN - 93 - 814	2.9 abcde	28.66ab	4.93ab	2.1ab	2.83a	18.33ab	26a	19593abc	12.6cde
TN - 93 - 779	2.66 abcde	35ab	6.13ab	3.33ab	3.3a	22.66ab	24.6a	18926abc	13.13cde
TN - 93 - 808	3.33ab	23.66b	4.33b	1.93b	2.4a	19.33ab	28.4a	17148bc	15.23bcd
TN - 93 - 774	2.9 abcde	24b	3.9b	1.83b	2.06a	22ab	24a	13778bc	15.9bcd
TN - 93 - 805	3.4 ab	28.33ab	4.2b	1.96b	2.23a	21.5ab	24.2a	13741bc	17.4ab
TN - 93 - 756	2.43 bcdef	26.33b	4.1b	2.06ab	2.03a	24ab	26.16a	17371abc	13.06cde
TN - 93 - 804	2.7 abcde	25.66b	5ab	2.83ab	2.16a	17.66ab	27.33a	16556bc	12.2de
TN - 93 - 817	3.13 abcd	29ab	4.06b	2.2ab	1.86a	21.33ab	26.8	13444c	15.13bcd
TN - 93 - 678	2.16 def	27b	4b	1.93b	2.06a	18ab	27.66a	16148bc	11.18de
TN - 93 - 809	3.06 abcde	27.33b	4.66b	2.53ab	2.13a	23ab	25.23a	16593bc	14.83bcd
TN - 93 - 758	2.13ef	32.66ab	5.76ab	2.93ab	2.83a	27.33a	26.5a	14963bc	12.73cde
TN - 93 - 806	2.7 abcde	24.33b	3.33b	1.53b	1.80a	21.33ab	24.2a	15741bc	16.36abc

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حروف مشترک می باشند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5% probability level- using Tukey's test.

ادامه جدول ۴- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در توده‌های هندوانه

Continue Table 4 – Mean comparison of measured traits in watermelon cultivars

توده	عرض بذر	وزن صد بذر	ویتامین ث	pH	مواد جامد محلول	EC (میکرو زیمنس)	میزان کلروفیل	فتوسنتز خالص	طول گیاه
Cultivar	Seed width (mm)	Seed weight (g)	Vitamin C		TSS (%)		Chlorophyll (%)	Photosynthesis (μmol/m2s)	Plant length (m)
Charleston Gray	7.5ab	12.46hgj	1.966bc	4.78a	8.03ab	1896c	52.72ab	10.74a	3.08a
Crimson sweet	5.1c	4.58j	3.533a	5.28a	9.27a	2017bc	61.57ab	10.75a	3.05a
TN - 93 - 800	8.4ab	17.76dc	2.066bc	5.28a	7.83abc	2366.7abc	75.18a	7.27a	2.83a
TN - 93 - 791	9.9ab	19.72abc	2.303bc	5.3a	5.62bcde	2956.7a	63.8ab	8.29a	2.80a
TN - 93 - 653	8.2ab	15.38def	2.120bc	5.17a	6bcde	2821.7ab	49.76ab	5.4a	3.19a
TN - 93 - 816	7.8ab	12.42hgi	1.35c	5.24a	7.46abcde	2352.7abc	57.1ab	7.78a	2.45a
TN - 93 - 814	7.2bc	14.07efg	1.766bc	5.34a	6.69bcde	2286.7abc	62.03ab	8.63a	2.96a
TN - 93 - 779	8ab	10.5i	1.396bc	5.07a	6.26bcde	2277abc	59ab	7.3a	3.14a
TN - 93 - 808	8.4ab	20.88ab	1.760bc	5.4a	6.84abcde	2292.3abc	51.29ab	6.53a	2.89a
TN - 93 - 774	8.1ab	22.1a	1.4bc	5.1a	7.2abcde	2105.3bc	64.23ab	6.38a	3.09a
TN - 93 - 805	8.5ab	19.76abc	2.346b	5.35a	5.47cde	2277.3abc	62.33ab	5.49a	3.25a
TN - 93 - 756	7.9ab	13.31fgh	1.77bc	5.48a	7.23abcde	2580abc	66.46ab	7.39a	2.99a
TN - 93 - 804	7.3bc	11.29hi	2.35b	5.32a	7.4abcde	2283.3abc	66.96ab	7.95a	2.72a
TN - 93 - 817	8.5ab	17.04cde	1.433bc	5.63a	6.56bcde	2192.3abc	69.66ab	5.75a	2.98a
TN - 93 - 678	7.3bc	13.83fgh	1.616bc	5.63a	7.6abcd	2773.3ab	46.28b	8.42a	2.68a
TN - 93 - 809	8.5ab	20.56ab	1.666bc	5.44a	5.21de	2304abc	53.57ab	7.15a	3.30a
TN - 93 - 758	8.5ab	19.03bc	1.85bc	5.42a	7.89abc	2225abc	57.66ab	7.01a	2.74a
TN - 93 - 806	8.9ab	18.16bc	1.396bc	5.18a	5.1e	2568.3abc	64.42ab	9.17a	3.15a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حروف مشترک می باشند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5% probability level- using

Tukey's test.

همبستگی‌های فنوتیپی، بین صفات طول بذر و وزن صد بذر مشاهده شد. جای که همبستگی فنوتیپی (جدول ۵) بین آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (۰/۷۰۸) اما برآورد همبستگی ژنتیکی (جدول ۶)، وجود ارتباط بین آن‌ها را رد نمود.

توارث‌پذیری

بر اساس نتایج حاصل از توارث‌پذیری (جدول ۷)، در صفات طول کوتیلدون، طول میوه، وزن میوه، وزن گوشت، وزن پوست، ضخامت پوست، ضخامت گوشت، عملکرد، طول بذر، عرض بذر، وزن صد بذر، pH، درصد مواد جامد محلول، ویتامین ث، EC، میزان کلروفیل، فتوستتز خالص و طول گیاه ضریب تنوع فنوتیپی از ضریب تنوع ژنتیکی بیشتر بود که نشان دهنده تأثیر عوامل محیطی بر صفات مورد بررسی بود. نسبت تنوع ژنوتیپی به محیطی در همه صفات به جز صفت وزن صد بذر پایین بود. از ضرائب تنوع ژنتیکی، محیطی و فنوتیپی (جدول ۷) برای تعیین وجود یا عدم وجود تنوع استفاده می‌شود. مقایسه این ضرائب تأثیر عوامل محیطی را بر روی صفت مورد نظر نشان می‌دهد (۱۰). هر چقدر اختلاف مقدار ضریب تغییرات ژنوتیپی از ضریب تغییرات فنوتیپی کمتر باشد، نشان می‌دهد که اثر محیط بر روی ویژگی کم است و لذا انتخاب برای اصلاح چنین ویژگی مناسب است و هر چقدر ضریب تغییرات فنوتیپی بزرگتر از ضریب تغییرات ژنوتیپی باشد، نشان دهنده تأثیر کم ژنوتیپ نسبت به اثرات محیط در تنوع مشاهده شده است. هر چه نسبت تنوع ژنوتیپی به محیطی زیاد باشد، بازده انتخاب بیشتر بوده و بهتر می‌توان ژنوتیپ‌های مطلوب را از نامطلوب انتخاب کرد (۱۰). مطابق با نظریه استنسفیلد (۱۷) چنانچه توارث‌پذیری صفتی بیشتر از ۰/۵ باشد، صفت دارای توارث‌پذیری بالا، چنانچه توارث‌پذیری عمومی صفتی بین ۰/۲ تا ۰/۵ باشد، صفت دارای توارث‌پذیری متوسط و چنانچه توارث‌پذیری صفت مورد نظر کمتر از ۰/۲ باشد، صفت دارای توارث‌پذیری پایین می‌باشد (۱۳). طبق این نظریه صفات طول کوتیلدون، طول بذر، عرض بذر، وزن صد بذر و درصد مواد جامد محلول، ویتامین ث دارای توارث‌پذیری بالا و صفات طول میوه، وزن میوه، وزن گوشت، وزن پوست، عملکرد، EC، میزان کلروفیل و فتوستتز خالص دارای توارث‌پذیری متوسط و صفات ضخامت پوست، ضخامت گوشت، pH و طول گیاه دارای توارث‌پذیری پایین بودند. میزان بازده ژنتیکی اندازه‌گیری شده با شدت انتخاب ۲، ۵ و ۱۰ درصد نشان می‌دهد که عملکرد و میزان EC بیشترین بازده ژنتیکی را داشته و صفات وزن گوشت، ضخامت گوشت، pH و طول گیاه کمترین بازده ژنتیکی را دارند.

وزن پوست و وزن گوشت میوه (۰/۷۸۰)، میزان عملکرد و وزن گوشت (۰/۶۹۴)، میزان فتوستتز و وزن گوشت (۰/۵۷۱)، عرض بذر و ضخامت پوست (۰/۴۷۸)، مواد جامد محلول و ضخامت گوشت (۰/۶۱۴)، عرض بذر و طول بذر (۰/۸۳۳)، میزان فتوستتز و عملکرد (۰/۷۹۲)، وزن صد بذر و طول بذر (۰/۷۰۸) و وزن صد بذر و عرض بذر (۰/۸۰۴) همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. بر اساس جدول همبستگی فنوتیپی، بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین صفات وزن گوشت و وزن میوه (۰/۹۶۸) و کمترین همبستگی منفی و معنی‌دار بین صفات مواد جامد محلول و طول بذر (۰/۸۱۵-) مشاهده شد. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه همبستگی ژنتیکی (جدول ۶)، بین صفت طول میوه با صفات وزن میوه (۰/۹۸۷)، وزن گوشت (۰/۹۵۰)، وزن پوست (۰/۸۸۱)، عملکرد (۰/۸۲۱) و میزان فتوستتز (۰/۷۸۶) همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد. همچنین بین صفات وزن میوه با صفات وزن گوشت (۰/۹۶۵)، وزن پوست (۰/۸۳۳)، ضخامت گوشت (۰/۹۸۲)، عملکرد (۰/۹۰۳) و میزان فتوستتز (۰/۷۹۴) همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. بیشترین همبستگی ژنتیکی بین صفات طول میوه و وزن میوه (۰/۹۸۷) و بیشترین همبستگی ژنتیکی منفی بین صفات ضخامت گوشت و میزان فتوستتز (۰/۹۹۰-) مشاهده گردید.

در ۷۳ مورد قدرمطلق ارزش همبستگی ژنتیکی محاسبه شده بزرگتر از همبستگی فنوتیپی مربوطه بود و در ۸۲ مورد نیز مقدار همبستگی ژنتیکی از همبستگی فنوتیپی مربوطه کوچک‌تر بود. ساراوگی و همکاران (۱۹۹۷) علت مشاهده چنین نتایجی را به اثرات محیطی نسبت می‌دهند (۲۰). همبستگی فنوتیپی بین صفات مواد جامد محلول و وزن میوه (۰/۴۳۵) معنی‌دار نبود در حالی که همبستگی ژنتیکی بین آن‌ها در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار بود (۰/۵۷۵). روند مشابهی نیز در مورد همبستگی صفات طول کوتیلدون و طول میوه ($r_p = 0/391$; $r_g = -0/547^*$)، میزان کلروفیل و وزن میوه ($r_p = -0/280$; $r_g = -0/572^*$) و طول کوتیلدون و وزن گوشت ($r_p = -0/41$; $r_g = -0/610^*$) مشاهده شد. دلیل چنین نتایجی اثرات محیطی است، که سبب می‌شود همبستگی‌های فنوتیپی با ارباب برآورد گردند. در مقابل همبستگی فنوتیپی بین صفات طول بذر و وزن صد بذر (۰/۷۰۸) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵) اما برآورد همبستگی ژنتیکی (جدول ۶)، وجود ارتباط بین آن‌ها را رد نمود. می‌توان چنین پنداشت که در موارد فوق، به لحاظ آماری، اشتباه نوع II اتفاق افتاده است (پذیرفتن فرض صفر غلط). این نتایج اهمیت محاسبه همبستگی ژنتیکی و عدم اکتفا به همبستگی فنوتیپی را آشکار می‌سازد. نوع دیگری از اشتباه آماری (اشتباه نوع I یا رد کردن فرض صفر صحیح) در برآورد

جدول ۵ - همبستگی زنتیکی بین صفات توده‌های هندوانه
Table 5 - Genetical correlations between watermelon accession characteristics

صفت	طول میوه During fruit	وزن میوه Fruit weight	وزن گوشت Flesh weight	وزن پوست Skin weight	ضخامت پوست Thickness of pericarp	ضخامت گوشت Flesh thickness	عملکرد Yield	ویتامین C Vitamin C	pH	مواد جامد محلول TSS	Ec	میزان کلروفیل Chlorophyll	طول کوتیلدون During cotyledons	فوتوسنتز Photosynthesis	طول گیاه Plant length	طول بذور During seed	عرض بذور Seed width	وزن بذور Seed weight
طول میوه	1																	
وزن میوه	0.987**	1																
وزن گوشت	0.950**	0.965**	1															
وزن پوست	0.881**	0.823**	0.964**	1														
ضخامت پوست	-0.144	-0.988**	-0.771**	-0.670**	1													
ضخامت گوشت	0.218	0.982**	0.874**	0.767**	0.330	1												
عملکرد	0.821**	0.903**	0.882**	0.765**	-0.916**	0.963**	1											
ویتامین C	0.204	0.464	0.607*	0.299	-0.929**	0.610*	0.456	1										
Ph	-0.558*	-0.503*	-0.252	-0.790**	0.748**	0.777**	-0.842**	0.436	1									
TSS	0.437	0.575*	0.584*	0.628*	-0.720**	0.917**	0.492	0.440	-0.377	1								
Ec	-0.398	-0.662**	-0.571*	-0.878**	0.375	-0.348	-0.378	-0.196	0.984**	-0.647*	1							
میزان کلروفیل	-0.125	-0.572*	-0.473	-0.789**	-0.088	-0.502*	-0.297	0.140	0.555*	0.054	-0.372	1						
طول کوتیلدون	-0.547*	-0.614*	-0.610*	-0.784*	0.310	-0.852**	-0.628*	-0.288	0.140	-0.967**	0.492	-0.062	1					
فوتوسنتز	0.786**	0.794**	0.679**	0.888**	-0.990**	0.679**	0.967**	0.530*	-0.916*	0.763**	-0.563*	0.147	-0.994**	1				
طول گیاه	-0.195	-0.088	0.058	-0.323	-0.344	0.680**	-0.168	0.231	-0.706**	-0.976**	-0.282	-0.222	0.671**	0.010	1			
طول بذور	-0.415	-0.526*	-0.474	-0.729**	0.589*	-0.969**	-0.503*	-0.249	0.866*	-0.950**	0.607*	0.276	0.946**	-0.578*	0.011	1		
عرض بذور	-0.350	-0.593*	-0.624*	-0.749**	0.988**	0.081	-0.574*	-0.669**	0.994**	-0.872**	0.655**	0.268	0.837**	-0.869**	-0.578*	0.898**	1	
وزن صد دانه	-0.600*	-0.585*	-0.658**	-0.642*	0.821**	-0.942**	-0.667**	-0.488	0.765**	-0.633*	0.260	0.09	0.716**	-0.843**	-0.869**	0.363	0.905**	1

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد.
* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول ۶- همبستگی فنوتیپی بین صفات توده‌های هندوانه
Table 6 - Phenotypic correlations between watermelon accessions characteristics

صفت	طول میوه During fruit	وزن میوه Fruit weight	وزن گوشت Flesh weight	وزن پوست Skin weight	ضخامت پوست Thickness of pericarp	ضخامت گوشت Flesh thickness	عملکرد Yield	ویتامین C Vitamin C	pH	مواد جامد محلول TSS	EC	میزان کلروفیل Chlorophyll	طول کوبیدن During cotyledons	فتوسنتز Photosynthesis	طول گیاه Plant length	طول بذر During seed	عرض بذر Seed width	وزن صد بذر Seed weight
طول میوه	1																	
وزن میوه	0.849**	1																
وزن گوشت	0.810**	0.968**	1															
وزن پوست	0.806**	0.899**	0.780**	1														
ضخامت پوست	-0.305	-0.441	-0.419	-0.354	1													
ضخامت گوشت	0.077	0.384	0.365	0.354	-0.327	1												
عملکرد	0.643**	0.754**	0.694**	0.717**	-0.726**	0.259	1											
ویتامین C	0.212	0.351	0.417	0.237	-0.464	0.238	0.359	1										
pH	-0.495*	-0.534*	-0.452	-0.553*	0.397	0.213	-0.563*	-0.051	1									
مواد جامد محلول	0.317	0.435	0.408	0.452	-0.415	0.614**	0.416	0.401	-0.077	1								
EC	-0.322	-0.543*	-0.494*	-0.545*	0.243	-0.510*	-0.273	-0.111	0.329	-0.462	1							
میزان کلروفیل	-0.211	-0.280	-0.206	-0.343	0.074	-0.276	-0.163	0.103	0.078	0.032	-0.143	1						
طول کوبیدن	-0.391	-0.42	-0.41	-0.423	0.282	-0.502*	-0.447	0.250	0.140	0.814**	0.375	0.013	1					
فتوسنتز	0.417	0.567*	0.571*	0.467	-0.677**	0.312	0.792**	0.375	-0.373	0.443	-0.230	-0.068	-0.640**	1				
طول گیاه	0.012	0.099	0.108	0.034	0.069	-0.107	0.002	0.088	-0.273	-0.470*	-0.174	-0.028	0.331	-0.127	1			
طول بذر	-0.312	-0.424	-0.371	-0.505*	0.321	-0.652**	-0.418	-0.208	0.143	-0.815**	0.443	0.155	-0.822**	-0.402	0.241	1		
عرض بذر	-0.225	-0.421	-0.416	-0.462	0.478*	-0.695**	-0.429	-0.520*	0.075	-0.726**	0.468	0.119	0.695**	-0.524*	0.059	0.833**	1	
وزن صد بذر	-0.496*	-0.510*	-0.552*	-0.485*	0.459	-0.455	-0.563*	-0.449	0.182	-0.578*	0.205	0.042	0.666	-0.548*	0.170	0.708**	0.804**	1

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد.
* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول ۷- مقادیر توارث پذیری عمومی، ضریب تغییرات فنوتیپی، ضریب تغییرات ژنوتیپی، ضریب تغییرات محیطی و سود ژنتیکی در صفات مورد بررسی توده‌های هندوانه

Table 7- General heritability, coefficients of phenotypic, genotypic and environmental variations and genetic profits of watermelon accession characteristics

صفت		V _G	V _E	V _{ph}	h ²	CV _G	CV _E	CV _{ph}	CV _G /CV _E	G _A (K=2%)	G _A (K=5%)	G _A (K=10%)
طول کوتیلدون	During cotyledons	0.255	0.104	0.359	0.711	18.71	11.94	22.2	1.56	1.03	0.87	0.75
طول میوه	During fruit	11.3	13.68	24.98	0.45	11.44	12.69	17.08	0.901	5.351	4.555	3.892
وزن میوه	Fruit weight	0.986	1.09	2.07	0.47	20.89	22.04	30.37	0.947	1.652	1.406	1.201
وزن گوشت	Flesh weight	0.39	0.55	0.94	0.41	26.02	30.90	40.40	0.842	0.973	0.829	0.708
وزن پوست	Skin weight	0.103	0.27	0.373	0.28	136.04	219.9	258.58	0.618	4.093	3.484	2.976
ضخامت پوست	Thickness of pericarp	4.20	25.97	30.17	0.13	10.21	1.85	27.36	0.402	1.85	1.57	1.34
ضخامت گوشت	Flesh thickness	0.07	11.4	11.5	0.006	1.03	0.05	13.23	0.078	0.05	0.043	0.036
عملکرد	Yield	5889158	6166595	12055753	0.48	14.12	4104	20.2	0.977	4104	3494	2985
طول بذر	During seed	4.75	1.7	6.45	0.74	15.85	9.49	18.48	1.669	4.527	3.853	3.292
عرض بذر	Seed width	0.73	0.64	1.37	0.53	10.64	9.99	14.60	1.065	1.508	1.283	1.096
وزن صد بذر	Seed weight	20.25	0.79	21.04	0.96	28.57	5.66	29.12	5.047	10.682	9.093	7.769
ویتامین C	Vitamin C	0.246	0.102	0.348	0.70	26.18	16.86	31.1	1.55	1	0.859	0.724
pH مواد جامد محلول		0.003	0.113	0.116	0.03	1.03	6.34	6.42	0.162	0.021	0.0118	0.016
EC	TSS	1.03	0.64	1.67	0.62	14.77	11.68	18.83	1.264	1.927	1.640	1.401
میزان کلروفیل	Chlorophyll	53908	69094	123002	0.43	9.81	11.11	14.82	0.883	371	316	270
فتوسنتز خالص	Photosynthesis	29.88	78.86	108	0.27	9.07	14.74	17.31	0.616	6.93	5.90	5.04
طول گیاه	Plant length	1.2	3.57	4.77	0.25	14.31	24.68	28.5	0.58	1.33	1.13	0.967
		0.011	0.117	0.128	0.08	3.54	11.55	12	0.307	0.07	0.063	0.054

تجزیه خوشه‌ای

محققین جهت انتخاب بهترین والدین در هر تلاقی در پی ارقام یا ژنوتیپ‌هایی هستند که از هم دور باشند که این امر می‌تواند از طریق بررسی فاصله بین ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مورفولوژیک با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای بدست آید. مکس کولینک (۱۱) نشان داد که صفات مورفولوژیکی برای تشخیص ژنوتیپ‌های هندوانه مناسب می‌باشند و تجزیه آن‌ها روش مطمئنی برای تشخیص الگوی تنوع در بین مواد ژنتیکی هندوانه است. نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای در شکل ۱ نشان داده شده است. براساس نتایج تجزیه خوشه‌ای (شکل ۱) توده‌های ۸۰۵ خراسان، ۸۰۹ اصفهان، ۶۵۳

آذربایجان شرقی، ۸۰۸ اصفهان، ۸۱۷ همدان، ۷۷۴ زنجان، ۸۰۶ خراسان، ۷۹۱ سمنان در گروه اول، توده‌های ۷۷۹ کرمان، ۷۵۸ هرمزگان، ۸۱۶ گیلان، ۶۷۸ کرمان، ۸۱۴ آذربایجان شرقی، ۸۰۴ کرمانشاه، ۸۰۰ آذربایجان شرقی و ۷۵۶ بوشهر در گروه دوم و ژنوتیپ‌های چارلستون‌گری و کریمسون سویت در گروه سوم قرار گرفتند. ضریب کوفتتیک برای روش وارد، 0.848^{**} برآورد شد که در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. این نتیجه نشان داد که دندروگرام به دست آمده از روش وارد تصویر قابل قبولی از فواصل حقیقی موجود بین ژنوتیپ‌ها ارائه می‌دهد. با توجه به این که افراد هر گروه دارای کمترین فاصله ژنتیکی می‌باشند، بنابراین در برنامه‌های

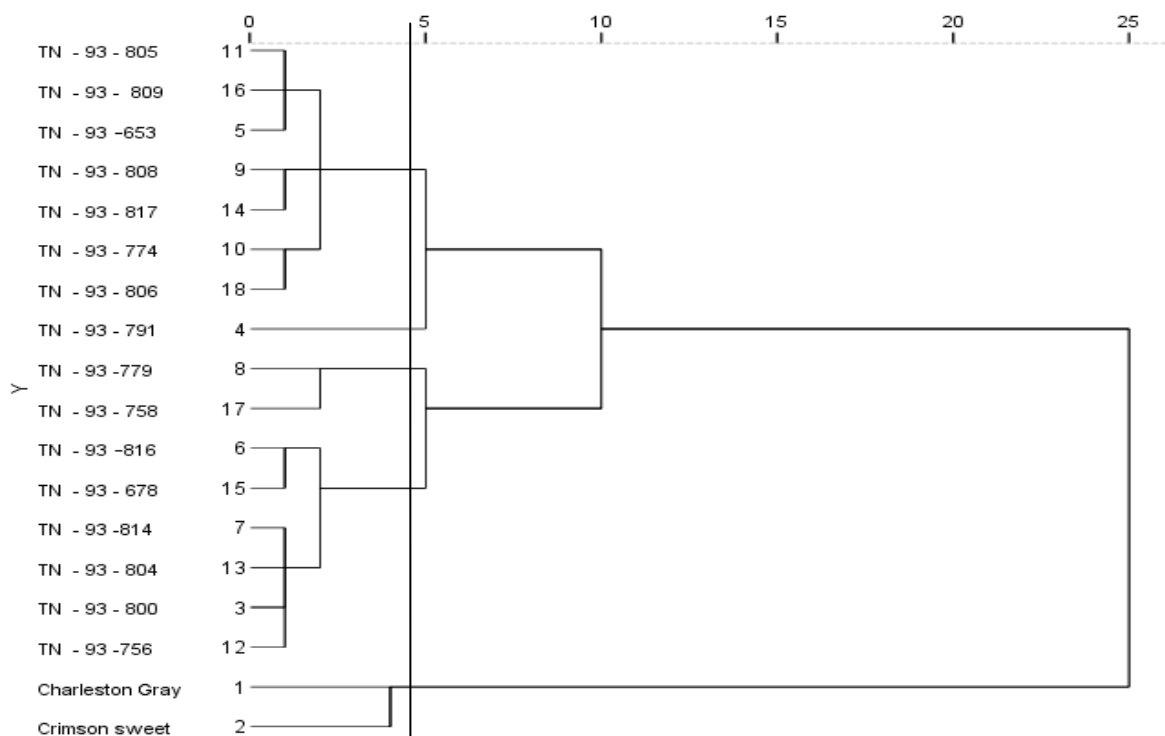
بیشترین وزن بذر را نسبت به سایر گروه‌ها داشت که می‌توان در جهت اصلاح ارقام آجیلی که اندازه و وزن بذر مدنظر است استفاده نمود و بدین ترتیب سبب افزایش میزان عملکرد شد. بر اساس جدول فواصل گروه‌ها (جدول ۸)، بیشترین میزان فاصله بین دو گروه ۱ و ۳ (۸/۹۸۵) مشاهده شد. این نتیجه نشان داد که بیشترین هتروزیس مورد انتظار، می‌تواند از تلاقی بین ژنوتیپ‌های گروه ۱ با گروه ۳ به دست بیاید. با توجه به اینکه فاصله گروه ۳ (کریمسون سویت و چارلستون گری) از سایر گروه‌ها نسبت به دیگر فاصله‌های متناظر بیشتر است، می‌توان ارقام گروه ۳ رابه عنوان یکی از والدین سودمند در تلاقی با ارقام بومی ایران که ممکن است منجر به نوترکیبی‌های جدید و مطلوب ژنی گردند معرفی کرد.

اصلاحی جهت رسیدن به حداکثر هتروزیس می‌بایستی افراد واقع در گروه‌های مختلف را جهت تلاقی انتخاب نمود. تلاقی بین افراد با روابط ژنتیکی دورتر، از قدرت هیبرید بالاتری نسبت به افراد با روابط ژنتیکی کمتر برخوردارند. در گروه سوم ژنوتیپ کریمسون سویت کمترین طول بذر، وزن بذر و طول کوتیلدون را نسبت ژنوتیپ‌های سایر گروه‌ها داشت و ژنوتیپ چارلستون گری کمترین میزان EC و ضخامت پوست، و بیشترین میزان مواد جامد محلول، طول میوه، وزن میوه، وزن گوشت و عملکرد را داشت که می‌توانند در اصلاح ارقام بومی به منظور افزایش میزان عملکرد، افزایش میزان مواد جامد محلول مورد استفاده قرار بگیرند. در گروه یک توده‌ی ۷۹۱ سمنان بیشترین طول کوتیلدون، طول بذر، عرض بذر و توده‌ی ۷۷۴ زنجان

جدول ۸ - فواصل خوشه‌ای صفات هندوانه

Table 8 - Cluster distances of watermelon accession characteristics

	دسته ۱ Cluster 1	دسته ۲ Cluster 2	دسته ۳ Cluster 3
دسته ۱ Cluster 1	1		
دسته ۲ Cluster 2	6.753	1	
دسته ۳ Cluster 3	8.985	3.276	1



شکل ۱- دندروگرام گروه‌بندی توده‌های بومی هندوانه بر اساس داده‌های مورفولوژی و فیزیولوژی با استفاده از روش وارد

Figure 1- The cluster grouping based on morphological and physiological datay of native watermelon accessions using WARD

سیاسگزاری

قدردانی می‌شود.

از مساعدت‌های موسسه بانک ژن گیاهی ایران به جهت در اختیار قرار دادن بذور توده‌های هندوانه بومی ایران جهت اجرای طرح

منابع

- 1- Brown, W.L. 1983. Genetic diversity and genetic vulnerability – an appraisal. *Econ. Bot.* 37(1): 4–12.
- 2- Badenez, M.L., Martinez-Calvo, J., and Lacer, G. 1998. Analysis of apricot germplasm from the European ecogeographical group. *Euphytica*. 102: 93-99.
- 3- Bisognin, D.A. 2002. Origin and Evolution of Cultivated Cucurbits. *Ciência Rural*. Santa Maria. 32(5). 715-723.
- 4- Daneshvar M.H. 2012. *Vegetables Growing*. 6th ed. Shahid Chamran University press. 461. (in Persian)
- 5- Farshadfar E. 1998. Application of Biometrical genetics in plant Breeding. Razi University Press, 528. (in Persian)
- 6- Farsi M., and Bagheri, A.R. 2004. *Essentials of Plant Breeding*. Jihad Mashhad University Press, 375. (in Persian)
- 7- Farahani, A., and Arzani, A. 2006. Reviews of Genetic diversity in the Cultivars and F1 hybrids of durum wheat using Agronomic and Morphological traits. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, Year ten, volume. 4 (b). (in Persian)
- 8- Huhl Y.C., Solmaz, N., and Iand, S. 2008. Morphological characterization of Korean and Turkish watermelon germplasm. *Cucurbitaceae*. In: *Proceedings of the IXth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Cucurbitaceae* (Pitrat M, ed). INRA. Avignon (France). 327-334.
- 9- Kannenberg, L.W., and Falk D.E. 1995. Models for activation of plant genetic resources for crop breeding programs. *Can. J of Pl. Sci.* 75(1): 45–53.
- 10- Kiani, M.R., and Jahanbin, G.h. 2006. Investigate the Genetic diversity of indigenous Melon Iranian masses. *Journal of Iranian Field Crop Research*, (2): 17-1. (in Persian)
- 11- Magss-Kolling, G.L. 2003. Variability in Namibian Landraces of Watermelon (*Citrullus Lanatus*). *Euphytica*. 132(3):251-258.
- 12- Nevo, E., Noy-Meir, I., Beiles, A., Krugman, T., and Agami, M. 1991. Natural selection of allozyme polymorphisms: Micro-geographical spatial and temporal ecological differentiation in wild emmer wheat. *Israel J. Bot.* 40: 419–449.
- 13- Narouei rad, M., Alah dou, M., Ghassemi, A., and Fanaei H.R. 2009. Investigate genetic variation and heritability of general local population in Sistan Watermelon. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 4: 103-95. (in Persian)
- 14- Peyvast G.h. 2009. *Vegetables*. 5nd ed. Published Danshpzyr. Tehran, 577 pages. (in Persian)
- 15- Robinson R.W., and Decker-Walters D.S. 1997. *Cucurbits*. Cab International. Wallingford.
- 16- Romao and Roberto, L. 2000. Northeast Brazil: A Secondary Center of Diversity for Watermelon (*Citrullus Lanatus*). *Genetic Resource and Crop Evaluation*. 47(2):207-213.
- 17- Stansfield, W.D. 1991. *Theory and Problems in Genetics*. McGraw-Hill.
- 18- Sarawgi, A.K, Rastogi N.K., and Soni, D. S. 1997. Correlation and path analysis in rice associations from Madhya Pradesh. *Field Crops Research*. 52: 161- 167.
- 19- Shekari, F., Massiha, S., and Esmailpoor, B. 2006. *The Physiology of Vegetable Crops*. Compilation, Wien, H. C. Zanzan University Press, 394. (in Persian)
- 20- Szamosi, C., Solmaz, I., Sari, N., and Barsony, C. 2009. Morphological characterization of Hungarian and Turkish watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai) genetic resources. *Genet Resour Crop Evol.* 56:1091–1105.
- 21- Wehner, T.C. 2000. *Watermelon Crop Information* Department Of Horticulture Science. North Carolina State University.
- 22- Zamani, Z.A. 1990. Reviews the main properties of pomegranate and Central Branch. Master's thesis, Tehran University. (in Persian)



بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد برگ، درصد و اجزای اسانس به لیمو (*Lippia citriodora* Kunth)

محمدتقی عبادی^۱ - مجید عزیزی^۲ - فاطمه سفیدکن^۳ - نوراله احمدی^{۴*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۰۶

چکیده

با توجه به افزایش تقاضا در بازار در حال رشد فرآورده‌های دارویی با منشا گیاهی، تولید ارگانیک و ارتقاء کیفیت ماده‌ی خام اولیه بایستی اولین هدف جهت توسعه‌ی این محصولات باشد. در این راستا آزمایشی گلدانی بر پایه طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و سه تکرار بر روی گیاه دارویی به لیمو در سال ۱۳۹۱ و در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس صورت پذیرفت. تیمارها شامل استفاده از ورمی کمپوست به میزان ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجم گلدان، ورمی‌واش، کود کامل و شاهد (بدون کود) بودند. پس از برداشت برگ‌ها در مرحله شروع گلدهی، اسانس آن‌ها استخراج شد و سپس به وسیله دستگاه GC/MS و GC مورد تجزیه قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد برگ (۷/۷۳ گرم) و میزان اسانس (۱/۱ درصد) مربوط به تیمار استفاده از ۳۰ درصد ورمی کمپوست در گلدان بود و کمترین عملکرد برگ (۴/۷۵ گرم) و محتوای اسانس (۰/۸ درصد) به تیمار شاهد تعلق داشت. در بررسی اجزای اسانس، بیشترین میزان سیترال (۵۴/۹ درصد) متعلق به تیمار کود کامل بود ولی بیشترین میزان لیمونن و ۱/۸ سینئول (به ترتیب ۷/۴ و ۸/۸ درصد) در تیمار استفاده از ۳۰ درصد ورمی کمپوست در گلدان مشاهده شد. همچنین در بررسی گروه‌های اجزای اسانس، تیمار ۳۰ درصد ورمی کمپوست بیشترین مقادیر مونوترین‌های هیدروکربنی و اکسیژن‌دار (به ترتیب ۱۲/۴ و ۶۳/۳ درصد) را به خود اختصاص داد. با توجه به نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد که کود ورمی کمپوست می‌تواند به عنوان جایگزین مطلوب کودهای شیمیایی در راستای تولید ارگانیک به لیمو با کمیت و کیفیت مواد موثره بالا استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: سیترال، گیاه دارویی، ورمی کمپوست، ورمی‌واش

مقدمه

به لیمو (*Lippia citriodora* Kunth) با نام علمی درختچه‌ای است بومی مکزیک، خزان پذیر و از خانواده شاه‌پسند^۵ که دارای برگ‌هایی باریک، کشیده و به رنگ سبز روشن می‌باشد. جنس *Lippia* در حدود ۲۰۰ گونه در سرتاسر جهان دارد (۱۸) و تنها گونه‌ی به لیمو در ایران، *L. citriodora* می‌باشد (۲۲). این گیاه به طور گسترده به عنوان دمنوش و ادویه پیتزای مکزیک استفاده می‌شود (۱۸). این گیاه دارای قدمت زیادی در درمان آسم، سرماخوردگی، نفخ شکم، اسهال، سوء هاضمه، بی خوابی و اضطراب است (۱۰). مهم‌ترین اثرات درمانی این گیاه عبارتند از: ضد تشنج، مسکن، ضد اسپاسم، تب بر و تسهیل کننده هضم غذا (۳۰). مقالات متعددی اثرات ضد میکروبی اسانس این گیاه را گزارش نموده‌اند (۱۲، ۱۳، ۱۹ و ۲۶). تأثیر آنتی اکسیدانی اسانس این گیاه نیز به اثبات رسیده است (۳، ۲۸ و ۳۱).

یکی از اصول مهم در برنامه ریزی تولید گیاهان دارویی به منظور حصول عملکرد بالا و با کیفیت مواد موثره مطلوب، ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه گیاه است (۲). تغذیه صحیح گیاهان دارویی همراه با رعایت اصول تولید ارگانیک، ضمن حفظ محیط زیست و استانداردهای بهداشتی مواد خام گیاهان دارویی سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی مواد موثره در این گیاهان می‌شود (۲۹).

۱ و ۴- دانش آموخته دکتری علوم باغبانی گرایش گیاهان دارویی و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
(*)-نویسنده مسئول: Email: ahmadin@modares.ac.ir
۲- استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استاد بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

مصرف کودهای آلی به خصوص ورمی کمپوست یکی از راه های تامین بخشی از نیازهای غذایی گیاهان محسوب می شود. ورمی کمپوست کود آلی است که شامل یک مخلوط زیستی بسیار فعال از باکتری ها، آنزیم ها، بقایای گیاهی و پیلدهای کرم خاکی می باشد (۹). ورمی کمپوست به علت داشتن میزان خلل و فرج زیاد، از ظرفیت بالای نگهداری آب، تهویه و همچنین از توانایی زه کشی مناسب برخوردار است (۵). وجود عناصر غذایی ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در مقایسه با سایر کودهای آلی و همچنین وجود عناصر میکرو مانند آهن، روی، مس و منگنز از دیگر مزایای کود ورمی کمپوست می باشد (۶). ورمی واش عصاره ی آبی ورمی کمپوست محسوب می شود که حاوی عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف، هورمون های رشد، آنزیم ها و ویتامین ها است و اثرات شگرفی بر رشد، عملکرد و مقاومت گیاهان به بیماری ها دارد (۲۴ و ۲۵).

تاکنون مطالعات زیادی تاثیر مثبت استفاده از کودهای آلی بخصوص ورمی کمپوست و ورمی واش را بر روی عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی اثبات نموده اند. در بررسی تاثیر کود دامی و ورمی کمپوست های حاصل از کود دامی و خاک اره بر عملکرد کمی و میزان اسانس به لیمو، بیشترین عملکرد برگ خشک (۱/۹۱ گرم در بوته) و میزان اسانس (۰/۲۱ درصد) در تیمار ورمی کمپوست حاصل از کود دامی بدست آمد ولی اختلاف معنی داری با سایر تیمارها نداشت (۱۷). عزیزی و همکاران (۸) گزارش نمودند که تیمار ۱۵ درصد وزنی ورمی کمپوست نسبت به استفاده از کود کامل شیمیایی و ورمی واش، دارای درصد اسانس و عملکرد خشک بالاتری در گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) رقم اصلاح شده کشکنی لولو بود. انور و همکاران (۴) مشاهده نمودند که مصرف ۵ تن ورمی کمپوست در هکتار سبب بهبود معنی دار مقدار اسانس و کیفیت آن در گیاه دارویی ریحان شد به نحوی که میزان لینالول و متیل کاپویکول موجود در اسانس بیشتر از تیمار شاهد بود. درزی و همکاران (۱۱) در بررسی تاثیر کاربرد ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی آنیسون (*Pimpinella anisum* L.) گزارش نمودند که بیشترین ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه با مصرف ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار حاصل گردید. آن ها بیان داشتند که کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار و مصرف دو بار کود فسفات زیستی، بهترین نتیجه را داشته است. نعمتی و همکاران (۲۵) در بررسی تاثیر غلظت های مختلف کود آلی ورمی واش بر صفات مورفولوژیک، درصد و عملکرد اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) بیان نمودند که صفاتی همچون ارتفاع بوته، تعداد گره، فاصله میان گره ها، سطح برگ، وزن خشک بوته و عملکرد اسانس تحت تاثیر این کود قرار گرفتند

به طوری که تیمار ۳۰۰۰ پی پی ام ورمی واش سبب دستیابی به بیشترین وزن خشک بوته و تیمار ۱۲۰۰۰ پی پی ام ورمی واش باعث رسیدن به بیشترین عملکرد اسانس گردید. استفاده از ورمی واش در گیاه دارویی نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) سبب ارتفاع بوته، عملکرد بوته تر و خشک، عملکرد برگ و محتوای اسانس بالاتر نسبت به تیمارهای شاهد، کاربرد کود کامل شیمیایی و زه آب کمپوست گردید و از لحاظ معنی داری با کاربرد ورمی کمپوست به میزان ۷ تن در هکتار تفاوتی نداشت (۷). با بررسی های انجام شده، در خصوص تاثیر کود ورمی کمپوست و ورمی واش و یا مقایسه بین کودهای آلی و شیمیایی بر روی گیاه دارویی به لیمو یافته های تحقیقاتی محدود و غیر کاملی به دست آمد، لذا در راستای کاربرد کمتر کودهای شیمیایی به منظور پیشگیری از آلودگی محیط زیست و همچنین ترغیب تولیدکنندگان به کاربرد بیشتر کودهای آلی در راستای تولید ارگانیک و پایدار گیاه دارویی به لیمو، این تحقیق به اجرا درآمد.

مواد و روش ها

این بررسی در سال ۱۳۹۱ و در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. آزمایش بر پایه طرح کاملاً تصادفی و با ۳ تکرار (هر تکرار شامل ۶ عدد گلدان) و شش تیمار شامل سه تیمار ورمی کمپوست به میزان ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجم گلدان، ورمی واش (به صورت افزودن به آب آبیاری در سه مرحله شامل دو هفته پس از استقرار گیاهان در گلدان، مرحله ایجاد شاخه های فرعی و سه هفته قبل از برداشت)، کود کامل شیمیایی (طریقه مصرف همانند تیمار ورمی واش) و شاهد (بدون کود) بود که مجموعاً در ۱۰۸ عدد گلدان انجام شد. نشاهای ۱۵ سانتی متری تهیه شده از پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی تهران که دارای سیستم ریشه مناسبی بودند، در اواخر اردیبهشت ماه به گلخانه منتقل شده و در هر گلدان (با ارتفاع ۴۵ و قطر دهانه ۲۸ سانتی متر که محتوی ۱۲ کیلوگرم خاک بود) یک عدد نشا کشت گردید. حداقل و حداکثر دمای گلخانه در طول این آزمایش ۲۰ و ۲۷ درجه سانتی گراد بود و درجه رطوبت نسبی گلخانه در حدود ۴۰ درصد اندازه گیری شد. مشخصات آنالیز خاک و کود ورمی کمپوست در جدول شماره ۱ مشاهده می گردد. کود ورمی واش با استفاده از ورمی کمپوست مورد استفاده در این آزمایش و به روش زیر تهیه گردید (۸): ۵ کیلوگرم ورمی کمپوست در ۵ لیتر آب مقطر به مدت ۴۸ ساعت خیسانده شد که در طول این زمان بوسیله دستگاه شیکر^۲ هم زده می شد. پس از گذراندن مخلوط حاصل از صافی، به نسبت ۱

طول ستون حرکت می‌کرد. زمان اسکن برابر یک ثانیه، انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت و ناحیه جرمی از ۴۰ تا ۳۴۰ بود. شناسایی طیف‌ها به کمک بانک اطلاعات جرمی، زمان بازداری، محاسبه اندیس کواتس، مطالعه طیف‌های جرمی هر یک از اجزای اسانس و بررسی الگوهای شکست آن‌ها، با مقایسه با طیف‌های استاندارد و استفاده از منابع معتبر انجام شد. همچنین با توجه به سطح زیر منحنی هر یک از پیک‌های کروماتوگرام GC و مقایسه آن با سطح کل زیر منحنی، درصد نسبی هر یک از اجزای تشکیل شده اسانس تعیین شد (۱).

جهت تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده از نرم افزار آماری SAS و برای ترسیم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد. قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، تست نرمال بودن آن‌ها انجام شد و پس از اطمینان از حالت توزیع نرمال، نسبت به تجزیه و تحلیل آن‌ها اقدام گردید. مقایسه میانگین‌های به‌دست آمده توسط روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد سرشاخه گلدار و برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان دهنده‌ی اثر معنی دار تیمارهای کودی بر عملکرد برگ گیاه دارویی به لیمو بود ولی عملکرد سرشاخه‌های گلدار تحت تأثیر این تیمار قرار نرفت ($p < 0.05$). بر اساس نتایج درج شده در شکل شماره ۱، بیشترین میزان عملکرد برگ (۷/۷۳ گرم) متعلق به تیمار استفاده از ورمی‌کمپوست به میزان ۳۰ درصد حجم گلدان بود که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها به‌جز استفاده از ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست داشت و کمترین میزان عملکرد برگ (۴/۷۵ گرم) نیز در تیمار شاهد مشاهده شد. همچنین بین تیمارهای استفاده از کود کامل و ورمی‌واش اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تیمار استفاده از ورمی‌کمپوست به میزان ۳۰ درصد حجم گلدان توانست میزان عملکرد برگ را نسبت به تیمارهای شاهد، ورمی‌واش و کود کامل به ترتیب ۶۲/۷، ۴۰/۸ و ۳۹/۵ درصد افزایش دهد. در تفسیر علت تأثیر مثبت ورمی‌کمپوست بر عملکرد برگ گیاه دارویی به لیمو می‌توان عنوان نمود که این کود احتمالاً از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک (نظیر قارچ‌های میکوریزا و باکتری‌های موجود در ریزوسفر نظیر میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات) و تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی توسط این موجودات و نیز فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی می‌گردد (۱۱ و ۲۰). همچنین ورمی‌کمپوست دارای قدرت بالای جذب و نگهداری آب و عناصر غذایی، و در نتیجه تخلخل زیاد، تهویه و زهکش مناسب می‌باشد و

به ۱۰ با آب مقطر رقیق گردید و تا زمان استفاده، در ظروف شیشه‌ای و در مکانی تاریک و خنک نگهداری شد. کود کامل مورد استفاده در این آزمایش محصول شرکت مل اسپرینگ^۱ کشور هلند بود که بر طبق دستورالعمل آن به میزان یک گرم در یک لیتر آب حل گردید و مشخصات آن در جدول ۱ مشاهده می‌شود. سه ماه پس از استقرار بوته‌ها و در هنگام شروع گلدهی، سرشاخه‌های بوته‌ها از ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری سطح گلدان برداشت شدند و به مکان سایه و دارای دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و تهویه مناسب جهت خشک کردن منتقل گردیدند. پس از خشک شدن سرشاخه‌ها، وزن آن‌ها اندازه‌گیری گردید و سپس برگ‌ها آن‌ها جهت اندازه‌گیری عملکرد برگ خالص به‌دقت و بدون آسیب دیدن جدا شد و توزین گردید و جهت استحصال اسانس به آزمایشگاه گروه باغبانی منتقل شد. جهت تعیین میزان اسانس، مقدار ۲۰ گرم برگ خرد شده به کمک دستگاه کلونجر^۲ و به روش تقطیر با آب به مدت ۲ ساعت مورد اسانس‌گیری قرار گرفت. برای تجزیه نمونه‌های اسانس و اندازه‌گیری دقیق ترکیب‌های موجود در آن از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی متصل به طیف سنج جرمی (GC/MS) استفاده شد که مشخصات آن‌ها در زیر آورده شده است:

دستگاه GC

دستگاه GC مورد استفاده گاز کروماتوگراف فوق سریع مدل Thermo-UFM با ستون ۵-ph (طول ۱۰ متر، قطر داخلی ۰/۱ میلی‌متر و ضخامت فاز ساکن ۰/۴ میکرومتر) بود. دمای اولیه ۶۰ درجه سانتی‌گراد (با زمان نگهداری ۳ دقیقه) بود که با ۸۰ درجه سانتی‌گراد افزایش در هر دقیقه به دمای نهایی ۲۸۵ درجه سانتی‌گراد رسید. درجه حرارت محفظه تزریق و آشکارساز (FID)، ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد بود. گاز حامل هلیوم (با درجه خلوص ۹۹/۹۹۹ درصد) بود که با سرعت ۳۲ سانتی‌متر بر ثانیه (۵/۵ ml/min) در طول ستون حرکت می‌کرد.

دستگاه GC/MS

گاز کروماتوگراف متصل به طیف سنج جرمی مدل واریان^۳ ۳۴۰۰ از نوع تله یونی مجهز به ستون BD-5 به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی‌متر که ضخامت لایه فاز ساکن در آن ۰/۲۵ میکرومتر بود. برنامه‌ریزی حرارتی ستون مشابه با برنامه‌ریزی ستون در دستگاه GC بود. دمای محفظه تزریق ۱۰ درجه بیشتر از دمای نهایی ستون تنظیم شد. گاز حامل هلیوم بود که با سرعت ۳۱/۵ سانتی‌متر بر ثانیه در

- 1- Mel Spring
- 2- Clevenger
- 3- Varian

استفاده از آن سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (۱۶). در بیان دلیل تاثیرگذاری کمتر ورمی‌واش و کود کامل نسبت به ورمی‌کمپوست بر روی عملکرد برگ، می‌توان به ماهیت مایع بودن آن‌ها و خارج شدن از محیط ریشه گیاهان اشاره نمود در حالی که ورمی‌کمپوست علاوه بر تاثیر مثبت بر روی بافت خاک و جامعه میکروبی، مانند یک کود کندرهاشونده به تدریج مواد غذایی خود را آزاد نموده و تاثیر پایداری دارد (۵). نتایج مشابهی در رابطه با تاثیر مثبت ورمی‌کمپوست بر عملکرد کمی گیاهان دارویی مانند ریحان (۸)، همیشه بهار (۵)، کدوی تخمه کاغذی (۱۶) و آنیسون (۱۱) گزارش شده است.

درصد اسانس

بر طبق جدول ۲، نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان دهنده‌ی

اثر معنی‌دار تیمارهای کودی بر درصد اسانس گیاه دارویی به لیمو بود ($p < 0.05$). همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، بیشترین محتوای اسانس (۱/۱ درصد) مربوط به تیمار استفاده از ورمی‌کمپوست به میزان ۳۰ درصد حجم گلدان بود که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ورمی‌کمپوست ۲۰ درصد و ورمی‌واش (۱ درصد) نداشت و کمترین محتوای اسانس (۰/۸ درصد) مربوط به تیمار استفاده از کود کامل و شاهد بود. با افزایش میزان استفاده از ورمی‌کمپوست از ۱۰ درصد به ۳۰ درصد حجم گلدان، افزایش معنی‌داری در محتوای اسانس گیاهان مشاهده شد به‌طوری که میزان اسانس در برگ‌های به لیمو ۲۲ درصد افزایش یافت. در تفسیر نتیجه حاصل از بهبود میزان اسانس به لیمو در اثر مصرف ورمی‌کمپوست می‌توان اظهار داشت.

جدول ۱- نتایج آنالیز شیمیایی نمونه خاک و ورمی‌کمپوست و مشخصات کود کامل

Table 1- The results of chemical analysis of soil, vermicompost and complete fertilizer

	خاک مزرعه Field soil	ورمی‌کمپوست Vermicompost	کود کامل Complete fertilizer
رس Clay (%)	54	-	-
سیلت Silt (%)	29	-	-
شن Sand (%)	17	-	-
EC (ds/m)	2.7	4.37	-
pH	7.9	7.7	-
ماده آلی Organic matter (%)	0.06	18	-
N	(%) 0.05	(%) 1.12	(%) 20
P	(ppm) 8.4	(%) 1.85	(%) 20
K	(ppm) 200	(%) 0.57	(%) 20
Fe (ppm)	1.48	4800	1000
Zn (ppm)	1.60	88.5	230
Cu (ppm)	0.93	11.5	75
Mn (ppm)	5.56	420.1	320

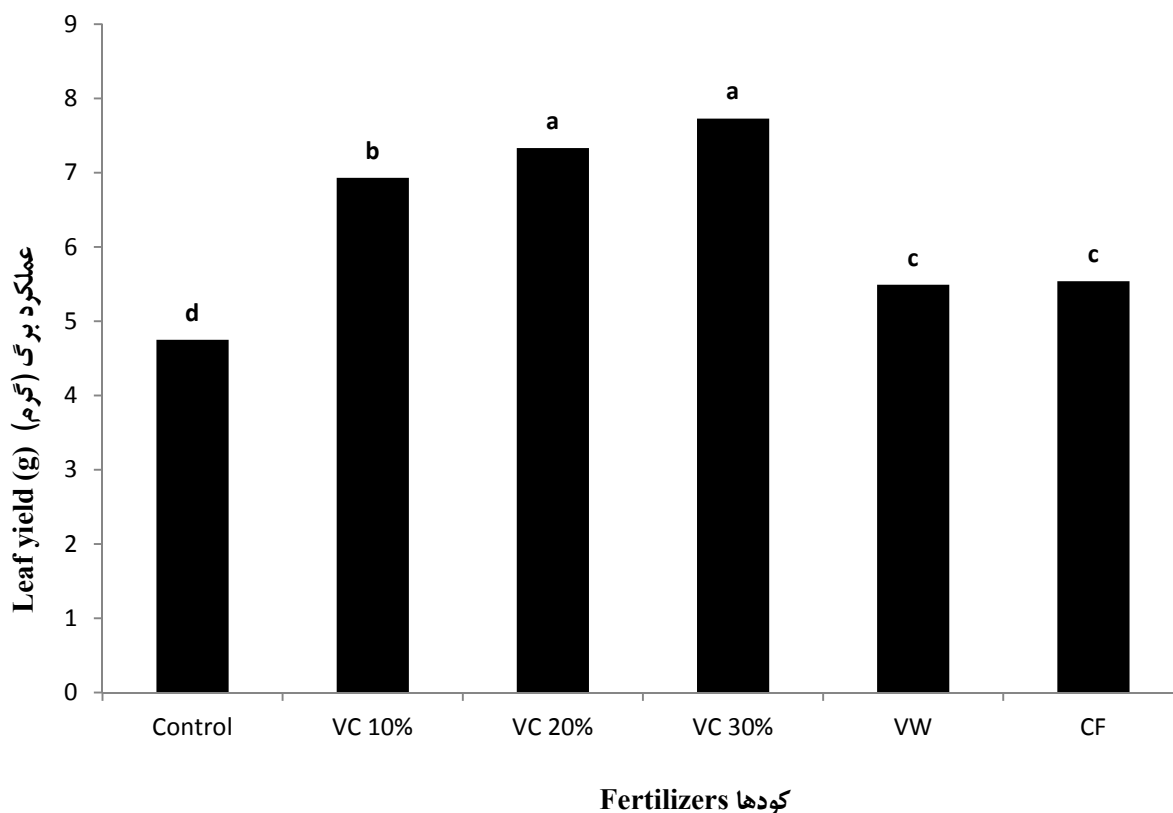
جدول ۲- آنالیز واریانس تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و درصد اسانس به لیمو

Table 2- Variance analysis of yield and essential oil percent of lemon verbena as affected by organic and chemical fertilizers

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد پیکر رویشی Aerial parts yield	عملکرد برگ Leaf yield	درصد اسانس Essential oil (%)
کود Fertilizer	5	6.021 ^{ns}	5.419*	0.028*
خطا Error	12	16.665	3.372	0.026

^{ns} عدم معنی‌داری، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد

^{ns} and *: are non-significant and significant at 5 % probability level, respectively

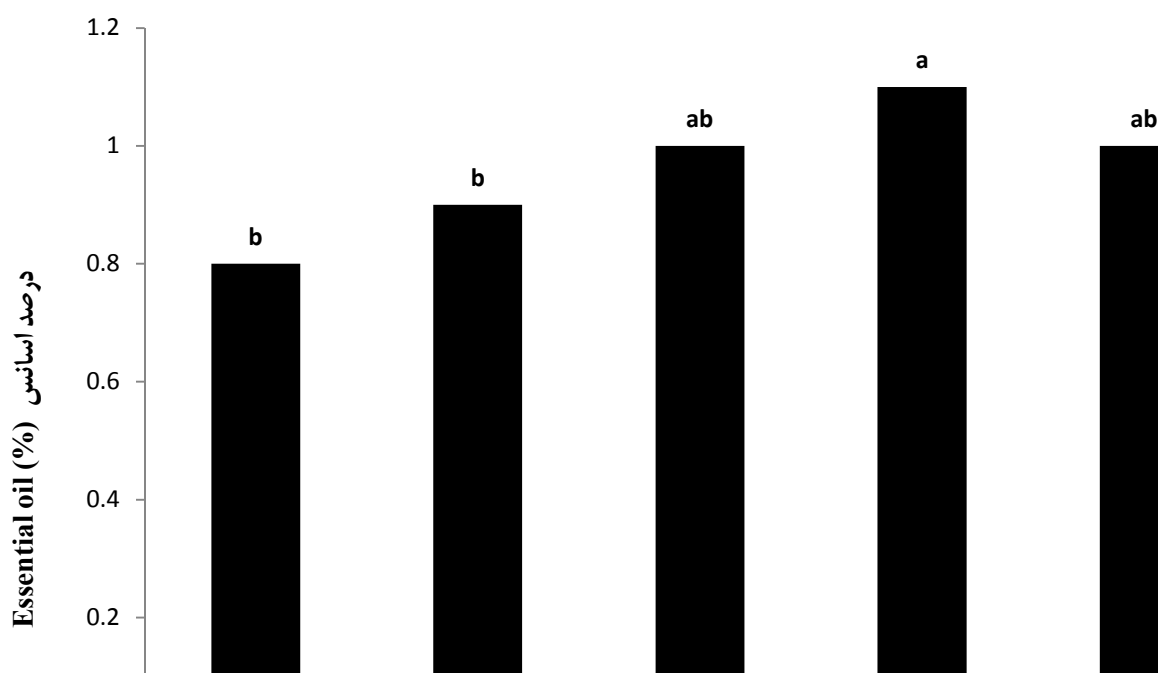


شکل ۱- تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد برگ به لیمو (حروف مشابه در ستون‌ها بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد است). VC: ورمی کمپوست، VW: ورمی‌واش و CF: کود کامل

Figure 1- Effect of organic and chemical fertilizers on leaf yield of lemon verbena (means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level based on Duncan's Multiple Range Test). VC: vermicompost, VW: vermiwash and CF: complete fertilizer

دلیل اثرات مثبت بر باکتری‌های همزیست خاک و همچنین دارا بودن هورمون‌های رشد و برخی آنزیم‌ها، توانست تأثیر بیشتری بر محتوای مواد موثره به لیمو بگذارد. فعالیت میکروبی ورمی کمپوست سبب تولید مقادیر بالایی از هورمون‌های رشد مانند اکسین، جیبرلین و سیتوکینین توسط میکروارگانیسم‌ها می‌شود. همچنین تولید میزان بالایی هیومیک اسید در طی فرآیند ساخت ورمی کمپوست سبب می‌شود که این کود آلی اثرات مثبتی بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان داشته باشد (۳۳). نتایج این تحقیق با نتایج سایر محققین مبنی بر افزایش مواد موثره گیاهان دارویی در اثر کاربرد کود ورمی کمپوست و ورمی‌واش مطابقت داشت (۸، ۱۱، ۲۰ و ۲۵).

افزودن کودهای حاوی نیتروژن، فسفر و پتاسیم، درصد و عملکرد اسانس را در گیاهان دارویی افزایش می‌دهند زیرا این عناصر در توسعه و تقسیم سلول‌های جدید حاوی اسانس و بیوسنتز اسانس و مواد مؤثره گیاهان دارویی نقش مهمی ایفا می‌کند (۲۷)، افزایش مقادیر ورمی کمپوست از طریق فراهم نمودن جذب بیشتر فسفر و نیتروژن موجب افزایش میزان اسانس در پیکر رویشی گردید که با نتایج سایر محققین مطابقت داشت (۴، ۸ و ۲۰). ورمی‌واش نیز تأثیر مثبتی بر درصد اسانس داشت و از این لحاظ با تیمارهای ورمی کمپوست تفاوت معنی‌داری نداشت که احتمالاً به دلیل وجود عناصر غذایی و اسید هیومیک بوده است (۲۵). البته کود کامل با وجود این که از لحاظ عناصر غذایی ذکر شده غنی بود ولی ورمی کمپوست به



شکل ۲- تاثیر کودهای آلی و شیمیایی بر میزان اسانس به لیمو (حروف مشابه در ستون‌ها بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد است). VC: ورمی کمپوست، VW: ورمی واش و CF: کود کامل

Figure 2- Effect of organic and chemical fertilizers on essential oil content of lemon verbena
(means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level based on Duncan's Multiple Range Test). VC: vermicompost, VW: vermiwash and CF: complete fertilizer

اجزای اسانس

بر طبق نتایج آنالیز اسانس‌ها با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی متصل به طیف سنج جرمی، ۲۲ ترکیب در اسانس نمونه های گیاهی شناسایی گردید که مهم‌ترین اجزای آن عبارت بودند از: نرال^۱، ژرانیال^۲، لیمونن^۳ و ۱،۸ سینئول^۴. البته ترکیباتی مانند گاما الین^۵، اسپاچولنول^۶ و گلوبولول^۷ نیز در مقادیر متوسطی در اسانس مشاهده شد (جدول ۳). نتایج آنالیز اسانس نمونه‌ها با مشخصات اسانس به لیمو در فارماکوپه گیاهی ایران (۱۴) مطابقت داشت.

۳-۱- سیترال: به مجموع دو ترکیب نرال و ژرانیال، سیترال گفته می شود که مهم‌ترین جزء اسانس به لیمو محسوب می‌گردد. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، بیشترین میزان سیترال

(۵۴/۹ درصد) مربوط به تیمار کود کامل بود و کمترین میزان (۴۵/۵ درصد) در تیمار ۲۰ درصد ورمی کمپوست مشاهده گردید. لازم به ذکر است که تیمار شاهد، ورمی‌واش و ۳۰ درصد ورمی کمپوست به ترتیب دارای ۵۳/۹، ۵۱/۲ و ۵۳/۷ درصد سیترال بودند (شکل ۳).

۳-۲- لیمونن: بر طبق شکل ۴، بیشترین و کمترین میزان ترکیب لیمونن (۷/۴ و ۴/۹ درصد) به ترتیب در تیمارهای ۳۰ درصد ورمی کمپوست و ۲۰ درصد ورمی کمپوست مشاهده شد و تیمارهای شاهد و ورمی‌واش به ترتیب با ۶/۳ و ۶ درصد لیمونن در وضعیت متوسطی قرار داشتند (جدول ۳).

۳-۳. ۱، ۸ سینئول: بیشترین میزان این ترکیب (۸/۸ درصد) در تیمار ۳۰ درصد ورمی کمپوست وجود داشت که تفاوت زیادی با سایر تیمارها نشان می داد و کمترین میزان (۴/۳ درصد) متعلق به تیمار ۲۰ درصد ورمی کمپوست بود (جدول ۳).

۴-۳. بررسی گروه‌های اجزای اسانس: همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، مونوترپن‌های اکسیژن‌دار بیشترین بخش ترکیبات اسانس به لیمو تحت تیمارهای مختلف کودی را تشکیل می‌دادند. تیمار ۳۰ درصد ورمی کمپوست بیشترین مقادیر مونوترپن‌های هیدروکربنی و اکسیژن‌دار (به ترتیب ۱۲/۴ و ۶۳/۳

- 1- Neral
- 2- Geranial
- 3- Limonene
- 4- 1,8-cineole
- 5- γ -elemene
- 6- Spathulenol
- 7- Globulol

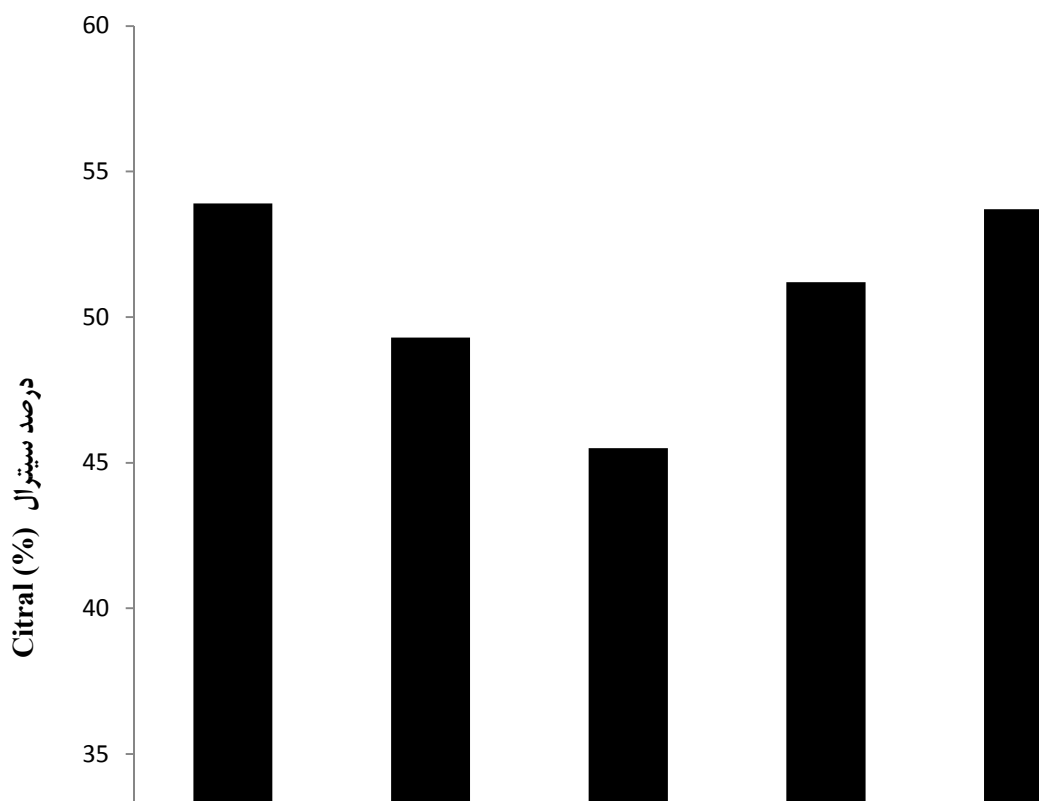
درصد) را به خود اختصاص داده بود ولی بیشترین میزان سزکوئیترین‌های هیدروکربنی و اکسیژن‌دار (به ترتیب ۱۳/۱ و ۱۸/۹ درصد) در تیمار ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست مشاهده شد (جدول ۳). همان‌طور که مشاهده شد، تنها در رابطه با ترکیب سیترال کود کامل توانست با اختلاف ناچیزی (۱ تا ۴ درصد) نسبت به ورمی‌واش و ورمی‌کمپوست بر اجزای اسانس به لیمو برتری داشته باشد که البته با در نظر گرفتن کاهش درصد اسانس در اثر کاربرد این نوع کود، در واقع عملکرد سیترال مطلوبی نداشته است. ورمی‌واش نیز بر تمامی ترکیبات اسانس مانند کود کامل تأثیرگذار بود که نشان دهنده امکان جایگزینی آن در تغذیه کودی به لیمو از طریق آب آبیاری با اثرات مشابه بر روی اجزای اسانس این گیاه در راستای کشاورزی ارگانیک و پایدار می باشد. در تفسیر نتیجه حاصل از بهبود میزان اجزای اسانس به لیمو در اثر مصرف ورمی‌کمپوست می‌توان اظهار داشت از آنجایی که اسانس‌ها ترکیباتی ترپنوئیدی بوده که واحدهای سازنده آن‌ها نیاز

مبرم به NADPH و ATP دارند و با توجه به این موضوع که حضور عناصری نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیب‌های اخیر ضروری می‌باشند (۲۰)، امکان دارد افزایش ترکیبات اصلی اسانس به لیمو همچون سیترال، لیمونن و ۸ و سینئول در اثر فراهم بودن موارد ذکر شده باشد. ورمی‌کمپوست می‌تواند سبب بهبود فعالیت باکتری‌ها و میکروارگانیسم‌ها شود و شرایط لازم برای حلالیت فسفر را فراهم آورد و متعاقب آن دسترسی گیاه به فسفر را افزایش دهد و از آن‌جا که فسفر نقش مهمی در بیوسنتز اجزاء اصلی تشکیل دهنده اسانس می‌باشد، بنابراین ورمی‌کمپوست می‌تواند منجر به بهبود کمیت و کیفیت اسانس شود (۱۵). نتایج این تحقیق با نتایج سایر محققین در رابطه با تأثیر مثبت ورمی‌کمپوست بر اجزای اصلی اسانس گیاهان دارویی هم‌چون رازیانه (۲۱)، بابونه (۱۵)، بادرشبی (۲۰) و ریحان (۴) مطابقت داشت.

جدول ۳- بررسی اجزای اسانس برگ به لیمو در تیمارهای مختلف کودی

 Table 3- Study of essential oil composition of lemon verbena in different fertilizer treatments
 *: VC: vermicompost, VW: vermiwash and CF: complete fertilizer

ردیف No.	نام ترکیب Compound	شاخص بازداري RI	CF	VW	VC 30%	VC 20%	VC 10%*	Control
1	α -pinene	938	-	-	0.3	-	-	-
2	camphene	953	-	-	0.4	-	-	-
3	sabinene	981	2	1.7	3.6	2.6	2.4	1.8
4	limonene	1028	5.7	6	7.4	4.9	5.8	6.3
5	1,8-cineole	1031	5	5.3	8.8	4.3	4.9	5.7
6	γ -terpinene	1062	-	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4
7	terpinolene	1090	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
8	citronellal	1152	1.4	1.5	1	1.3	1.4	1.3
9	α -terpineol	1190	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8
10	nerol	1228	-	-	0.2	-	-	-
11	neral	1238	22.4	22	19.9	18.2	20.8	23
12	geranial	1267	32.5	31.7	31.3	27.3	28.5	30.9
13	neryl acetate	1360	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3
14	α -copaene	1379	-	-	0.2	-	-	-
15	α -gurjunene	1410	-	-	0.1	-	-	-
16	E-caryophyllene	1421	1	1.1	0.8	1.1	0.9	0.9
17	γ -elemene	1439	7.2	7.9	7.2	11.7	8.5	7.8
18	α -humulene	1456	0.4	0.3	1.5	0.3	0.4	0.5
19	cubenol	1514	-	-	1.3	-	0.3	-
20	spathulenol	1580	8.3	8.5	6.1	12.2	9.8	7.4
21	globulol	1587	5.6	5.9	4.4	6.2	6.2	6.2
22	epi- α -cadinol	1642	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6
	Monoterpene hydrocarbons		8	8.3	12.4	8.3	8.9	8.8
	Oxygenated monoterpenes		63.4	62.5	63.3	53.2	57.8	63
	Sesquiterpene hydrocarbons		8.6	9.3	9.8	13.1	9.8	9.2
	Oxygenated sesquiterpenes		14.3	14.8	12.2	18.9	16.8	14.2
	کل ترکیبات شناسایی شده total identified compounds		94.3	94.9	97.7	93.5	93.3	95.2



شکل ۳- تاثیر کودهای آلی و شیمیایی بر میزان ترکیب سیترال در اسانس به لیمو (VC: ورمی کمپوست، VW: ورمی واش و CF: کود کامل)

Figure 3- Effect of organic and chemical fertilizers on citral in essential oil of lemon verbena. VC: vermicompost, VW: vermiwash and CF: complete fertilizer

نتیجه گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که ورمی کمپوست در مقایسه با کود کامل و ورمی واش تاثیر بیشتری بر میزان عملکرد برگ و درصد اسانس به لیمو داشت به طوری که با افزایش میزان استفاده از آن در ترکیب خاک از ۱۰ درصد به ۳۰ درصد حجمی، عملکرد برگ و محتوای اسانس برگ های به لیمو افزایش معنی داری پیدا کرد. همچنین ورمی کمپوست با تاثیر مثبت بر اجزای اصلی اسانس این گیاه توانست سبب دستیابی به بیشترین مقادیر مونوترپن های هیدروکربنی و اکسیژن دار گردد. با توجه به نتایج این تحقیق به نظر می رسد که کود ورمی کمپوست می تواند به عنوان جایگزین مطلوب

کودهای شیمیایی در راستای تولید ارگانیک به لیمو با کمیت و کیفیت مواد موثره بالا باشد و یا با استفاده تلفیقی آن ها در تولید زراعی گیاه دارویی به لیمو، زمینه مصرف کمتر کودهای شیمیایی را فراهم آورد.

سپاسگزاری

نگارندگان این مقاله بر خود وظیفه می دانند از مساعدت های آقایان دکتر احمد معینی، مهندس علی توکلی حسینی، مهندس محمود نادری و معرفت اسماعیلی جهت انجام این پژوهش تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

- Adams R.P. 2001. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. Allured Publishing Crop, NewYork. 456 p.
- Akbarinia A., Ghalavand A., Sefidkon F., Rezaei M.B., and Sharifi A. 2004. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure and mixture of them on seed yield and main, compositions of essential oil of ajowan (*Trachyspermum copticum*). Pajouhesh-Va-Sazandegi, 61: 32-41. (in Persian with English abstract)

- 3- Alavi L., Barzegar M., Jabbari A., and Naghdibadi H. 2011. The effect of heat treatment on chemical composition and antioxidant property of *Lippia citriodora* essential oil. Journal of Medicinal Plants, 10: 65-75.
- 4- Anwar M., Patra D.D., Chand S., Alpesh K., Naqvi A.A., and Khanuja S.P.S. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 36 (13-14): 1737-1746.
- 5- Atiyeh R.M., Arancon N.Q., Edwards C.A., and Metzger J.D. 2001. The influence of earthworm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bioresource Technology, 81 (2): 103-108.
- 6- Atiyeh R.M., Subler S., Edwards C.A., Bachman G., Metzger J.D., and Shuster W. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia, 44 (5): 579-590.
- 7- Ayyobi H., Peyvast G.A., and Olfati J.A. 2013. Effect of vermicompost and vermicompost extract on oil yield and quality of peppermint (*Mentha piperita* L.). Journal of Agricultural Sciences, 58 (1): 51-60.
- 8- Azizi M., Baghani M., Lackzian A., and Aroiee H. 2007. Effect of different level of vermicompost and vermiwash spraying on morphological traits and essential oils content of *Ocimum basilicum*. Agricultural Sciences and Technology, 21: 41-52. (in Persian with English abstract)
- 9- Bremness L. 1999. Herbs. Eyewitness Handbook, London, 176 p.
- 10- Carnat A., Carnat A.P., Fraisse D., and Lamaison J.L. 1999. The aromatic and polyphenolic composition of lemon verbena tea. Fitoterapia, 70: 44-49.
- 11- Darzi M.T., Hajseyed Hadi M.R., and Rejali F. 2011. Effects of vermicompost and phosphate biofertilizer application on yield and yield components in Anise (*Pimpinella anisum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 26: 452-465. (in Persian with English abstract)
- 12- Duarte M.C., Figueira G.M., Sartoratto A., Rehder V.L., and Delarmelina C. 2005. Anti-Candida activity of Brazilian medicinal plants. Journal of Ethnopharmacology, 97 (2): 305-311.
- 13- Duschatzky C.B., Martinez A.N., Almeida N.V., and Bonivardo S.L. 2004. Nematicidal activity of the essential oils of several Argentina plants against the root-knot nematode. Journal of Essential Oil Research, 16 (6): 626-628.
- 14- Ghasemi Dehkordi N. 2000. Iranian Herbal Pharmacopeia. Ministry of Health and Medical Education publication, Tehran. 795p. (in Persian)
- 15- Ghazi Manas M., Banj Shafiee Sh., Hajseyed Hadi M.R., and Darzi M.T. 2013. Effects of vermicompost and nitrogen on qualitative and quantitative yield of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29: 269-280. (in Persian with English abstract)
- 16- Jahan M., Amiri M.B., Shabahang J., and Tahami M.K. 2013. The effects of simultaneous application of different organic and biological fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 11: 73-87. (in Persian with English abstract)
- 17- Kiafar R., Akbarzadeh M., and Mahboub Khommami A. 2013. Investigation of the effect of some organic fertilizers on the oil of lemon verbena (*Lippia citriodora* L.) and its antibacterial effects. International Journal of Farming and Allied Sciences, 2 (20): 866-871.
- 18- Kintzios S.E. 2002. Oregano: The Genera *Origanum* and *Lippia*. CRC press, NewYork. 296 p.
- 19- López A.G., Theumer M.G., Zygadlo J.A. and Rubinstein H.R. 2004. Aromatic plants essential oils activity on *Fusarium verticillioides* Fumonisin B (1) production in corn grain. Mycopathologia, 158 (3): 343-349.
- 20- Mafakheri S., Omidbaigi R., Sefidkon F. and Rejali F. 2012. Effect of vermicompost, biophosphate and azotobacter on quantity and quality of essential oil of *Dracocephalum moldavica* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27: 596-605. (in Persian with English abstract)
- 21- Moradi R., Nasiri Mahallati M., Rezvani Moghaddam P., Lakzian A., and Nejad Ali A. 2011. The effect of application of organic and biological fertilizers on quantity and quality essential oil of *Foeniculum vulgare* Mill. Journal of Horticulture Science, 25: 25-33. (in Persian with English abstract)
- 22- Mozaffarian V. 2009. Dictionary of Iranian Plant Names: Latin-English-Persian. Farhang Moaser Publication, Tehran. 671p. (in Persian)
- 23- Nath G., and Singh K. 2011. Effect of foliar spray of biopesticides and vermiwash of animal, agro and kitchen wastes on soybean (*Glycine max* L.) crop. Botany Research International, 4 (3): 52-57.
- 24- Nath G., and Singh K. 2012. Effect of vermiwash of different vermicomposts on the kharif crops. Journal of Central European Agriculture, 13(2): 379-402.
- 25- Nemati H., Azizi M., Mohammadi S., and Karimpour S. 2013. The study on the effect of spraying with different concentrations of vermicompost extract (vermiwash) on the morphological traits, yield and percentage of essential oil of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). Journal of Horticulture Science (Agricultural Sciences and Technology), 27: 411-417. (in Persian with English abstract)
- 26- Ohno T., Kita M., Yamaoka Y., Imamura S., Yamamoto T., Mitsufuji S., Kodama T., Kashima K., and Imanishi J.O. 2003. Antimicrobial activity of essential oils against *Helicobacter pylori*. Helicobacter, 8 (3): 207-215.

- 27- Omidbaigi R. 2006. Production and Processing of Medicinal Plants. Vol 1. Behnashr Publication, Mashhad. 397p. (in Persian)
- 28- Ono M., Oda E., Tanaka T., Iida Y., Yamasaki T., Masuoka C., Ikeda T., and Nohara T. 2008. DPPH radical-scavenging effect on some constituents from the aerial parts of *Lippia triphylla*. Journal of Natural Medicines, 62 (1): 101-106.
- 29- Sahoo S. 2001. Conservation and Utilization of Medicinal and Aromatic Plants. Allied publishers, New Delhi, 423 p.
- 30- Santos-Gomes P.C., Fernandes-Ferreira M., and Vicente A.M.S. 2005. Composition of the essential oils from flowers and leaves of Vervain (*Aloysia triphylla* Britton) Grown in Portugal. Journal of Essential Oil Research, 17 (1): 73-78.
- 31- Valentão P., Fernandes E., Carvalho F., Andrade P.B., Seabra R.M., and Bastos M.L. 2002. Studies on the antioxidant activity of *Lippia citriodora* infusion: scavenging effect on superoxide radical, hydroxyl radical and hypochlorous acid. Biological & Pharmaceutical Bulletin, 25 (10): 1324-1327.



بررسی اثر قطع آبیاری در مرحله گلدهی و محلولپاشی اسپرمیدین بر برخی خصوصیات کمی و کیفی اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز (*Cuminum cyminum*)

سارا باختری^۱ - غلامرضا خواجه‌جویی نژاد^۲ - قاسم محمدی نژاد^۳ - روح اله مرادی^{۴*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۰۹

چکیده

به منظور بررسی تاثیر قطع آبیاری در مرحله گلدهی و محلولپاشی توسط اسپرمیدین بر برخی صفات اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز آزمایشی بصورت کرت‌های دوبار خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان در سال زراعی ۱۳۹۳ - ۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری در دو سطح (آبیاری کامل و قطع آبیاری در شروع مرحله گلدهی) به‌عنوان فاکتور اصلی، محلولپاشی توسط اسپرمیدین در ۳ سطح (۰، ۱ و ۲ میلی‌مولار) به‌عنوان فاکتور فرعی و اکوتیپ زیره ۳ سطح (کرمان، خراسان و اصفهان) به‌عنوان فاکتور فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که به استثنای تعداد شاخه فرعی و چتر در بوته دیگر صفات مورد بررسی تحت تاثیر تیمار قطع آبیاری قرار گرفتند. قطع آبیاری در مرحله گلدهی زیره سبز باعث کاهش تعداد دانه در چتر، بوته میری، عملکرد تک بوته و عملکرد دانه شد. در حالی که، صفات شاخص برداشت، درصد و عملکرد اسانس و محتوی پرولین در تیمار قطع آبیاری بیشتر از آبیاری کامل بود. به دلیل تعداد زیاد بوته از بین رفته در شرایط آبیاری کامل، میزان کاهش عملکرد دانه در هکتار تحت تاثیر تیمار قطع آبیاری بسیار کمتر از تک بوته بود. به‌طوری که، قطع آبیاری باعث کاهش ۵۸ و ۱۵ درصدی عملکرد دانه به ترتیب در بوته و هکتار نسبت به شرایط شاهد شد. در کلیه صفات مورد بررسی، اکوتیپ خراسان و کرمان نسبت به اکوتیپ اصفهان برتری نشان دادند. بیشترین میزان اسانس (۱۴/۹۲ کیلوگرم در هکتار) در تیمار محلولپاشی یک میلی‌مولار و برای اکوتیپ خراسان حاصل شد و کمترین میزان این صفت (۶/۸۷ کیلوگرم در هکتار) در تیمار عدم محلولپاشی برای اکوتیپ اصفهان بدست آمد. هیچ یک از صفات مورد بررسی تحت تاثیر محلولپاشی اسپرمیدین قرار نگرفت و بطور کلی، دو اکوتیپ کرمان و خراسان با توجه به واکنش مناسب‌تر به قطع آبیاری از پتانسیل بالاتری جهت کشت در شرایط آب و هوایی کرمان برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: اسانس، پلی‌آمین، پرولین، تنش خشکی، گیاه دارویی

مقدمه

یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی و صادراتی کشور زیره سبز (*Cuminum cyminum*) می‌باشد. این گیاه در حال حاضر در استان‌های خراسان، یزد، اصفهان و کرمان کشت شده و سال به سال بر اهمیت و سطح زیر کشت آن افزوده می‌شود (۳۴). دانه‌های زیره سبز حاوی مقادیر بالایی کاروتن، آهن و ترکیبات ثانوی مهم و دارویی است که در طب سنتی و نوین به عنوان آنتی‌اکسیدان و ضد نفخ مورد استفاده قرار می‌گیرد و در درمان اسهال، سوء هاضمه،

سردرد، سرماخوردگی، تب، زخم دهان و گلو و ... مؤثر است (۲۴). صرف نظر از ارزش اقتصادی زیره سبز، این گیاه قابل تطابق با روش‌های کشت ارگانیک می‌باشد (۳۱). یکی از مهم‌ترین موانع تولید مطلوب زیره سبز، خصوصاً در سال‌های پر باران ابتلای آن به بیماری‌های گیاهی می‌باشد. بیماری‌های بوته میری، سوختگی برگ و سفیدک سطحی زیره سبز که بترتیب عامل این سه بیماری *Erysiphe*، *Alternaria burnsii*، *Fusarium oxysporum* و *polygona* می‌باشند، جزء بیماری‌های مهم زیره سبز در نیا می‌باشند (۲۰). از بین این سه بیماری، تنها دو بیماری بوته میری و سوختگی برگ در ایران اهمیت داشته و خسارت زیادی به این محصول وارد می‌کند (۱۶). گزارش شده است که شرایط مطلوب برای گسترش بیماری بوته میری زیره سبز گرما به همراه رطوبت مناسب می‌باشد (۲۰). مشاهدات نشان می‌دهد که دوره رشد زایشی زیره سبز در کشت بهاره متناسب با درجه حرارت بالاتر و رطوبت کافی می‌باشد، که خود

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۴- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان
(*)-نویسنده مسئول: (Email: r.moradi@uk.ac.ir)

می‌تواند از مهم‌ترین دلایل آلودگی بیشتر کشت بهاره نسبت به کشت پاییزه باشد. اوج این بیماری در مرحله گلدهی زیره سبز بوده و از آنجائیکه عوامل بیماری به راحتی توسط آبیاری منتقل می‌شوند، آبیاری شدت این بیماری‌ها را افزایش می‌دهد (۳۲).

حدود یک سوم کره زمین را مناطق خشک و نیمه خشک در بر می‌گیرد که وسعت این مناطق بیش از ۴۵ میلیون کیلومتر مربع تخمین زده شده است. وسعت مناطق خشک و نیمه خشک در ایران بیش از ۱/۵ میلیون کیلومتر مربع است (۱). گیاهان در طی رشد خود با تنش‌های متعدد محیطی مواجه می‌شوند، هر یک از این تنش‌ها می‌توانند بسته به میزان حساسیت و مرحله رشد گونه گیاهی، اثرات متفاوتی بر رشد، متابولیسم و عملکرد آن‌ها داشته باشند. تنش خشکی از مهم‌ترین عوامل محیطی کاهش رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا محسوب می‌شود. در بین تنش‌های غیرزنده، خشکی مهم‌ترین تنش است که باعث کاهش عملکرد در محصولاتی می‌شود که به صورت دائم یا دوره‌ای در معرض آن قرار می‌گیرند (۸). کاهش میزان فتوسنتز به علت بسته شدن روزنه‌ها، کاهش رشد گیاه، کمبود مواد فتوسنتزی لازم برای پرکردن دانه و کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها از مهم‌ترین اثرات خشکی بر گیاهان است (۱۸).

بسیاری از گیاهان برای مقاومت در برابر تنش خشکی و شوری ترکیبات اسمولیت را سنتز می‌کنند (۲۵). از جمله اسمولیت‌ها می‌توان به پرولین، بتائین و پلی‌آمین‌ها اشاره نمود (۲۸). پلی‌آمین‌ها، پلی‌کاتیون‌های مهمی هستند که معمولاً در گیاهان به شکل دی‌آمین (پوترسین)، تری‌آمین (اسپرمیدین) و تتراآمین (اسپرمین) یافت می‌شوند (۲۹). این مواد در دامنه وسیعی از فرایندهای فیزیولوژیکی از جمله رشد و نمو گیاهان، تحریک تقسیم سلولی، سنتز DNA و پروتئین‌ها، کنترل ریشه‌زایی و واکنش به تنش‌های محیطی مانند سرما، گرما، خشکی و شوری نقش ایفا می‌کنند (۱۹).

گزارشات متعددی در مورد نقش پلی‌آمین‌ها در کاهش اثرات ناشی از تنش وجود دارد. به عنوان مثال، گزارش شده است که محلولپاشی اسپرمیدین بر روی گیاهچه‌های برنج قرار گرفته در معرض تنش شوری، موجب کاهش آسیب به غشا و افزایش مقاومت به تنش شوری این گیاه شد (۳۳).

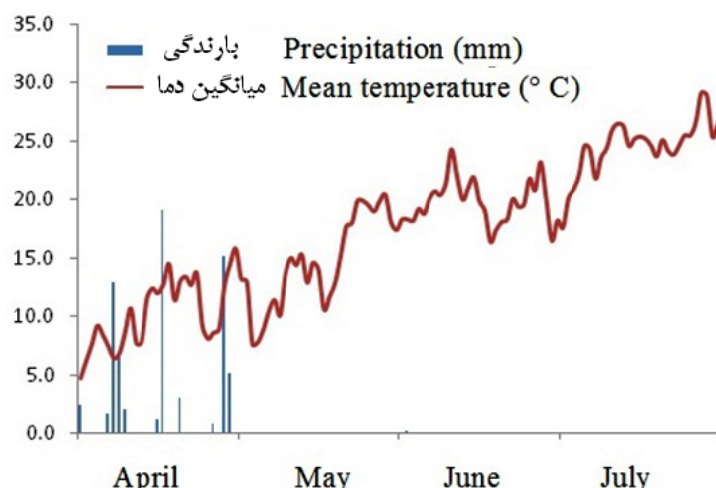
با توجه به کمبود منابع آب و موقعیت اقلیمی کشور که اکثر مناطق آن در ناحیه خشک و نیمه خشک قرار گرفته، اتخاذ روش‌های قطع آبیاری با هدف افزایش کارایی مصرف آب و استفاده بهینه از منابع آب امری ضروری و اجتناب ناپذیر است (۱۸). از طرفی، مبارزه شیمیایی با بیماری‌های خاک‌زاد علاوه بر هزینه زیاد و کارایی کم، ممکن است سبب مقاومت قارچ‌های بیماری‌زا نیز بشود. به این دلیل مبارزه اکولوژیک با این عوامل به عنوان یک راه چاره و روش

جایگزین مطرح و از اهداف مهم کشاورزی پایدار می‌باشد (۳۷). بنابراین، هدف از این آزمایش بررسی تاثیر قطع آبیاری در شروع مرحله گلدهی زیره سبز و همچنین محلولپاشی اسپرمیدین بر برخی صفات اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز شامل اکوتیپ‌های کرمان، خراسان و اصفهان در منطقه کرمان بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر کاربرد پلی‌آمین اسپرمیدین بر برخی خصوصیات کمی و کیفی اکوتیپ‌های مختلف گیاه زیره سبز تحت تاثیر تنش خشکی، آزمایشی به صورت اسپلینت اسپلینت پلات در پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان با عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۰۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۷۵۶ متری از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۲ - ۱۳۹۳ اجرا شد. با توجه به تقسیم‌بندی آمبرژه، این منطقه دارای اقلیم نیمه‌خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های معتدل می‌باشد. میزان بارندگی و میانگین دمای روزانه برای دوره رشد زیره سبز در منطقه مورد آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری در دو سطح (آبیاری کامل و قطع آبیاری در شروع مرحله گلدهی) به عنوان فاکتور اصلی، محلولپاشی توسط اسپرمیدین در ۳ سطح (۰، ۱ و ۲ میلی‌مولار) به عنوان فاکتور فرعی و اکوتیپ زیره در ۳ سطح (کرمان، خراسان و اصفهان) به عنوان فاکتور فرعی فرعی بود. اسپرمیدین ساخت شرکت مرک آلمان بصورت مایع با ترکیب شیمیایی $C_7H_{19}N_3$ از شرکت شیمی دانش آزما تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. اکوتیپ‌های مورد نظر از محل انبار بذر آزمایشگاه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان تهیه شد.

کاشت در هفتم اسفند ماه سال ۱۳۹۲ انجام گرفت. بدین منظور، کرت‌هایی به ابعاد ۵×۳ متر مربع ایجاد شد. در هر کرت ۶ ردیف کاشت به فاصله ۵۰ سانتی متر از یکدیگر ایجاد شده و بذور زیره سبز در عمق ۴-۳ سانتی متر کاشته شد. فاصله بین کرت‌های اصلی (آبیاری) در هر بلوک ۲ متر و بین کرت‌های فرعی و فرعی فرعی ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و بعد از آن هر ۱۰ روز یکبار به صورت کرتی صورت گرفت. برای حصول تراکم مناسب، گیاهان با رسیدن به ارتفاع ۵ سانتی متر تک شد. تراکم اعمال شده برای کلیه اکوتیپ‌های زیره سبز ۱۲۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. مبارزه با علف هرز توسط وجین دستی در ۳ نوبت انجام شد.



شکل ۱- میزان بارندگی و میانگین دمای روزانه برای منطقه کرمان در طول فصل رشد زیره
Figure 1- Precipitation and Mean temperature at growth stage of cumin in Kerman

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش
Table 1- Physical and chemical properties of the studied soil field

بافت خاک Texture	نیتروژن N (%)	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (ppm)	EC (dS m ⁻¹)	pH
لوم Loam	0.08	32.80	122	3.36	7.42

درصد و عملکرد اسانس اندازه گیری شد.

برای اندازه گیری پرولین از روش بیتس و همکاران (۶) استفاده شد. بدین منظور، ۰/۰۲ گرم از بافت فریز شده گیاه (ساقه و برگ) در ۱۰ میلی لیتر محلول ۳ درصد سولفوسالیسیلیک اسید سائیده و عصاره حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در ۵۰۰ گرم سانتریفیوژ شد. سپس ۲ میلی لیتر از مایع رویی را با ۲ میلی لیتر معرف نین هیدرین و ۲ میلی لیتر استیک اسید خالص مخلوط کرده و به مدت یک ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد حمام آب گرم قرار دادیم. سپس بلافاصله لوله های محتوی مخلوط در حمام یخ سرد شد. سپس ۴ میلی لیتر تولوئن به مخلوط اضافه و لوله ها به خوبی تکان داده شد. میزان جذب لایه رنگی فوقانی که حاوی تولوئن و پرولین می باشد در ۵۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین شد و برای محاسبه مقدار پرولین از منحنی استاندارد پرولین استفاده شد و نتایج بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر گزارش شد.

داده های حاصل از آزمایش بر اساس طرح آماری مورد استفاده، توسط نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد جهت مقایسه میانگین استفاده شد. رسم نمودارها نیز توسط نرم افزار Excel انجام شد.

برای اعمال تیمار آبیاری، در تیمار عدم تنش آبیاری تا مرحله رسیدگی هر ۱۰ روز یکبار ادامه یافت و در تیمار تنش، از شروع مرحله گلدهی (۲۵ اردیبهشت) که مطابق با شروع نمود بیماری بوته میری زیره سبز نیز می باشد، آبیاری قطع شد. محلولپاشی توسط اسپرمیدین در غلظت های مذکور در سه نوبت (بعد از تنک، قبل از گلدهی و اواسط گلدهی) در ساعت ۹ صبح صورت گرفت. قبل از برداشت (۱۷ خرداد) تعداد ۵ بوته انتخاب و صفاتی از قبیل تعداد شاخه فرعی، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و عملکرد بوته مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین عملکرد نهایی در هر کرت دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان اثر حاشیه ای حذف شد و باقیمانده به عنوان عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه تعیین شد. جهت تعیین میزان بوته میری نیز، قبل از برداشت تعداد بوته های از بین رفته در هر کرت (۱۲ متر مربع) شمارش شد و میزان بوته میری برای هر کرت گزارش شد.

مقدار ۵۰ گرم از دانه تولید شده در هر کرت به صورت تصادفی انتخاب و توسط دستگاه کلونجر با استفاده از روش تقطیر با آب، اسانس آن اندازه گیری شد. به این منظور هر نمونه ابتدا کاملاً آسیاب شده و سپس درون بالن یک لیتری ریخته شده و ۷۵ میلی لیتر آب به آن اضافه شد. سپس، به مدت ۴ ساعت در دستگاه کلونجر قرار داده شد (۱۱) و پس از رطوبت زدایی آب آن توسط سولفات سدیم با استفاده از روش (۱۳)، درصد و عملکرد اسانس تعیین شد. بدین ترتیب

نتایج و بحث

شاخه جانبی

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) به جزء اثر تیمار اکوتیپ که برای این صفت در سطح یک درصد معنی دار گردید، سایر تیمارهای مورد بررسی از لحاظ آماری تاثیر معنی داری بر این صفت نداشتند. عدم تاثیر معنی دار اسپرمیدین بر خصوصیات رشد زیره سبز احتمالاً به دلیل عدم واکنش پذیری این گیاه از هورمون مذکور می باشد. بنظر می رسد، از آنجایی که تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی گیاه زیره سبز انجام گرفت که در این مرحله تعداد شاخه جانبی گیاه شکل گرفته بودند، این صفت تحت تاثیر تیمار تنش آبی قرار نگرفت. مقایسه میانگین بین اکوتیپ های مختلف از لحاظ صفت تعداد شاخه فرعی نشان داد که بیشترین میانگین تعداد شاخه فرعی (۶/۰۳) مربوط به اکوتیپ خراسان و کمترین میزان این صفت (۴/۹۳) در اکوتیپ اصفهان مشاهده شد (جدول ۴). مقدار این صفت برای اکوتیپ کرمان نیز برابر ۵/۸۳ بدست آمد.

در مورد اکوتیپ نیز بنظر می رسد دلیل تفاوت در تعداد شاخه جانبی منشاء ژنتیکی داشته باشد. البته علینیان و رزمجو (۳) گزارش کردند که برای زیره سبز وجود تعداد شاخه فرعی بیشتر در برخی ژنوتیپ ها علاوه بر این که می تواند منشاء ژنتیکی داشته باشد، می تواند بیانگر سازگاری آن ژنوتیپ به شرایط آب هوایی آن منطقه نیز باشد.

تعداد چتر در بوته

اثر ساده اکوتیپ بر تعداد چتر زیره سبز در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین برای این صفت نشان داد که بالاترین میانگین تعداد چتر با میزان ۲۰/۹۲ در اکوتیپ خراسان بدست آمد که نسبت به اکوتیپ کرمان دارای اختلاف معنی داری از لحاظ آماری نبود ولی هردو این اکوتیپ ها با اکوتیپ اصفهان اختلاف معنی داری داشتند (جدول ۴). این موضوع خود می تواند پتانسیل بالاتر اکوتیپ کرمان و خراسان را نسبت به اکوتیپ اصفهان نشان دهد. سایر اثرات ساده و متقابل برای این صفت از لحاظ آماری معنی دار نشد (جدول ۲).

بنظر می رسد با توجه به رشد محدود بودن زیره سبز، همانند تعداد شاخه جانبی در بوته، تعداد چتر نیز به دلیل اعمال تنش خشکی بعد از مرحله گلدهی که تعداد چتر شکل گرفته بود، اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف قطع آبیاری مشاهده نشد. ولی بطور کلی، تعداد چتر در گیاه به میزان رشد رویشی گیاه بستگی داشته و کاهش رشد رویشی در اثر تنش ایجاد شده قبل از گلدهی منجر به کاهش تعداد چتر در گیاه خواهد شد.

تعداد دانه در چتر

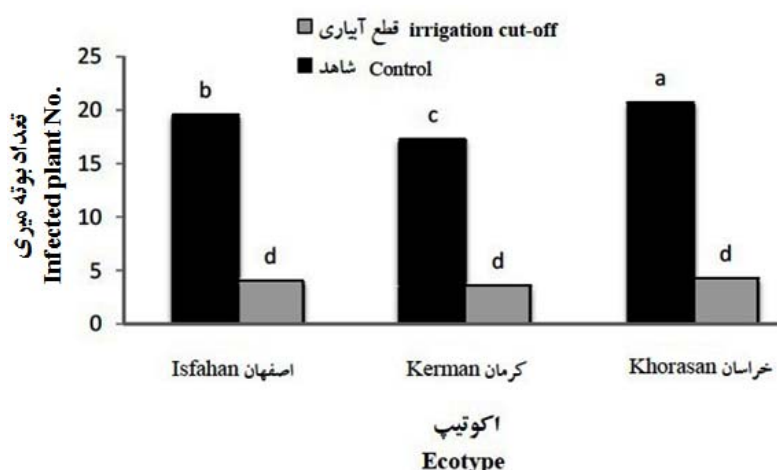
اثرات ساده قطع آبیاری و اکوتیپ برای صفت تعداد دانه در چتر در سطح یک درصد معنی دار گردیدند، ولی سایر اثرات مورد بررسی معنی دار نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین برای این صفت نشان داد که بالاترین میانگین تعداد دانه در چتر در تیمار آبیاری کامل بدست آمد که نسبت به تیمار قطع آبیاری دارای اختلاف معنی داری از لحاظ آماری بود (جدول ۳). بطوری که، تیمار قطع آبیاری باعث کاهش ۲۱ درصدی تعداد دانه در چتر شد. به نظر می رسد، قطع آبیاری در مرحله گلدهی زیره سبز که هنوز دانه ای تشکیل نشده است، منجر به کاهش فتوسنتز گیاه و به تبع آن کاهش مواد فتوسنتزی موجود برای تشکیل دانه شده است و گیاه برای سازگاری با این شرایط تعداد دانه خود را کاهش داده است. کاهش تعداد و یا وزن دانه از راهبردهای گیاه در زمان مواجه با تنش خشکی می باشد (۱۸). همچنین، مقایسه میانگین بین اکوتیپ های مختلف از لحاظ صفت تعداد دانه در چتر نشان داد که بیشترین میانگین تعداد دانه در چتر (۱۱/۵۴) مربوط به اکوتیپ کرمان بود. این مقدار برای اکوتیپ های خراسان و اصفهان به ترتیب برابر ۱۰/۹۳ و ۹/۶۲ دانه در چتر بدست آمد که اختلاف معنی داری از لحاظ آماری با یکدیگر داشتند (جدول ۴).

بوته میری

از بین اثرات ساده تیمار قطع آبیاری و اکوتیپ بر روی بوته میری زیره سبز در سطح یک درصد تاثیر معنی داری دارا بودند و این صفت تحت تاثیر اثرات ساده محلولپاشی قرار نگرفت (جدول ۲). میانگین تعداد بوته های از بین رفته در هر کرت (۱۲ متر مربع) در تیمار آبیاری کامل حدود ۱۹ عدد و در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی حدود ۴ عدد بود (جدول ۳). این نشان دهنده نقش مثبت و معنی دار قطع آبیاری در مرحله گلدهی بر میزان آلودگی مزرعه به بوته میری بود. گزارش شده است که شرایط مطلوب برای گسترش بیماری بوته میری زیره سبز گرما به همراه رطوبت می باشد. اوج این بیماری در مرحله گلدهی زیره سبز بوده و از آنجائی که عوامل بیماری بوته میری خاکزاد بوده و به راحتی توسط آبیاری منتقل می شوند (۳۲)، آبیاری شدت این بیماری ها را افزایش می دهد. زیره سبز به بیماری بوته میری در مرحله گلدهی مخصوصاً در شرایط آب و هوایی مرطوب و گرم حساس می باشد. بنابراین، بنظر می رسد آبیاری در زمان گلدهی این گیاه، شرایط را برای رشد بیشتر و همچنین انتقال سریع تر این بیماری فراهم نموده و باعث افزایش بوته های از بین رفته نسبت به تیمار قطع آبیاری شده است. علی زاده (۴) نیز به ابتلاء بوته ها به بیماری در اثر آبیاری اشاره کرده است. در آزمایش حاضر نیز تیمار آبیاری کامل سبب افزایش بوته میری شد.

گردید و دیگر اثرات متقابل تاثیر معنی داری بر این صفت دارا نبودند (جدول ۲). با توجه به شکل ۲ می توان دریافت که بالاترین میانگین بوته میری در هر یک از اکوتیپ های بررسی شده مربوط به تیمار عدم قطع آبیاری (شاهد) بود. هم در شرایط آبیاری کامل و هم قطع آبیاری میزان بوته میری در اکوتیپ خراسان بالاتر از اصفهان و آن هم بالاتر از کرمان بود.

اکوتیپ کرمان و خراسان به ترتیب کمترین (۱۰/۴۱ عدد) و بیشترین (۱۲/۴۹ عدد) میزان بوته میری را نشان دادند (جدول ۴). به نظر می رسد اکوتیپ خراسان نسبت به دو اکوتیپ دیگر از حساسیت بالاتری نسبت به بیماری بوته میری برخوردار باشد. از بین اثرات متقابل دوگانه و سه گانه، تنها برهمکنش قطع آبیاری در اکوتیپ برای صفت بوته میری در سطح یک درصد معنی دار



شکل ۲- اثر متقابل آبیاری × اکوتیپ های مورد بررسی زیره سبز از لحاظ تعداد بوته میری در هر کرت (۱۲ متر مربع) حرف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.
Figure 2- The interaction effect of Irrigation × ecotype on damping off infected plants in each plot. The same letters are not significantly different by LSD test ($p < 0.05$)

سلولی می شود، در نتیجه منجر به کاهش سطح برگ شده و باعث جلوگیری از جذب نور، افت فتوسنتز و در نتیجه کاهش عملکرد می شود (۲۷).

مقایسه بین اکوتیپ های مختلف زیره سبز نشان داد که بین اکوتیپ های خراسان و کرمان اختلاف معنی داری از لحاظ وزن دانه در تک بوته وجود نداشت. در حالی که، میزان این صفت در اکوتیپ اصفهان به طور معنی داری پایین تر از دو اکوتیپ ذکر شده بود (جدول ۴). به نظر می رسد، میزان وزن دانه در بوته برای اکوتیپ های مورد بررسی نیز متناسب با تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر بود. مقایسه میانگین انجام شده در مورد اثر متقابل قطع آبیاری و اکوتیپ بر وزن دانه در تک بوته نشان داد که در هر سه اکوتیپ مورد بررسی با اعمال قطع آبیاری میانگین صفت مورد بررسی کاهش یافت (شکل ۳). همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در هر دو سطح آبیاری بررسی شده، اکوتیپ های کرمان و خراسان دارای برتری معنی داری از لحاظ آماری نسبت به اکوتیپ اصفهان بودند.

وزن دانه در تک بوته

با توجه به جدول ۲ (تجزیه واریانس) اثرات ساده قطع آبیاری و اکوتیپ و اثر متقابل آن ها در سطح یک درصد برای صفت وزن دانه در وزن دانه در تک بوته معنی دار گردید. ولی، سایر اثرات ساده و متقابل از لحاظ آماری معنی دار نشد. با بررسی مقایسه میانگین بین سطوح مختلف تیمار آبیاری برای این صفت (جدول ۳) مشخص می شود که با اعمال قطع آبیاری، وزن دانه در تک بوته نیز کاهش معنی داری یافته است. به طوری که، وزن دانه در تک بوته برای شرایط آبیاری کامل و قطع آبیاری به ترتیب برابر با ۰/۶۵ و ۰/۴۱ گرم بود. به عبارتی، قطع آبیاری در مرحله گلدهی زیره سبز باعث کاهش حدود ۵۸ درصدی وزن دانه در تک بوته این گیاه شد. از آنجایی که وزن دانه در تک بوته برآیندی از تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه می باشد، بنظر می رسد متناسب با کاهش تعداد دانه در بوته و همچنین وزن هزار دانه در شرایط تنش خشکی، عملکرد دانه در تک بوته نیز در این شرایط کاهش یافته است. کمبود آب بر فعالیت انبساط سلولی توسط تغییرات فیزیکی و متابولیکی اثر گذاشته و باعث کاهش تورژسانس

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در اکتیپ‌های مختلف زیره سبز تحت تیمارهای مختلف آبیاری و محلولپاشی
Table 2- ANOVA of measured traits of cuminas affected by irrigation and foliar application treatments

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی Df	شاخه فرعی No. branch	تعداد چتر/بوته Umbels /plant	تعداد دانه چتر/umbel Seeds/umbel	بوته میری damping off infected plants	وزن دانه بوته Seed weight /plant	عملکرد دانه هکتار/ha Seed yield /ha	شاخص برداشت Harvest index	اسانس Essential oil (%)	عملکرد اسانس Essential oil yield	پروترین Proline
بلوک Block	2	0.03 ^{ns}	3.84 ^{ns}	0.426 ^{ns}	1.45 ^{ns}	0.0012 ^{ns}	520.8 ^{ns}	18.38*	0.002 ^{ns}	0.925 ^{ns}	8.88 ^{ns}
آبیاری (A) Irrigation	1	0.002 ^{ns}	3.38 ^{ns}	54.44**	31.19**	0.735**	55697**	124**	1.11**	3.03*	92.33**
خطای اول Error 1	2	0.25	1.07	0.873	1.86	0.003	235	3.53	0.046	1.98	6.44
اسپرمیدین (B)	2	0.003 ^{ns}	1.05 ^{ns}	1.13 ^{ns}	0.751 ^{ns}	0.003 ^{ns}	1930 ^{ns}	0.16 ^{ns}	0.002 ^{ns}	1.17 ^{ns}	0.003 ^{ns}
A×B	2	0.035 ^{ns}	1.35 ^{ns}	0.068 ^{ns}	6.91**	0.001 ^{ns}	897 ^{ns}	1.67 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.862 ^{ns}	0.003 ^{ns}
خطای دوم Error 2	4	0.06	3.08	0.390	0.514	0.004	3310	3.21	0.024	0.323	0.002
اکوتیپ (C) Ecotype	2	6.15**	80.71**	17.21**	20.21**	0.414**	287039**	1.89 ^{ns}	0.463**	284.3**	0.56**
A×C	2	0.032 ^{ns}	0.381 ^{ns}	0.039 ^{ns}	8.75**	0.025**	3028*	0.26 ^{ns}	0.007 ^{ns}	1.80 ^{ns}	0.0005 ^{ns}
B×C	4	0.033 ^{ns}	1.64 ^{ns}	0.277 ^{ns}	0.961 ^{ns}	0.002 ^{ns}	2349 ^{ns}	2.38 ^{ns}	0.004 ^{ns}	2.11*	0.009*
A×B×C	4	0.115 ^{ns}	0.541 ^{ns}	0.341 ^{ns}	0.417 ^{ns}	0.003 ^{ns}	71.20 ^{ns}	2.53 ^{ns}	0.010 ^{ns}	0.275 ^{ns}	0.007 ^{ns}
خطای سوم Error 3	28	0.050	3.18	0.399	0.517	0.004	902	9.72	0.032	0.582	0.003

ns = non significant. * = Significant at 5% level. ** = Significant at 1% level
ns به ترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی داری می باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف آبیاری در مورد صفات اندازه گیری شده زیره سبز

Table 3- Mean comparison of different irrigation treatments based on cumin measured traits

آبیاری	شاخه / چتر Seeds /umbel	تعداد بوته میری / کرت Damping off infected plants /plot	تعداد بوته / بوته Seed weight /plant (g)	عملکرد دانه Seed yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)	اسانس Essential oil (%)	عملکرد اسانس Essential oil yield (Kg/ha)	پروترین Proline (mg/g FW)
شاهد Control	11.70 ^a	19.17 ^a	0.65 ^a	484.5 ^a	42.28 ^b	2.53 ^b	12.42 ^a	2.32 ^b
قطع آبیاری Irrigation cut-off	9.69 ^b	3.97 ^b	0.41 ^b	420.3 ^b	45.31 ^a	2.82 ^a	11.94 ^b	4.94 ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Column means with the same letter are not significantly different by LSD test ($p < 0.05$)

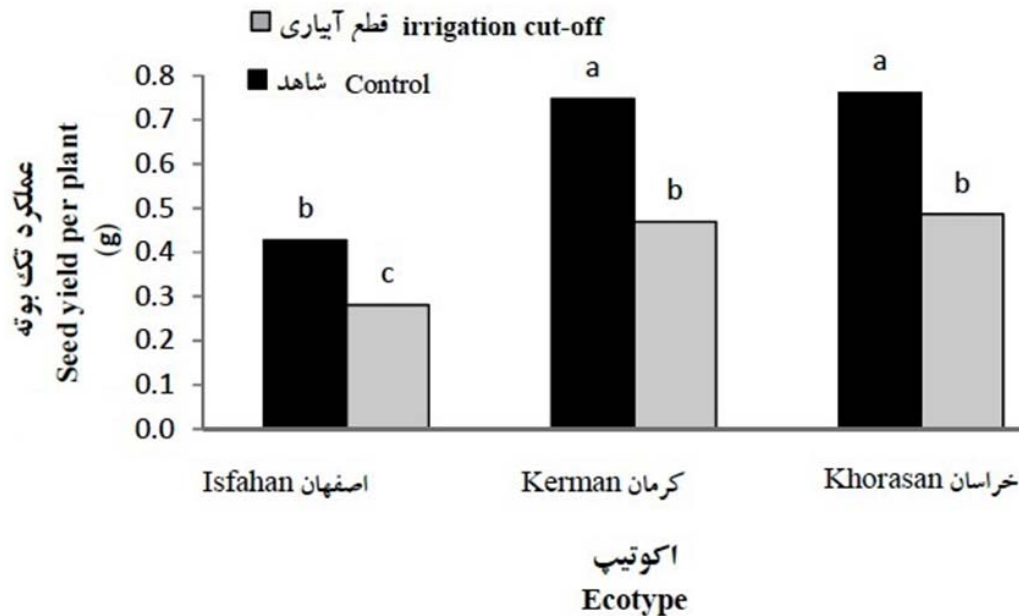
جدول ۴- مقایسه میانگین بین اکتیپ‌های زیره سبز در مورد صفات اندازه گیری شده

Table 4- Mean comparison of various ecotypes of cumin based on measured traits

اکتیپ Ecotype	شاخه فرعی No. branch	تعداد چتر Umbels /plant	تعداد بوته / بوته Damping off infected plants /plot	تعداد بوته / بوته Seed weight /plant (g)	وزن دانه / بوته Seed yield (kg/ha)	اسانس Essential oil (%)	عملکرد اسانس Essential oil yield (Kg/ha)	پروترین Proline (mg/g FW)
کرمان Kerman	5.83 ^b	20.02 ^a	10.41 ^c	0.61 ^a	525.3 ^a	2.76 ^a	14.45 ^a	3.74 ^a
اصفهان Isfahan	4.93 ^c	16.88 ^b	11.80 ^b	0.35 ^b	306.6 ^b	2.49 ^b	7.59 ^b	3.43 ^b
خراسان Khorasan	6.03 ^a	20.92 ^a	12.49 ^a	0.62 ^a	525.3 ^a	2.77 ^a	14.50 ^a	3.72 ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Column means with the same letter are not significantly different by LSD test ($p < 0.05$)



شکل ۳- اثر متقابل آبیاری × اکوتیپ بر وزن دانه در تک بوته
حرف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند
Figure 3- The interaction effect of Irrigation × ecotype on seed weight per plant
The same letters are not significantly different by LSD test ($p < 0.05$)

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده قطع آبیاری و اکوتیپ در سطح یک درصد و اثر متقابل آنها در سطح پنج درصد برای عملکرد دانه معنی دار گردیدند. ولی، سایر اثرات ساده و متقابل برای این صفت از لحاظ آماری معنی دار نبود (جدول ۲).

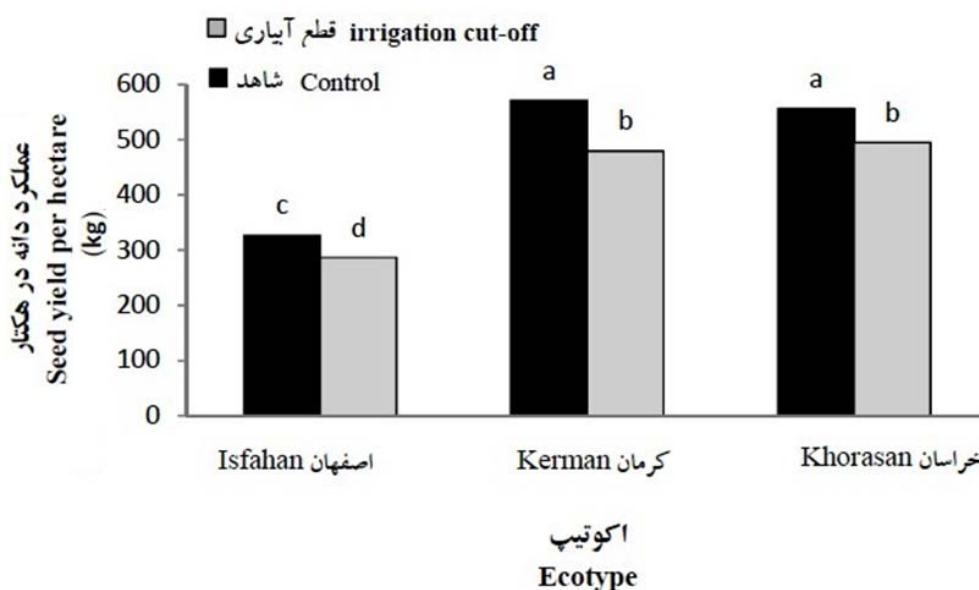
مقایسه میانگین بین تیمار قطع آبیاری و شاهد از لحاظ تعداد دانه در بوته در جدول ۳ نشان داده شده است. گیاهان رشد کرده در شرایط عدم قطع آبیاری (شاهد) دارای عملکرد دانه در هکتار بیشتری در مقایسه با گیاهان رشد یافته در شرایط قطع آبیاری بودند که این اختلاف از لحاظ آماری معنی دار بود. نکته قابل توجه این است که کاهش عملکرد دانه در هکتار با اعمال تنش خشکی نسبت به آبیاری کامل حدود ۱۵ درصد بود. حال اگر این مقدار با میزان کاهش عملکرد تک بوته (۵۸ درصد) مقایسه شود (جدول ۳)، به خوبی نشان می دهد که درصد کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی برای تک بوته بسیار بیشتر از کاهش عملکرد در هکتار بوده است. این موضوع خود نقش مثبت قطع آبیاری در کنترل بوته میری را نشان می دهد. به طوری که، با این که قطع آبیاری باعث کاهش ۵۸ درصدی عملکرد تک بوته شده است. ولی، به دلیل اثر مثبت قطع آبیاری در جلوگیری از انتقال بوته میری و در نتیجه کاهش تعداد بوته از بین رفته در این شرایط نسبت به آبیاری کامل، سبب شده است که میزان کاهش عملکرد در هکتار بسیار کمتر باشد و عبارتی کنترل بیماری و کاهش تعداد بوته های از بین رفته در شرایط تنش خشکی، میزان کاهش

ناشی از تنش خشکی را تا حدود زیادی تعدیل نماید. عبارتی، مقایسه عملکرد در بوته و هکتار خود نقش مثبت قطع آبیاری را بر عملکرد کل نشان می دهد.

مقایسه میانگین بین سطوح فاکتور تیمار اکوتیپ نیز نشان داد که بیشترین و کمترین میزان تعداد دانه در بوته به ترتیب با میانگین های ۲۳۱/۲ و ۱۶۲/۹۱ مربوط به اکوتیپ های کرمان و اصفهان بود که دارای اختلاف معنی داری از لحاظ آماری با یکدیگر بودند (جدول ۴). عملکرد تابعی است از اجزاء مختلفی که می توانند شامل تعداد گیاه در واحد سطح، تولید ماده خشک، تعداد دانه و اندازه بذر باشند. خشکی در واقع با محدود کردن تعداد دانه، روی عملکرد تأثیر می گذارد و این محدودیت یا از طریق تأثیر روی مقدار ماده خشک تولید شده در زمان گلدهی و یا از طریق اثر مستقیم روی دانه گرده یا تخمک اعمال می گردد. خشکی همچنین با محدود کردن فراهمی مواد فتوسنتزی موجب کاهش سرعت پر شدن دانه، اندازه دانه و در نتیجه عملکرد دانه می شود (۵). کشاورز و همکاران (۱۷) گزارش نمودند که تنش خشکی در مرحله ۵۰ درصد خوشه دهی، عملکرد دانه ارقام جو را تحت تأثیر قرار داده و در مرحله پر شدن دانه باعث کاهش وزن هزار دانه و عملکرد دانه گردید.

بررسی اثر متقابل آبیاری و اکوتیپ نیز نشان داد که در هر سه اکوتیپ مورد بررسی، عملکرد دانه در شرایط قطع آبیاری بطور معنی داری کمتر از آبیاری کامل بود (شکل ۴). در شرایط آبیاری کامل اکوتیپ خراسان و در قطع آبیاری اکوتیپ کرمان بیشترین عملکرد

دانه در هکتار را دارا بودند. این می‌تواند نشان دهنده ثبات عملکرد بیشتر اکوتیپ کرمان نسبت به خراسان در شرایط تنش آبی در منطقه کرمان باشد.



شکل ۴- اثر متقابل آبیاری × اکوتیپ بر عملکرد دانه در هکتار
حرف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند
Figure 4- The interaction effect of Irrigation × ecotype on seed yield per hectare
The same letters are not significantly different by LSD test ($p < 0.05$)

تنش قرار می‌گیرند با صادر کردن سیگنال‌هایی به تمام قسمت‌ها روند پیری زودرس را در پی خواهند گرفت بدین صورت که با کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به سایر قسمت‌ها، تمام انرژی خود را معطوف به مقصدهای فیزیولوژیک خواهد کرد در نتیجه از رشد گیاه کاسته شده و بر ذخیره مقصدها افزوده می‌گردد. در پی چنین مکانیسمی ضرب برداشت یا همان شاخص برداشت افزایش می‌یابد (۱۵).

درصد اسانس

اثرات ساده قطع آبیاری و اکوتیپ برای صفت درصد اسانس در سطح یک درصد معنی دار گردیدند ولی سایر اثرات مورد بررسی معنی دار نگردیدند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین برای این صفت نشان داد که بالاترین میانگین درصد اسانس با میزان ۲/۸۲ از تیمار قطع آبیاری بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد دارای اختلاف معنی داری از لحاظ آماری بود (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین بین اکوتیپ‌های مختلف از لحاظ درصد اسانس نشان داد که بیشترین میانگین درصد اسانس (۲/۷۷) مربوط به اکوتیپ خراسان بود که با درصد اسانس بدست آمده از اکوتیپ کرمان (۲/۷۶) اختلاف معنی داری نداشت. در حالی که، این مقدار برای اکوتیپ اصفهان برابر ۲/۴۹ بدست آمد که اختلاف معنی داری از لحاظ آماری با دو اکوتیپ

شاخص برداشت

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) به جزء اثر تیمار قطع آبیاری که برای این صفت در سطح یک درصد معنی دار گردید سایر اثرات مورد بررسی از لحاظ آماری معنی دار نگردیدند. مقایسه میانگین بین دو سطح تیمار آبیاری از لحاظ شاخص برداشت نشان داد که بیشترین میانگین شاخص برداشت (۴۵/۳۱) مربوط به تیمار قطع آبیاری بود در حالی که این مقدار برای تیمار عدم قطع آبیاری (شاهد) برابر ۴۲/۲۸ بدست آمد که اختلاف معنی داری از لحاظ آماری با یکدیگر داشتند (جدول ۳). بالا بودن میزان شاخص برداشت در شرایط تنش خشکی می‌تواند نشان دهنده این مطلب باشد که زیره سبز در شرایط مواجهه با خشکی، مواد غذایی را بیشتر به سمت دانه‌ها منتقل می‌کند و این امر باعث افزایش کمتر رشد اندام هوایی نسبت به وزن دانه شده است. این موضوع خود منجر به بهبود شاخص برداشت در شرایط قطع آبیاری شده است.

یکی از امتیازات برجسته زیره سبز نسبت به بسیاری از گیاهان زراعی بالا بودن شاخص برداشت آن است. کوچک بودن اندازه بوته، رشته ای بودن برگ‌ها، در اولویت قرار گرفتن اختصاص مواد به دانه در حال پرشدن، قرار گرفتن دانه‌ها در بالاترین قسمت گیاه و انجام فتوسنتز توسط دانه‌ها می‌تواند دلایل بالا بودن ضریب برداشت این گیاه باشند (۲۳). گزارش شده است که گیاهان هنگامی که در معرض

درصد تاثیر معنی داری بر میزان عملکرد اسانس نشان دادند (جدول ۲).

نتایج نشان داد که قطع آبیاری در مرحله گلدهی منجر به کاهش معنی دار عملکرد اسانس زیره سبز نسبت به شرایط عدم قطع آبیاری شد. میزان این صفت در تیمار شاهد حدود چهار درصد بیشتر از تیمار قطع آبیاری بود (جدول ۳). مقایسه سه اکوتیپ بررسی شده از لحاظ عملکرد اسانس نشان داد که اکوتیپ‌های خراسان و کرمان بیشترین میانگین این صفت را دارا بودند که در عین حال تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل اسپرمیدین در اکوتیپ نشان داد که بین غلظت‌های مختلف اسپرمیدین در هر یک از اکوتیپ‌های بررسی شده تفاوت معنی داری از لحاظ آماری وجود ندارد ولی در عین حال عملکرد اسانس اکوتیپ اصفهان در تمام غلظت‌ها به طور معنی داری کمتر از دو اکوتیپ دیگر بود (شکل ۵).

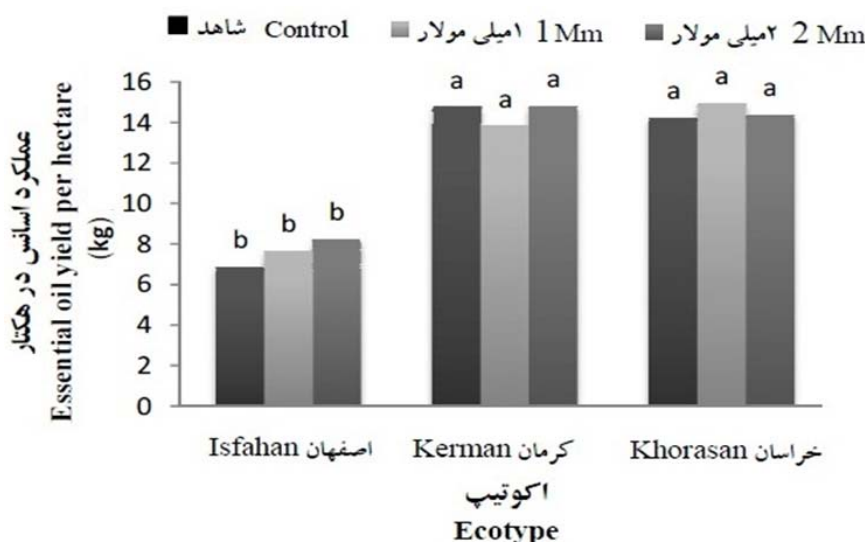
عملکرد اسانس برآیندی از درصد اسانس و عملکرد دانه می‌باشد (۳۶). بت‌آیب و همکاران (۷) گزارش نمودند که تنش آبی با این‌که باعث افزایش درصد اسانس زیره سبز شد ولی به دلیل کاهش میزان عملکرد دانه در تیمار کم آبی، میزان عملکرد اسانس در این شرایط نسبت به تیمار آبیاری کامل کاهش معنی داری نشان داد. احمدیان و همکاران (۲) نیز با بررسی تاثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه و کمیت اسانس گیاه بابونه آلمانی گزارش نمودند که کاهش میزان آب باعث کاهش معنی دار عملکرد گل و افزایش معنی دار درصد اسانس این گیاه نسبت به شرایط آبیاری بصورت کامل شد. ایشان تاکید نمودند که با کاهش درصد ظرفیت زراعی میزان عملکرد اسانس نیز مطابق با عملکرد گل کاهش نشان داد.

دیگر داشت (جدول ۴). از آنجایی که، اسانس‌ها جزئی از متابولیت‌های ثانویه گیاهی هستند و گیاه معمولاً در هنگام دریافت تنش محیطی میزان این مواد را در اندام خود افزایش می‌دهد (۲۲)، در آزمایش حاضر نیز بنظر می‌رسد قرار گرفتن گیاه در شرایط تنش خشکی باعث افزایش درصد اسانس شده است. رحیمی (۳۰) گزارش نمود که تغییر دور آبیاری از ۵ به ۱۱ روز باعث افزایش حدود ۱۹ درصدی اسانس گیاه زیره سبز شد.

فرزانه و همکاران (۱۲) اظهار داشتند که با وجود تاثیر عوامل محیطی به ویژه شرایط تنش زا بر تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی، کمیت و کیفیت این مواد بشدت تحت کنترل عوامل ژنتیکی گیاه می‌باشند. هاشمیان و همکاران (۱۴) با بررسی میزان اسانس زیره سبز در ۱۱ اکوتیپ بومی مورد کشت و کار در شمال شرق کشور تایید نمودند که درصد اسانس در اکوتیپ‌های مذکور در دامنه ۱/۳۶ تا ۲/۲۰ درصد متفاوت بود. ایشان اظهار داشتند که بنظر می‌رسد محتوی اسانس بذر گیاه زیره سبز بیش از هر عاملی تحت تاثیر ژنتیک این گیاه باشد.

عملکرد اسانس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از بین تیمارهای مورد بررسی اثرات ساده آبیاری (در سطح ۵ درصد) و اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز (در سطح ۱ درصد) تاثیر معنی داری بر عملکرد اسانس زیره سبز دارا بودند و این صفت تحت تاثیر معنی دار تیمار محلولپاشی قرار نگرفت (جدول ۲). از بین اثرات متقابل تنها برهمکنش محلولپاشی توسط اسپرمیدین با اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز در سطح احتمال ۵



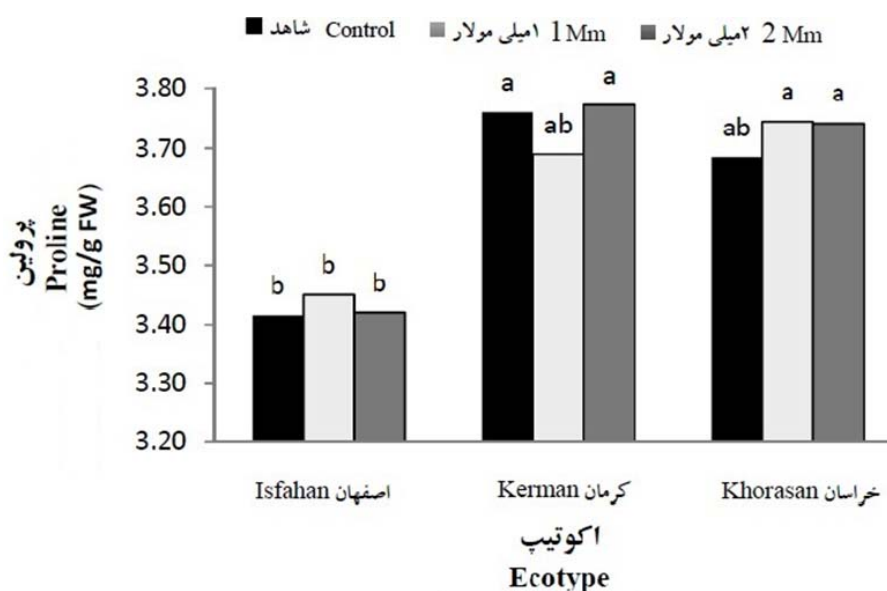
شکل ۵- اثر متقابل اسپرمیدین × اکوتیپ بر عملکرد اسانس

حرف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

Figure 5- The interaction effect of spermidin × ecotype on essential oil yield
The same letters are not significantly different by LSD test ($p < 0.05$)

محتوای پرولین

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر ساده قطع آبیاری بر روی محتوای پرولین زیره سبز در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. نتایج مقایسه میانگین برای این صفت نشان داد که بالاترین میانگین محتوای پرولین از تیمار قطع آبیاری بدست آمد که نسبت به تیمار آبیاری کامل دارای اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری بود (جدول ۳). اثر تیمار اکوتیپ برای این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین بین اکوتیپ‌های مختلف از لحاظ محتوای پرولین نشان داد که بیشترین میانگین محتوای پرولین مربوط به اکوتیپ کرمان بود در حالی که با اکوتیپ خراسان اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری نداشتند و کمترین محتوای پرولین برای اکوتیپ اصفهان ثبت شد (جدول ۴).



شکل ۶- اثر متقابل اسپرمیدین × اکوتیپ بر محتوای پرولین

حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

Figure 6- The interaction effect of spermidin × ecotype on proline contents
The same letters are not significantly different by LSD test ($p < 0.05$)

تنش‌های محیطی نشان می‌دهد. افزایش پرولین باعث سازش بیشتر سلول با شرایط تنش و حفاظت از آنزیم‌های سیتوزول و ساختارهای سلولی می‌شود. پرولین نقش‌های متعددی مانند تنظیم pH سلول، پایدار کردن پروتیین، محافظت در برابر سرما و تنظیم پتانسیل ردوکس دارد (۲۱). تجمع پرولین رابطه مثبت و مستقیم با افزایش مقاومت به کم‌آبی در تنش‌های کم‌آبی و شوری ایجاد شده در گیاهان دارد (۳۵) که ما نیز به همین نتیجه دست یافتیم و شکل ۶ افزایش معنی‌دار مقدار پرولین در گیاهان تحت تنش آبی را نشان می‌دهد. گزارش

افزایش غلظت پرولین، عمومی‌ترین عکس‌العملی است که به محض کمبود آب یا کاهش پتانسیل اسمزی نه تنها در گیاهان بلکه در جلبک‌ها، باکتری‌ها، بی‌مهرگان دریایی و پروتوزوآها مشاهده شده است (۹). به نظر می‌رسد پرولین در بسیاری از گونه‌های گیاهی و در بسیاری از تنش‌ها از قبیل خشکی، شوری، دما و شدت نور زیاد تجمع می‌یابد (۱۰).

القای سنتز پرولین از نخستین پاسخ‌های گیاه به تنش‌های محیطی محسوب می‌شود. در بین آمینواسیدها، پرولین حساسیت بیشتری به

مشابهی نیز در مورد تنش کم آبی روی گیاهان گندم، ذرت و برنج وجود دارد و مشخص شده است که تجمع پرولین در سیتوپلاسم مانند یک اسموتیکوم در حفاظت ساختمان ماکرومولکولها در محیطی که تعادل یونی آن بهم خورده عمل می کند (۲۶).

نتیجه گیری کلی

نتایج نشان داد که اکثر صفات اندازه گیری شده به جزء تعداد شاخه فرعی و تعداد چتر به طور معنی داری تحت تاثیر تیمار آبیاری قرار گرفتند. بر طبق این نتایج تیمار قطع آبیاری جزء در مورد شاخص برداشت، درصد اسانس و محتوای پرولین در سایر صفات از میانگین کمتری برخوردار بود. تیمار قطع آبیاری باعث افزایش درصد و کاهش عملکرد اسانس نسبت به شرایط آبیاری کامل شد. یکی از تاثیرات

منابع

- 1- Abolhassani M., Lakzian A., Haghnia Gh., and Sarcheshme-poor M. 2006. Inoculation of alfalfa with *Synorhizobium melliluni* of resister to drought and slat stress in water deficit condition in greenhouse. *Iranian Field Crop Research*, 4: 183-195. (Persian with English Summary).
- 2- Ahmadian A., Ghanbari A., and Siaharsar B. 2011. Effect of drought stress and chemicals and organic fertilizers on yield and yield components of *Matricaria chamomilla* L. *Journal of Agroecology*, 3:383-395. (Persian with English Summary).
- 3- Alinian S., and Razmjoo J. 2014. Phenological, yield, essential oil yield and oil content of cumin accessions as affected by irrigation regimes. *Industrial Crops and Products*, 54:167-174.
- 4- Alizadeh A., Tavoosi M., Imanlo M., and Nassiri M. 2004. Effect of irrigation regimes on yield and yield components of cumin. *Journal of Iranian Field Crop Research*, 2: 1-10. (Persian with English Summary).
- 5- Assefa T., Beebe S., Rao I.M., Cuasquer J.B., Duque M.C., Rivera M., Battisti A., and Lucchin M. 2013. Pod harvest index as a selection criterion to improve drought resistance in white pea bean. *Field Crops Research*, 148:24-33.
- 6- Bates L.S., Waldern R.P., and Teare I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39:205-207.
- 7- Bettaieb I., Knioua S., Hamrouni I., Limam F., and Marzouk B. 2011. Water-Deficit Impact on Fatty Acid and Essential Oil Composition and Antioxidant Activities of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) Aerial Parts. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 59: 328-334.
- 8- Chandra P., Sairanganayakulu G., Thippeswamy M., Sudhakar 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.
- 9- Chretien D. and Guillot T. 2000. Lipid and protein changes in jojoba under salt stress. *Physiology of Plant*, 85:372-380.
- 10- Claussen W. 2005. Proline as a measure of stress in tomato plant. *Plant Science*, 168: 241-248.
- 11- Clevenger J.H. 1928. Apparatus for the determination of volatile oil. *Journal of the American Pharmaceutical Association*, 17: 346.
- 12- Farzaneh 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: 103-112. (Persian with English Summary).
- 13- Guenther E. 1969. *The Essential Oils*. D., von Nostrand Comp. Press, New York.
- 14- Hashemian N., Ghasemi Pirbalouti A., Hashemi M., Golparvar A., Hamedi B. 2013. Diversity in chemical composition and antibacterial activity of essential oils of cumin (*Cuminum cyminum* L.) diverse from northeast of Iran. *AJCS*, 7(11):1752-1760.
- 15- Vafabakhsh J., Nassiri Mahallati M. and Koocheki. A. 2008. Effects of drought stress on radiation use efficiency and yield of winter Canola. *Journal of Iranian Field Crop Research*, 6:193-204. (Persian with English Summary).
- 16- Kafi M. 2002. Cumin (*Cuminum Cyminum*): Production and Processing. Ferdowsi University of Mashhad Press. P. 15-35. (In Persian)

مهم قطع آبیاری در گیاه زیره سبز، کاهش چشمگیر بوته میری بود که به دلیل قطع آبیاری و به دنبال آن عدم انتقال قارچ عامل بیماری از طریق آب آبیاری بود. محلولپاشی توسط اسپرمیدین تاثیر معنی داری بر هیچ یک از صفات مورد بررسی نداشت. کلیه صفات مورد بررسی به جز شاخص برداشت، از تیمار اکوتیپ تاثیر معنی داری پذیرفت. نتایج نشان داد که در اکثر صفات بین اکوتیپهای کرمان و خراسان تفاوت معنی داری وجود نداشته و بیشترین میانگین صفات مربوط به این دو اکوتیپ بوده است و مقدار صفات در اکوتیپ اصفهان کمتر از دو اکوتیپ کرمان و خراسان بود. بنابراین، با توجه به بحران کمبود آب در استان کرمان، می توان از اکوتیپهای کرمان و خراسان در شرایط قطع آبیاری استفاده کرد.

- 17- Keshavarz L., Mollaei Poor Kh. and Farahbakhsh H. 2011. Effect of drought stress on yield components and some physiological traits of barely. 11th conference of irrigation and evaporation. Shahid Bahonar University. (In Persian)
- 18- Koocheki A. 2009. Agronomy for dry regions. Ferdowsi University of Mashhad Press. PP. 201. (In Persian)
- 19- Liu J.H., Kitashiba H., Wang J., Ban Y., and Moriguchi T. 2007. Polyamines and their ability to provide environmental stress tolerance to plants. *Plant Biotechnology*, 24:117-126.
- 20- Mathur B.L. and Prasad N. 1964. Studies on wilt disease of Cumin by *Fusarium oxysporum f.sp.cumini*". *Indian Journal of Agriculture Science*, 34: 131-137.
- 21- Mighani F., Ghorbanli M. and Asadollahi, B. 2007. Role of mineral ions and proline in copper stress tolerance in two canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *Journal of Kharazmi Science*, 7: 865-876. (In Persian with English abstract).
- 22- Moradi R., Nassiri Mahallati M., Rezvani Moghaddam P., Lakzian A., and Nejhadali A. 2011. Effect of biological and organic fertilizers on essential oil quantity and quality of fennel. *Iranian Journal of Horticultural science*, 25: 25-33. (Persian with English Summary).
- 23- Moser S.B., Feil B., Jampatong S., and Stamp P. 2006. Effects of pre-anthesis drought, nitrogen fertilizer rate, and variety on grain yield, yield components, and harvest index of tropical maize. *Agricultural Water Management*, 81: 41-58.
- 24- Nakhrazi Moghaddam A. 2009. Effect of plant density and stages of water stress on yield, yield component of cumin (*Cuminum cyminum*)". *Iranian Journal of Crop Sciences*, 40 (3): 63-69. (Persian with English Summary).
- 25- Nasibi F., Manouchehri Kalantari Kh., and Fazelian N. 2012. The effects of spermidin and methylene blue pretreatment on some physiological responses of *Matricaria recutita* plants to salt stress. *Processing and Function of plant*, 2: 61-71. (Persian with English Summary).
- 26- Nayyar H. 2003. Accumulation of osmolytes and osmotic adjustment in water-stressed wheat (*Triticum aestivum*) and maize (*Zea mays*) as affected by calcium and its antagonists. *Environment Experiment Botany*, 50: 253-264.
- 27- Neumann P.M. 1996. Rapid and reversible modification of extension capacity of cell walls in elongating maize leaf tissues responding to root addition and removal of NaCl. *Plant Cell and Environment*, 16: 1107-14.
- 28- Orcutt D.M., and Nilsen E.T. 2000. The physiology of plants under stress, soil and biotic factors". *John Wiley and Sons New York*. pp:177-235.
- 29- Pang X.M., Zhang Z.Y., Wen X.P., Ban Y., and Moriguchi T. 2007. Polyamines, all-purpose players in response to environment stresses in plants. *Plant Stress*, 1: 173-188.
- 30- Rahimi A. 2012. Effect of osmopriming and irrigation regime on yield quantity and essential oil content of Cumin (*Cuminum cimum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 28:131-141. (Persian with English Summary).
- 31- Rezvani Moghaddam P. and Moradi R. 2012. Effect of planting dates, biological fertilizers and intercropping on yield and essential oil quantity of Cumin and Fenugreek. *Journal of Iranian Crop Science*, 43:230-217. (Persian with English Summary).
- 32- Rezvani Moghaddam P., Moradi R., and Mansoori H. 2014. Influence of planting date, intercropping and plant growth promoting rhizobacteria on cumin (*Cuminum cyminum* L.) with particular respect to disease infestation in Iran. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 1: 134-143.
- 33- Roy K., Niyogi K., SenGupta D.N., and Goush B. 2005. Spermidine treatment to rice seedlings recovers salinity stress-induced damage of plasma membrane and PM-bound H⁺-ATPase in salt-tolerant and salt sensitive rice cultivars. *Plant science*. 168: 583-591.
- 34- Saeed Nejjad A.H., and Rezvani Moghaddam P. 2010. Effect of biological and chemical fertilizers on morphological parameters, yield, yield components and essential oil percentage of cumin. *Journal of Horticultural Science*, 24: 38-44. (Persian with English Summary).
- 35- Souza R.P., Machado E.C., Silva J.A.B., Lagoa A.M.M.A., and Silveira J.A.G. 2004. Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and some associated metabolic changes in cowpea (*Vigna unguiculata* L.) during water stress and recovery. *Environmental & Experimental Botany*, 51: 45-56.
- 36- Tanu A., Prakash A., and Adholeya A. 2004. Effect of different organic manures/composts on the herbage and essential oil yield of *Cymbopogon winterianus* and their influence on the native AM population in a marginal alfisol. *Bioresource Technology*, 92: 311-319.
- 37- Wang S., Yieh T., and Shih I. 1999. Purification and characterization of a new antifungal compound produced by *Pseudomonas aeruginosa* K-187 in a shrimp and crab shell powder medium. *Enzyme and Microbial Technology*, 25:439 – 446.



نقش براسینواستروئید روی بهبود ویژگی‌های کیفی میوه توت فرنگی رقم پاروس

سهیلا محمدرضاخانی^{۱*} - زهرا پاک کیش^۲ - سمیه رفیعی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۳

چکیده

توت‌فرنگی از جمله میوه‌های ریز است که ارزش تغذیه‌ای و تازه‌خوری بالایی دارد. کاربرد هورمون‌های گیاهی نظیر براسینواستروئید نقش مهمی در بهبود ویژگی‌های کیفی محصولات باغبانی دارند. در این تحقیق تاثیر غلظت‌های مختلف براسینواستروئید و زمان محلول‌پاشی روی برخی از صفات کیفی توت‌فرنگی رقم پاروس بررسی گردیده است. بدین ترتیب، محلول‌پاشی بوته‌ها، توسط براسینواستروئید با غلظت‌های ۰/۷۵، ۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۱۰ (شاهد)، به صورت یک آزمایش و ۱ میلی گرم بر لیتر و در چهار مرحله زمانی (مرحله ۳۰ روز بعد از کشت نشاء، شروع گلدهی، میوه‌های سبز رنگ و صورتی رنگ) به صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در شرایط گلخانه انجام گرفت و ویژگی‌هایی نظیر: کل مواد جامد محلول، قندهای احیاکننده، اسید قابل تیتر، میزان آنتوسیانین، فنول، وزن خشک میوه، آب میوه و ویتامین ث اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد، کیفیت میوه‌های گیاهان تیمار شده با براسینواستروئید نسبت به شاهد، کیفیت آن‌ها بهبود یافت. به طوری که، کل مواد جامد محلول، قندهای احیاکننده، اسید قابل تیتر، میزان آنتوسیانین، فنول، وزن خشک و ویتامین ث با کاربرد سطوح مختلف براسینواستروئید افزایش یافت و موثرترین تیمار، براسینواستروئید ۱ میلی گرم بر لیتر و بهترین زمان محلول‌پاشی، مرحله شروع گلدهی و سبز رنگ شدن میوه بوده است.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، کل مواد جامد محلول، ویتامین ث

مقدمه

مشخص نشده است. با این حال، در بسیاری از قسمت‌های گیاهان مانند گرده، برگ‌ها، گل‌ها، بذور، شاخه‌ها، بافت‌های متورم و ساقه‌ها یافت می‌شوند، اما در ریشه‌ها دیده نشده‌اند. براسینواستروئید نقش مهمی را در رشد و نمو گیاهان بازی می‌کند که شامل: تقسیم سلول‌ها و طول شدن آن‌ها، بیوسنتز ترکیبات دیواره سلول، سنتز RNA و DNA، پروتئین‌های مختلف، سازمان‌دهی میکروتوبول‌ها، رشد لوله گرده، تمایز سیستم آوندی گیاهان، تشکیل ریشه ثانویه، گلدهی، تکثیر، جوانه‌زنی بذرها، پاسخ به تنش‌ها، پیری و غیره (۹ و ۱۷). براسینواستروئید توانایی حفاظت از گیاهان را در قبال تنش‌های مختلف محیطی از جمله خشکی، درجه حرارت‌های کم و زیاد، فلزات سنگین، خسارت علفکش‌ها و شوری دارد (۹ و ۳۰). تیمار با براسینواستروئید موجب تشکیل بهتر میوه و افزایش عملکرد می‌گردد (۱۲). به طوری که در خیار (۲۴)، انگور (۲۵)، سیب (۲۶)، برنج و گندم (۱۰) و گیلاس (۴) تیمار با هورمون براسینواستروئید باعث بهبود عملکرد و کیفیت میوه شده است.

با توجه به افزایش جمعیت دنیا و نیاز روز افزون مردم به فرآورده‌های باغبانی، افزایش عملکرد و بهبود کیفیت میوه بسیار ضروری می‌باشد. امروزه کشورهای پیشرفته نسبت به افزایش سطح زیر کشت تمایلی ندارند، بلکه باور بر این است که با فناوری‌های

میوه رسیده و تازه توت‌فرنگی منبع غنی ویتامین‌ها و مواد معدنی می‌باشد، همچنین منبع خوبی از ویتامین آ بوده و هشت میوه توت‌فرنگی با اندازه متوسط، ۳۰ درصد بیشتر از یک پرتقال ویتامین ث دارند، تاکنون تحقیقات گسترده‌ای جهت افزایش و بهبود کیفیت میوه توت‌فرنگی انجام شده است از جمله: تیمارهای کودی (۲، ۲۰ و ۳۰)، نوع پوشش‌های سطحی (۵ و ۱۶)، تکنیک‌های کاشت و داشت مناسب (۶)، تیمارهای هورمونی (۱۵ و ۲۳). ولی تاثیر تیمار براسینواستروئید جهت افزایش ویژگی‌های کیفی میوه توت‌فرنگی، طی زمان‌های مختلف رشد گیاه بررسی نشده است و این اولین گزارش در این زمینه می‌باشد. براسینواستروئید ششمین گروه از هورمون‌های گیاهی است که بعد از اکسین، جیبرلین، سائتوکنین، اتیلن و آبسزیک اسید در سال ۱۹۷۰ از دانه گرده گیاه شلغم روغنی *Brassica napus* استخراج شدند، محل سنتز براسینواستروئیدها دقیقاً

۱ - دانشجوی دکتری بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
(*) نویسنده مسئول: smohammmdrezakhani@yahoo.com (Email)
۲ و ۳ - استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۱۰۰ میلی‌لیتر پودر خالص آن را در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد. برای محاسبه فاکتور مخلوط ید از معادله زیر استفاده شد (۷).

$$F = A / (B \times N \times 88.1)$$

F- فاکتور مخلوط ید، A- مقدار اسید اسکوربیک خالص (میلی گرم)، B- مقدار مخلوط ید مصرف شده (میلی گرم)، N- نرمالیت مخلوط ید

بعد از تعیین فاکتور ید، ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره میوه را در یک ظرف ریخته و به آن ۲ میلی‌لیتر نشاسته ۱ درصد اضافه می‌شود. سپس مخلوط نشاسته و عصاره میوه با محلول ید، تیترو می‌شود و تشکیل رنگ خاکستری روشن عمل تیتراسیون ادامه داده می‌شود. سرانجام با استفاده از رابطه زیر مقدار اسید اسکوربیک در عصاره میوه محاسبه می‌شود:

$$A = (S \times N \times F \times 88.1) / 10 \times 100$$

A - مقدار اسید اسکوربیک در عصاره میوه (میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر)، S - مقدار محلول ید مصرف شده (میلی لیتر)

اندازه‌گیری اسید قابل تیتراسیون

برای اندازه‌گیری اسیدهای آلی ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره میوه را توسط پیپت داخل ظرف شیشه‌ای ریخته و به آن ۲۰ تا ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. داخل محلول فوق ۲ تا ۳ قطره معرف فنول فتالین یک درصد اضافه و سپس عمل سنجش حجمی (تیتراسیون) توسط هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال انجام شد. هنگامی که رنگ محلول حاوی عصاره میوه به قرمز روشن تبدیل شد، عمل تیتراسیون خاتمه می‌یابد. برای تهیه محلول فنول فتالین ۱ درصد مقدار یک گرم از پودر آن را در اتانول ۹۰ درصد حل کرده و حجم محلول به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. بر اساس مقدار هیدروکسید سدیم مصرف شده در عمل تیتراسیون، مقدار اسید را در عصاره میوه به صورت درصد یا گرم در ۱۰۰ میلی لیتر عصاره میوه محاسبه گردید (۷). برای این منظور از معادله زیر استفاده شد:

$$A = (S \times N \times F \times E) / C \times 100$$

A- مقدار اسید در عصاره میوه (گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)، S- مقدار سود مصرف شده (میلی لیتر)

N- نرمالیت NaOH و F- فاکتور NaOH
C- مقدار عصاره میوه (میلی لیتر)، E- اکی والان اسید مورد نظر

اندازه‌گیری میزان فنول

۰/۱ میلی گرم از بافت گیاهی در ۳ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد سائیده شد و به مدت ۲۴ تا ۷۲ ساعت در تاریکی قرار داده شد و سپس یک میلی‌لیتر از محلول رویی در لوله آزمایش ریخته شد به آن ۱/۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد اضافه گردید و سپس با آب مقطر به حجم ۵ میلی‌لیتر رسانده شد و به مخلوط حاصل، ۰/۵ میلی‌لیتر معرف

نوین، عملکرد را افزایش داده و به دنبال آن کیفیت، عطر و طعم میوه‌ها را بهبود بخشید. علاوه بر این، تاکنون تحقیقی مبنی بر اثر هورمون براسینواستروئید روی کیفیت میوه توت‌فرنگی انجام نشده است. در نتیجه هدف از انجام این تحقیق، بهبود کیفیت میوه توت‌فرنگی رقم پاروس با استفاده از هورمون براسینواستروئید بوده است.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در سال ۱۳۹۲ در یک گلخانه، واقع در ۱۰ کیلومتری شهرستان جیرفت به مرحله اجرا در آمد و بعد از رسیدن میوه‌ها، آن‌ها به آزمایشگاه بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان برای انجام آزمایشات منتقل شدند. پژوهش بر روی بوته‌های توت‌فرنگی رقم پاروس^۱ با فواصل کشت ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر روی ردیف و ۹۰ سانتی‌متر بین ردیف مجهز به سیستم آبیاری قطره‌ای با دور آبیاری ۲ روز انجام گردید. تیمارها شامل براسینواستروئید با غلظت‌های ۰ (شاهد)، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ میلی گرم بر لیتر بودند. در این پژوهش بوته‌هایی که هیچ کدام از تیمارهای فوق روی آنها انجام نشد، به عنوان گیاهان شاهد در نظر گرفته شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. عوامل آزمایش شامل غلظت‌های مختلف براسینواستروئید در ۵ سطح (۰ (شاهد)، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ میلی گرم بر لیتر) و زمان محلول‌پاشی در ۴ سطح (۱: ۳۰ روز بعد از کشت نشاء، ۲: گلدهی، ۳: میوه تازه تشکیل شده و ۴: میوه صورتی) انجام شد. سپس در زمان رسیدن میوه‌ها، میوه‌ها برداشت و ویژگی‌های کیفی نظیر: ویتامین ث، اسید آلی، pH، کل مواد جامد محلول، قندهای احیا کننده، میزان فنل، کاربوتنئیدها، آنتوسیانین، ماده خشک میوه و میزان آب میوه اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری ویتامین ث

برای اندازه‌گیری اسید اسکوربیک، ۱/۲۶۹ گرم ید را با ۱۶/۶ گرم یدید پتاسیم در آب مقطر مخلوط کرده و حجم آن به یک لیتر رسانده شد. در این مخلوط، نرمالیت ید ۰/۰۱ نرمال می‌باشد، اما قبل از آزمایش باید فاکتور آن اندازه‌گیری شود. برای این منظور مخلوط حاضر شده را ۱ الی ۲ روز نگهداری کرده، سپس ۲۰ میلی‌لیتر از مخلوط فوق را در یک ظرف دیگر ریخته، روی آن ۲ میلی‌لیتر محلول نشاسته یک درصد اضافه می‌نمایند. این مخلوط را با محلول اسید اسکوربیک خالص تیترو شد. به طوری که در نقطه پایان محلول به رنگ خاکستری کم‌رنگ در آید. برای تهیه محلول اسیداسکوروبیک

فولین ۵۰ درصد اضافه گردید و یک میلی لیتر کربنات سدیم ۵ درصد اضافه شد و مخلوط حاصل به مدت یک ساعت در تاریکی نگهداری و سپس هر نمونه در طول موج ۷۲۵ نانومتر خوانده شد (۲۲).

اندازه گیری کاروتنوئیدها

برای این منظور ۰/۱ گرم وزن تر نمونه را به دقت توزین و در استون ۸۰ درصد در هاون خوب سائیده گردید و سپس عصاره حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در سانتریفیوژ با دور ۲۷۰۰ قرار داده شد و سپس ۳ میلی لیتر از عصاره بالایی برداشته شد و جذب آن‌ها در طول موج ۴۷۰، ۴۶۳ و ۶۴۷ نانومتر به کمک اسپکتروفتومتری UV-VIS مدل Cary50 خوانده شد و غلظت کاروتنوئیدها با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (۲۱).

$$Ca = 12.25 A_{663} - 2.79 A_{647}$$

$$Cb = 21.50 A_{647} - 5.10 A_{663}$$

$$C(X+C) = (1000 A_{470} - 1.82 Ca - 85.02 Cb) / 198$$

Ca: کاروفیل a، Cb: کلروفیل b و C: کاروتنوئید و غلظت کاروتنوئید بر حسب $\mu\text{g/ml}$ عصاره گیاهی بدست آمد.

اندازه گیری آنتوسیانین

برای سنجش آنتوسیانین، ۰/۱ گرم بافت گیاهی را به دقت وزن نموده و در هاون حاوی ۵ میلی لیتر متانول اسیدی (الکل اتیلیک ۹۹/۵ و اسید کلریدریک به نسبت ۹۹ به ۱)، خوب سائیده، سپس ۵ میلی لیتر دیگر متانول اسیدی به آن اضافه نموده و عصاره را در لوله آزمایش در پیچ دار منتقل کرده و درب آن را محکم نموده و به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی در دمای آزمایشگاه قرار داده، سپس به مدت ۱۰ دقیقه در ۴۰۰۰ g سانتریفیوژ نموده، ۳ میلی لیتر از محلول روی را در کووت ریخته و شدت جذب آن در طول موج ۵۵۰ نانومتر توسط اسپکتروفتومتری خوانده و غلظت آنتوسیانین از رابطه زیر حاصل می شود (۱۸).

$$A = \epsilon BC$$

B=عرض کووت، C= غلظت آنتوسیانین، A= جذب خوانده شده،

$$\epsilon = 23000 (\text{mM}^{-1}\text{cm}^{-1})$$

اندازه گیری قندهای احیا

برای این منظور ۲۰ میلی گرم از بافت تازه گیاهی با ترازوی دقیق آزمایشگاهی توزین شد و هر نمونه جداگانه با ۱۵ میلی لیتر آب مقطر در هاون چینی سائیده شد. سپس محتوای هاون به بشر کوچکی منتقل گردید و روی هیتر قرار داده شد (۲۶). به محض این که محلول به نقطه جوش رسید، حرارت قطع شد و محتویات بشر به کمک کاغذ صافی واتمن شماره یک صاف گردید و عصاره گیاهی بدست آمد و برای اندازه گیری قندهای احیاء کننده از محلول

سولفات مس و فسفومولیدیک اسید استفاده شد. مقدار ۲ میلی لیتر از هر یک از عصاره های تهیه شده به لوله های آزمایش منتقل شد و پس از افزودن ۲ میلی لیتر محلول سولفات مس به آن‌ها سر لوله ها با پنبه مسدود گردید. هر یک از این لوله ها به مدت ۸ دقیقه در حمام آب گرم با حرارت ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. در این مرحله در انتهای لوله آزمایش رنگ قرمز آجری مشاهده می شود. پس از آن که لوله ها سرد شدند، ۲ میلی لیتر محلول فسفومولیدیک اسید به آن‌ها افزوده شد و پس از چند لحظه رنگ آبی پدیدار گردید. شدت جذب رنگ محلول‌ها در طول موج ۶۰۰ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر تعیین شد و با استفاده از منحنی استاندارد، غلظت قندهای احیاء کننده محاسبه گردید.

اندازه گیری مواد جامد محلول

در این تحقیق اندازه گیری مواد جامد محلول توسط رفراکتومتر دستی صورت گرفته است (۳۶). رفراکتومتر میزان قند عصاره میوه را به صورت بریکس و یا درصد نشان می دهد. بریکس برابر با گرم قند در ۱۰۰ گرم عصاره میوه می باشد. برای اندازه گیری قند میوه ها توسط رفراکتومتر، ابتدا با استفاده از آب مقطر صفحه مدرج را صفر شد. سپس سرپوش منشور را کنار زده و چند قطره از عصاره میوه را روی آن ریخته و دوباره سرپوش منشور را گذاشته شد. برای مشاهده واضح صفحه مدرج، با دکمه های عدسی شیئی را تنظیم کرده، به طوری که روی صفحه مدرج، درصد محلول مواد جامد محلول در عصاره میوه را می توان مشخص نمود. معمولاً برای اندازه گیری قند از طریق رفراکتومتر باید دمای اتاق ۲۰ درجه سانتی گراد باشد.

اندازه گیری میزان ماده خشک میوه

برای اندازه گیری ماده خشک میوه ها، ۱۰ گرم میوه از هر تکرار تهیه و سپس در فویل آلومینیومی پیچیده و به مدت ۴۸ ساعت در آون ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. پس از خشک شدن کامل نمونه ها، وزن خشک یا میزان ماده خشک با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (۱۹).

$$100 \times (\text{وزن اولیه} / \text{وزن خشک بدست آمده}) = \text{درصد ماده خشک}$$

اندازه گیری میزان آب میوه

برای اندازه گیری میزان آب میوه، ۱۰ گرم میوه از هر تکرار تهیه و سپس در فویل آلومینیومی پیچیده و به مدت ۴۸ ساعت در آون ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. پس از خشک شدن کامل نمونه ها، میزان آب میوه یا میزان ماده خشک با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (۱۹).

$$100 - 100 \times (\text{وزن اولیه} / \text{وزن خشک بدست آمده}) = \text{درصد آب میوه}$$

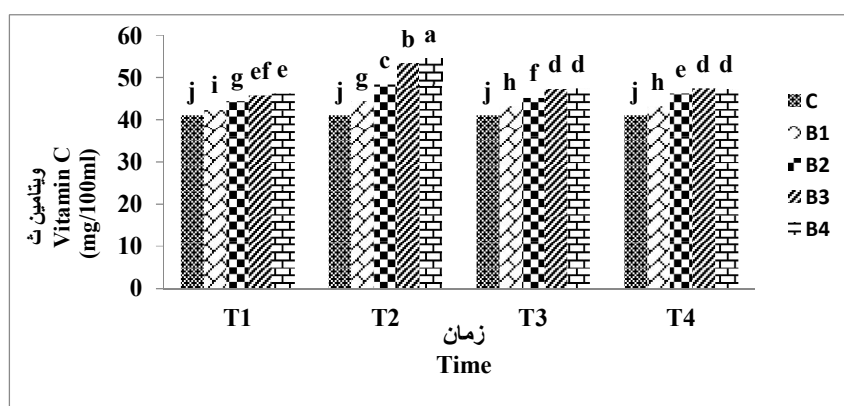
تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و مقایسه میانگین اثرات متقابل توسط نرم افزار Mstat-c انجام گرفت. شکل‌ها توسط نرم افزار Excel ترسیم شدند.

نتایج

ویتامین ث

در پژوهش انجام شده، میزان ویتامین ث در میوه‌های بوته‌های تیمار شده نسبت به شاهد افزایش یافت. بیشترین میزان ویتامین ث، مربوط به میوه‌های بوته‌های تیمار شده با براسینواستروئید با غلظت ۱



شکل ۱- اثر متقابل غلظت براسینواستروئید × زمان محلول‌پاشی بر میزان ویتامین ث میوه توت‌فرنگی رقم پاروس. C: شاهد. B1: براسینواستروئید ۰/۲۵ میلی‌گرم بر لیتر. B2: براسینواستروئید ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر. B3: براسینواستروئید ۰/۷۵ میلی‌گرم بر لیتر. B4: براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم بر لیتر. T1: ۳۰ روز بعد از کشت نشاء توت‌فرنگی. T2: مرحله شروع گلدهی. T3: میوه سبز رنگ و T4: میوه صورتی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

Figure 1- The interaction effect of brassinosteroid concentrations × spraying time on Vitamin C of strawberry fruit cv. Paros C: control, B1: brassinosteroid 0.25 mg l⁻¹, B2: brassinosteroid 0.5 mg l⁻¹, B3: brassinosteroid 0.75 mg l⁻¹ and, B4: brassinosteroid 1 mg l⁻¹. T1: 30 days after planting, T2: first blooming T3: green fruit and T4: pink fruit. For each month means followed by similar letters are not significantly different (p<0.05) by Duncan multiple range test (DMRT)

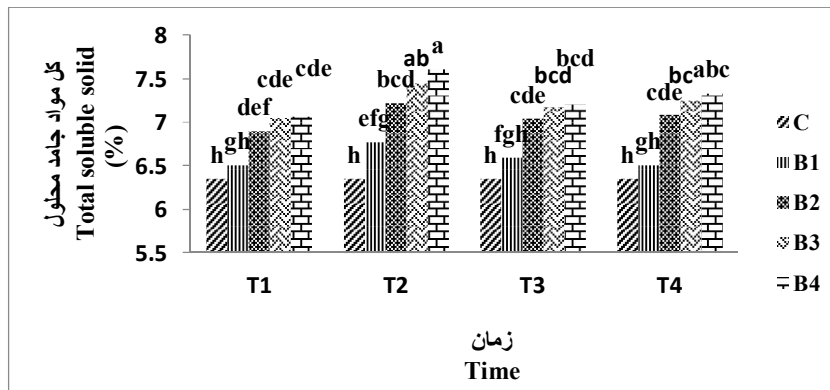
شده‌اند، افزایش یافته و نسبت به سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود داشت (شکل ۳). محلول‌پاشی گل ساعتی در طول دوره رشد و نمو با محلول براسینواستروئید با غلظت ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر، سبب افزایش تعداد میوه در گیاه شد و میزان مواد جامد محلول میوه را ۷ درصد و عملکرد را به میزان ۶۵ درصد افزایش داد (۳). تیمار براسینواستروئید سبب افزایش وزن ریشه، میزان ساکارز و عملکرد در چغندر قند تحت تنش خشکی می‌شود (۳۴). در گیلان کاربرد براسینواستروئید، میزان قندهای احیا کننده و کل مواد جامد محلول را افزایش داد (۴) در این رابطه گزارش‌ها نشان دادند، استفاده از براسینواستروئید با غلظت ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر، در سه هفته بعد از گلدهی روی میوه گل ساعتی منجر به افزایش مواد جامد محلول به میزان ۷ درصد نسبت به شاهد

کل مواد جامد محلول و قندهای احیاکننده

در پژوهش انجام شده، کل مواد جامد محلول در میوه‌های بوته‌های تیمار شده نسبت به شاهد، افزایش یافت. بیشترین میزان مواد جامد محلول، مربوط به میوه‌های بوته‌های تیمار شده با براسینواستروئید با غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر، در زمان گلدهی بوده است (شکل ۲). به‌طوری‌که، با افزایش غلظت براسینواستروئید، میزان کل مواد جامد محلول نیز افزایش یافت و تیمار شاهد کمترین میزان مواد جامد محلول را دارا بود و سایر غلظت‌ها نیز با شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند. میزان قندهای احیا کننده در زمان گلدهی در بوته‌هایی که با براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم در لیتر محلول‌پاشی

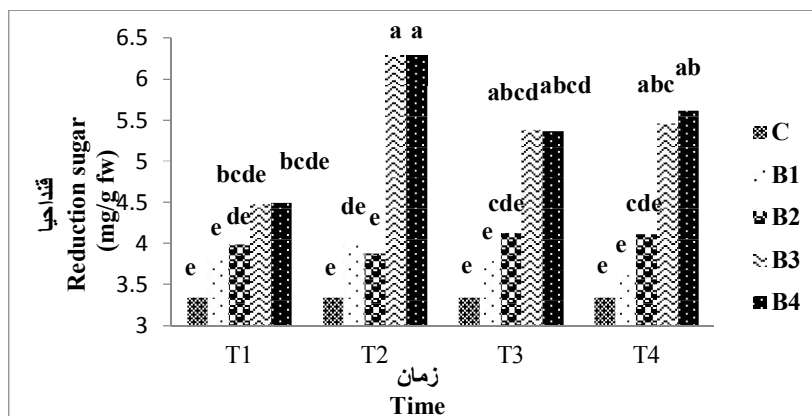
مکانسیم‌های ذکر شده سبب افزایش میزان کل مواد جامد محلول و قندهای احیا می‌گردد و این یافته‌ها نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر را تایید می‌نماید.

شد (۱۴). گزارش شده است که تیمار گیاه بادام زمینی با براسینواستروئید باعث افزایش در تجزیه کل کربوهیدرات‌ها، قندهای احیاکننده، قندهای غیر احیاکننده، نشاسته، افزایش در DNA, RNA و غلظت پروتئین شده است (۳۱) و هورمون براسینواستروئید با



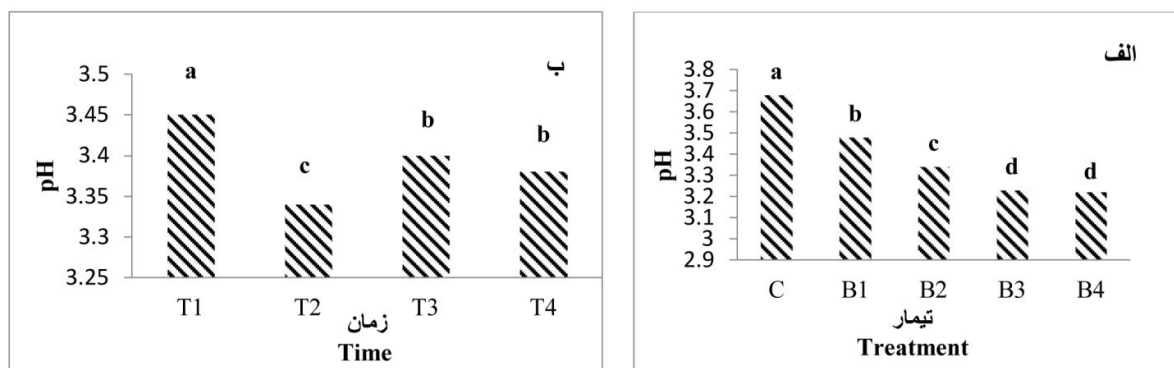
شکل ۲- اثر متقابل غلظت براسینواستروئید × زمان محلول‌پاشی بر میزان کل مواد جامد محلول میوه توت‌فرنگی رقم پاروس. C: شاهد. B1: براسینواستروئید ۰/۲۵ میلی‌گرم بر لیتر. B2: براسینواستروئید ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر. B3: براسینواستروئید ۰/۷۵ میلی‌گرم بر لیتر. B4: براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم بر لیتر. T1: ۳۰ روز بعد از کشت نشاء توت‌فرنگی. T2: مرحله شروع گلدهی. T3: میوه سبز رنگ و T4: میوه صورتی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

Figure 2- The interaction effect of brassinosteroid concentrations × sparing time on total soluble solid of strawberry fruit cv. Paros. C: control, B1: brassinosteroid 0.25 mg l⁻¹, B2: brassinosteroid 0.5 mg l⁻¹, B3: brassinosteroid 0.75 mg l⁻¹ and, B4: brassinosteroid 1 mg l⁻¹. T1: 30 days after planting, T2: first blooming T3: green fruit and T4: pink fruit. For each month means followed by similar letters are not significantly different (p<0.05) by Duncan multiple range test (DMRT)



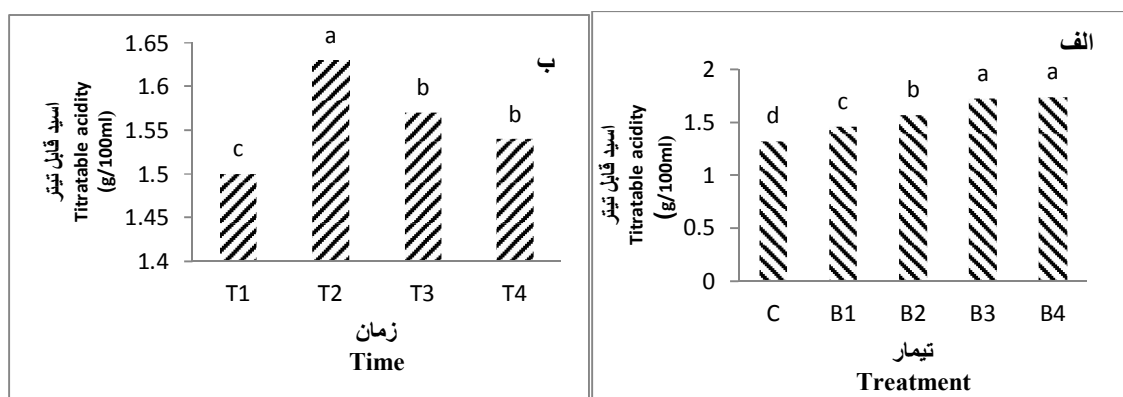
شکل ۳- اثر متقابل غلظت براسینواستروئید × زمان محلول‌پاشی بر قندهای احیاکننده میوه توت‌فرنگی رقم پاروس. C: شاهد. B1: براسینواستروئید ۰/۲۵ میلی‌گرم بر لیتر. B2: براسینواستروئید ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر. B3: براسینواستروئید ۰/۷۵ میلی‌گرم بر لیتر. B4: براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم بر لیتر. T1: ۳۰ روز بعد از کشت نشاء توت‌فرنگی. T2: مرحله شروع گلدهی. T3: میوه سبز رنگ و T4: میوه صورتی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

Figure 3- The effect of brassinosteroid concentrations × sparing time on inducing sugar of strawberry fruit cv. Paros. C: control, B1: brassinosteroid 0.25 mg l⁻¹, B2: brassinosteroid 0.5 mg l⁻¹, B3: brassinosteroid 0.75 mg l⁻¹ and, B4: brassinosteroid 1 mg l⁻¹. T1: 30 days after planting, T2: first blooming T3: green fruit and T4: pink fruit. For each month means followed by similar letters are not significantly different (p<0.05) by Duncan multiple range test (DMRT)



شکل ۴- تاثیر غلظت‌های مختلف براسینواستروئید (الف) و زمان محلول‌پاشی (ب) بر میزان pH میوه توت فرنگی رقم پاروس. C: شاهد. B1: براسینواستروئید ۰/۲۵ میلی گرم بر لیتر. B2: براسینواستروئید ۰/۵ میلی گرم بر لیتر. B3: براسینواستروئید ۰/۷۵ میلی گرم بر لیتر. B4: براسینواستروئید ۱ میلی گرم بر لیتر. T1: ۳۰ روز بعد از کشت نشاء توت فرنگی. T2: مرحله شروع گلدهی. T3: میوه سبز رنگ و T4: میوه صورتی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

Figure 4- Effect of brassinosteroid concentrations (a) and spraying time (b) on pH of strawberry fruit Cv. Paros. C: control, B1: brassinosteroid 0.25 mgL⁻¹, B2: brassinosteroid 0.5 mgL⁻¹, B3: brassinosteroid 0.75 mgL⁻¹ and, B4: brassinosteroid 1 mgL⁻¹. T1: 30 days after planting, T2: first blooming T3: green fruit and T4: pink fruit. For each month means followed by similar letters are not significantly different ($p < 0.05$) by Duncan multiple range test (DMRT)



شکل ۵- تاثیر غلظت‌های مختلف براسینواستروئید (الف) و زمان محلول‌پاشی (ب) بر میزان اسیدهای قابل تیتر میوه توت فرنگی رقم پاروس. C: شاهد. B1: براسینواستروئید ۰/۲۵ میلی گرم بر لیتر. B2: براسینواستروئید ۰/۵ میلی گرم بر لیتر. B3: براسینواستروئید ۰/۷۵ میلی گرم بر لیتر. B4: براسینواستروئید ۱ میلی گرم بر لیتر. T1: ۳۰ روز بعد از کشت نشاء توت فرنگی. T2: مرحله شروع گلدهی. T3: میوه سبز رنگ و T4: میوه صورتی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

Figure 5- Effect of brassinosteroid concentrations (a) and spraying time (b) on titratable acidity of strawberry fruit. C: control, B1: brassinosteroid 0.25 mgL⁻¹, B2: brassinosteroid 0.5 mgL⁻¹, B3: brassinosteroid 0.75 mgL⁻¹ and, B4: brassinosteroid 1 mgL⁻¹. T1: 30 days after planting, T2: first blooming T3: green fruit and T4: pink fruit. For each month means followed by similar letters are not significantly different ($p < 0.05$) by Duncan multiple range test (DMRT)

براسینواستروئید و جیبرلین روی انگور تامپسون سبب کاهش اسید آلی میوه شد (۳۷). همچنین گزارش شده است کاربرد توام سیتوکینین، براسینواستروئید و جیبرلین روی انگور تامپسون و اثر آپی براسینولید و کلویک لاکتون روی برخی ارقام انگور سبب کاهش اسید آلی میوه شد (۳۳). ولی در تحقیق حاضر با کاربرد براسینواستروئید، میزان اسیدهای آلی نسبت به شاهد افزایش یافت که احتمالاً هورمون

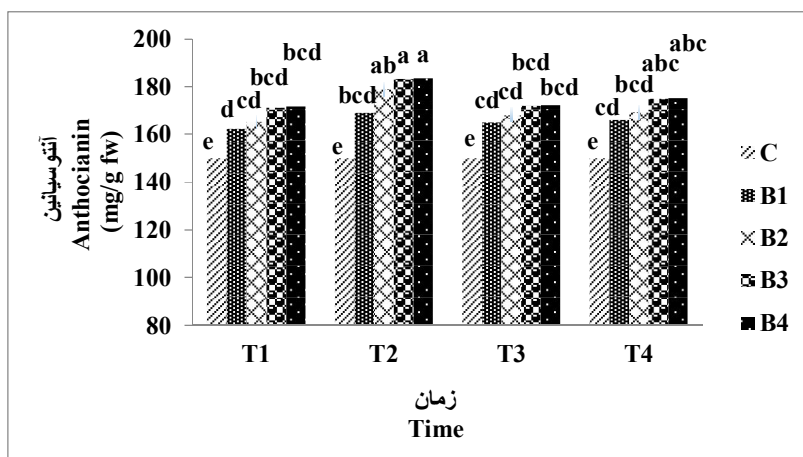
اسیدیته و اسید قابل تیتراسیون

نتایج این تحقیق نشان می دهد که بیشترین میزان اسیدیته مربوط به میوه های شاهد می باشد (شکل ۴) و همچنین بیشترین میزان اسیدهای قابل تیتر هم مربوط به براسینواستروئید یک میلی گرم بر لیتر در زمان شروع گلدهی می باشد نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های اکسو و همکاران (۳۳) مغایرت دارد. کاربرد توام سیتوکینین،

میزان آنتوسیانین و فنول

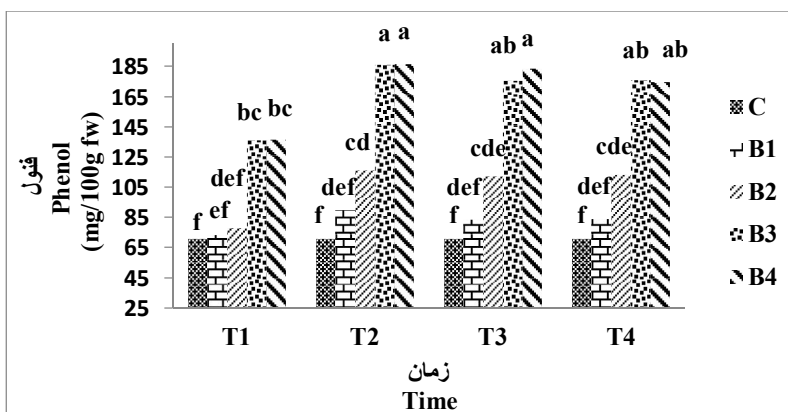
طبق پژوهش انجام شده، میزان آنتوسیانین و فنول، در میوه‌های بوته‌های تیمار شده نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل‌های ۶ و ۷).

براسینواستروئید با کاهش میزان تنفس، در پایان مرحله رشد میوه، باعث حفظ اسید آلی بیشتری می‌شود که این نتایج با تحقیقات انجام شده روی گیلاس (۴) همخوانی دارد.



شکل ۶- اثر متقابل غلظت براسینواستروئید × زمان محلول‌پاشی بر میزان آنتوسیانین میوه توت فرنگی رقم پاروس. C: شاهد. B1: براسینواستروئید ۰/۲۵ میلی گرم بر لیتر. B2: براسینواستروئید ۰/۵ میلی گرم بر لیتر. B3: براسینواستروئید ۰/۷۵ میلی گرم بر لیتر. B4: براسینواستروئید ۱ میلی گرم بر لیتر. T1: ۳۰ روز بعد از کشت نشاء توت فرنگی. T2: مرحله شروع گلدهی. T3: میوه سبز رنگ و T4: میوه صورتی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

Figure 6- The interaction effect of brassinosteroid concentrations × spraying time on anthocyanin of strawberry fruit cv. Paros. C: control, B1: brassinosteroid 0.25 mg l⁻¹, B2: brassinosteroid 0.5 mg l⁻¹, B3: brassinosteroid 0.75 mg l⁻¹ and, B4: brassinosteroid 1 mg l⁻¹. T₁: 30 days after planting, T₂: first blooming T₃: green fruit and T₄: pink fruit. For each month means followed by similar letters are not significantly different (p<0.05) by Duncan multiple range test (DMRT)



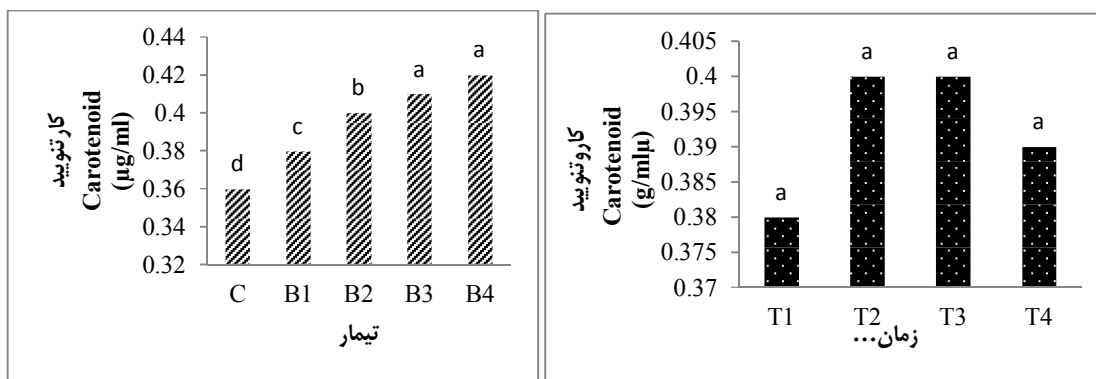
شکل ۷- اثر متقابل غلظت براسینواستروئید × زمان محلول‌پاشی بر میزان فنول میوه توت فرنگی رقم پاروس. C: شاهد. B1: براسینواستروئید ۰/۲۵ میلی گرم بر لیتر. B2: براسینواستروئید ۰/۵ میلی گرم بر لیتر. B3: براسینواستروئید ۰/۷۵ میلی گرم بر لیتر. B4: براسینواستروئید ۱ میلی گرم بر لیتر. T1: ۳۰ روز بعد از کشت نشاء توت فرنگی. T2: مرحله شروع گلدهی. T3: میوه سبز رنگ و T4: میوه صورتی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

Figure 7- The interaction effect of brassinosteroid concentrations × spraying time on phenol of strawberry fruit cv. Paros. C: control, B1: brassinosteroid 0.25 mg l⁻¹, B2: brassinosteroid 0.5 mg l⁻¹, B3: brassinosteroid 0.75 mg l⁻¹ and, B4: brassinosteroid 1 mg l⁻¹. T₁: 30 days after planting, T₂: first blooming T₃: green fruit and T₄: pink fruit. For each month means followed by similar letters are not significantly different (p<0.05) by Duncan multiple range test (DMRT)

میزان کارتنوئید

در این پژوهش، میزان کارتنوئید در بوته‌های که با براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم بر لیتر و در زمان‌های دوم (شروع گلدهی) و سوم (میوه سبز رنگ) محلول‌پاشی، بیشترین میزان کارتنوئید را دارا بودند (شکل ۸). سنتر کارتنوئیدها در طی رسیدن، مربوط به بیان ژن می‌باشد که تحت تاثیر تولید اتیلن می‌باشد، در گوجه‌فرنگی براسینواستروئید میزان لیکوپن و بتاکاروتن را در میوه‌های رسیده به دلیل تولید اتیلن افزایش داد، براسینواستروئید فعالیت آنتی اکسیدان‌های آنزیمی از جمله پراکسیداز، سوپر اکسیداز دیسموتاز، کاتالاز و آنتی اکسیدان‌های غیر آنزیمی از جمله آسکوربیک اسید، توکوفرول‌ها، کارتنوئیدها، گلوکاتایون و ... را تحت تنش‌های مختلف افزایش می‌دهد (۲۴). عدم تغییرات معنی‌دار در مقدار رنگدانه‌های کلروفیلی در تیمار ۲۴- اپی براسینولید در برگ‌های کلزا در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و افزایش معنی‌داری در محتوی رنگدانه‌های (کلروفیل a, b و کارتنوئیدها) برگ‌های تیمار شده با براسینولید در تنش سرما (دمای ۲ درجه سانتی‌گراد) در مقایسه با کنترل گزارش شده است، که این نتایج با تحقیقات انجام شده روی گیلاس (۴) همخوانی دارد.

به‌طوری‌که، با افزایش غلظت براسینواستروئید، میزان آنتوسیانین و فنول نیز افزایش یافت و تیمار براسینواستروئید یک میلی‌گرم بر لیتر دارای بیشترین و تیمار شاهد کمترین میزان آنتوسیانین و فنول را دارا بودند و سایر غلظت‌ها نیز با شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند. زمان محلول‌پاشی نیز روی این ویژگی‌ها اثر داشت، به‌طوری‌که، بیشترین میزان مربوط به زمان دوم (مرحله شروع گلدهی) و کمترین میزان مربوط به زمان اول (۳۰ روز بعد از کشت نشاء) بوده است (شکل‌های ۶ و ۷). براسینواستروئیدها ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را در گیاهان تحت شرایط تنش افزایش می‌دهند (۱۳). بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و کل ترکیبات فنولی یا میزان آنتوسیانین ارتباط مثبتی وجود دارد (۳۲). تیمار گیاهان با اپی‌براسینواستروئید نشان داده که فعالیت پراکسیداز و ترکیبات فنولیکی را در گیاه افزایش می‌دهد، علاوه بر این براسینواستروئیدها موجب افزایش سازگاری گیاهان در برابر شرایط نامساعد محیطی، افزایش مقدار و کیفیت محصول می‌گردند (۱۷). که این نتایج با تحقیقات انجام شده روی گیلاس (۴) همخوانی دارد.



شکل ۸- تاثیر غلظت‌های مختلف براسینواستروئید (الف) و زمان محلول‌پاشی (ب) روی میزان کارتنوئید میوه توت‌فرنگی رقم پاروس. C شاهد. B1: براسینواستروئید ۰/۲۵ میلی‌گرم بر لیتر. B2: براسینواستروئید ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر. B3: براسینواستروئید ۰/۷۵ میلی‌گرم بر لیتر. B4: براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم بر لیتر. T1: ۳۰ روز بعد از کشت نشاء توت فرنگی. T2: مرحله شروع گلدهی. T3: میوه سبز رنگ و T4: میوه صورتی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

Figure 8- Effect of brassinosteroid concentrations (a) and spraying time (b) on Carotenoid of strawberry fruit cv. Paros. C: control, B1: brassinosteroid 0.25 mg l⁻¹, B2: brassinosteroid 0.5 mg l⁻¹, B3: brassinosteroid 0.75 mg l⁻¹ and, B4: brassinosteroid 1 mg l⁻¹. T1: 30 days after planting, T2: first blooming T3: green fruit and T4: pink fruit. For each month means followed by similar letters are not significantly different (p<0.05) by Duncan multiple range test (DMRT)

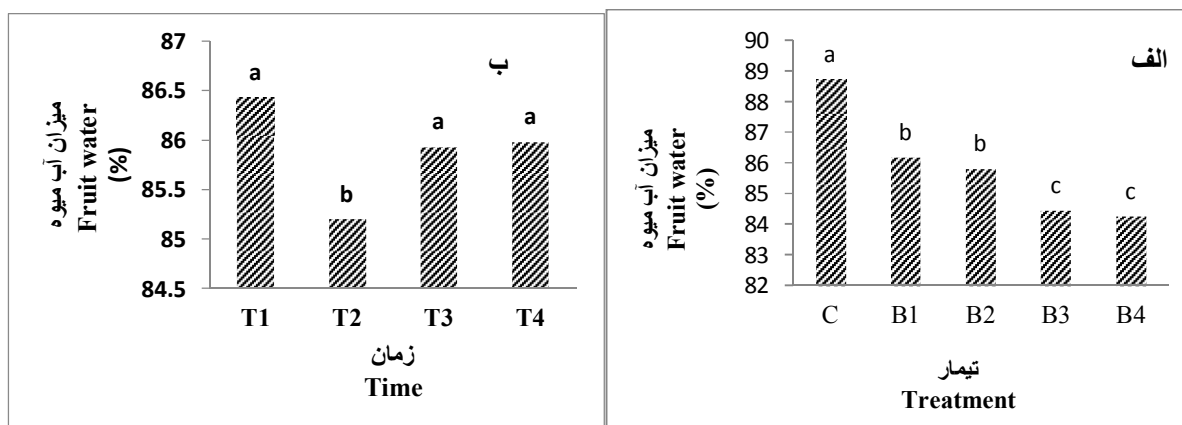
یافت و تیمار براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم بر لیتر، دارای کمترین و تیمار شاهد بیشترین، میزان آب میوه را دارا بودند و سایر غلظت‌ها نیز با شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند. زمان محلول‌پاشی نیز روی این ویژگی اثر داشت، به‌طوری‌که، کمترین میزان مربوط به زمان دوم

میزان آب میوه و ماده خشک

طبق نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، میزان آب میوه، در میوه‌های بوته‌های تیمار شده نسبت به شاهد کاهش یافت. به‌طوری‌که، با افزایش غلظت براسینواستروئید میزان آب میوه کاهش

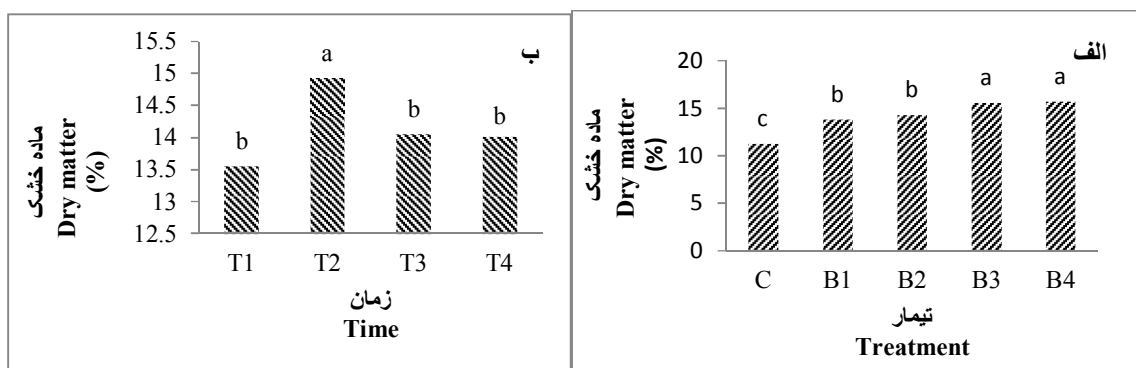
به‌طوری‌که، با افزایش غلظت براسینواستروئید، درصد ماده خشک میوه، افزایش یافت و تیمار براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم بر لیتر دارای بیشترین و تیمار شاهد کمترین، درصد ماده خشک میوه، را دارا بودند و سایر غلظت‌ها نیز با شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند (شکل ۱۰).

(میوه‌ها در مرحله گلدهی) و بیشترین میزان، میزان مربوط به زمان اول (۳۰ روز بعد از کشت نشاء) بوده است (شکل ۹). طبق نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، درصد ماده خشک میوه، در میوه‌های بوته‌های تیمار شده نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل ۱۰).



شکل ۹- تاثیر غلظت‌های مختلف براسینواستروئید (الف) و زمان محلول‌پاشی (ب) روی میزان آب میوه توت‌فرنگی رقم پاروس. C: شاهد. B1: براسینواستروئید ۰/۲۵ میلی‌گرم بر لیتر. B2: براسینواستروئید ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر. B3: براسینواستروئید ۰/۷۵ میلی‌گرم بر لیتر. B4: براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم بر لیتر. T1: ۳۰ روز بعد از کشت نشاء توت فرنگی. T2: مرحله شروع گلدهی. T3: میوه سبز رنگ و T4: میوه صورتی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

Figure 9- Effect of brassinosteroid concentrations (a) and spraying time (b) on fruit water of strawberry fruit cv. Paros. C: control, B1: brassinosteroid 0.25 mg/L, B2: brassinosteroid 0.5 mg/L, B3: brassinosteroid 0.75 mg/L and B4: brassinosteroid 1 mg/L. T1: 30 days after planting, T2: first blooming T3: green fruit and T4: pink fruit. For each month means followed by similar letters are not significantly different ($p < 0.05$) by Duncan multiple range test (DMRT)



شکل ۱۰- تاثیر غلظت‌های مختلف براسینواستروئید (الف) و زمان محلول‌پاشی (ب) بر میزان ماده خشک میوه توت‌فرنگی رقم پاروس. C: شاهد. B1: براسینواستروئید ۰/۲۵ میلی‌گرم بر لیتر. B2: براسینواستروئید ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر. B3: براسینواستروئید ۰/۷۵ میلی‌گرم بر لیتر. B4: براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم بر لیتر. T1: ۳۰ روز بعد از کشت نشاء توت فرنگی. T2: مرحله شروع گلدهی. T3: میوه سبز رنگ و T4: میوه صورتی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

Figure 10- Effect of brassinosteroid concentrations (a) and spraying time (b) on dry matter of strawberry fruit cv. Paros. C: control, B1: brassinosteroid 0.25 mg/L, B2: brassinosteroid 0.5 mg/L, B3: brassinosteroid 0.75 mg/L and B4: brassinosteroid 1 mg/L. T1: 30 days after planting, T2: first blooming T3: green fruit and T4: pink fruit. For each month means followed by similar letters are not significantly different ($p < 0.05$) by Duncan multiple range test (DMRT)

میزان، مربوط به زمان اول (۳۰ روز بعد از کشت نشاء) بوده است (شکل ۱۰). کاربرد اپی براسینواستروئید در بافت‌های برگ دانه‌های

زمان محلول‌پاشی نیز روی این ویژگی اثر داشت، به‌طوری‌که، بیشترین میزان مربوط به زمان دوم (در مرحله گلدهی) و کمترین

نتیجه‌گیری کلی

این مطالعه نشان می‌دهد که کاربرد تحریک کننده‌های زیستی گیاهی مانند براسینواستروئید به طور معنی‌داری ویژگی‌های کیفی را بهبود می‌بخشد. بنابراین کاربرد غلظت‌های متفاوت براسینواستروئید باعث افزایش کل مواد جامد محلول، قند، اسید قابل تیترا، آنتوسیانین، فنول، وزن خشک، ویتامین ث می‌شود. موثرترین تیمار و زمان محلول‌پاشی کاربرد براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم در لیتر و مرحله شروع گلدهی و سبز رنگ شدن میوه بوده است و در نتیجه باعث بهبود ویژگی‌های کیفی شده است.

گوجه فرنگی تجمع ماده خشک را به میزان ۷ درصد افزایش می‌دهد تیمار قلمه ساقه شمعدانی با محلول هوموبراسینواستروئید با غلظت ۱۰۰ میکرومول، وزن تر ریشه و ساقه را به میزان ۸۲ و ۹۸ درصد و وزن خشک ریشه و ساقه را به ترتیب به میزان ۵۱ و ۵۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد و همچنین درصد و تعداد ریشه را ۹۰ درصد نیت به شاهد افزایش داد (۲۹). زیرا، براسینواستروئیدها کارایی فتوسنتز و تثبیت کربن را افزایش می‌دهند و بنابراین غلظت CO_2 درونی برای فتوسنتز را افزایش می‌دهند و فعالیت ریبولوز ۵-۱ کربوکسیلاز را زیاد می‌کنند و بدین ترتیب تجمع مواد فتوسنتزی و ماده خشک افزایش می‌یابد (۸). بنابراین طبق پژوهش‌های پیشین، نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر مورد تایید می باشد.

منابع

- 1-Ali B., Hayat S., Hasan A.S., and Ahmad A. 2006. Effect of root applied 28-homobrassinolide on the performance of *Lycopersicon esculentum*. Science Horticulture, 110:267-273
- 2-Abdollahi S., Eshghi S., and Tafazoli E. 2010. Interaction of pclobutrazol, Boron and Zinc on Vegetative Growth, Yield and Fruit Quality of Strawberry (*Fragaria* × *Ananassa* Duch. Cv. Selva). Journal Biology Enviromental Science, 4(11): 67-75.
- 3-Assis G., Menezes M., and Eliemar C. 2006. Brassinosteroid analogue effect on the yield passion fruit plants. Scientia Horticulturae, 110: 235-240.
- 4-Ahmadipoor roghaba A., and Pakkish Z. 2014. Role of Brassinosteroid on Yield, Fruit Quality and Postharvest Storage of 'Tak Danehe Mashhad' Sweet Cherry (*Prunus avium* L.). Agricultural Communications, 2(4): 49-56.
- 5-Bakshi P., Bhat D.J., Wali V.K., Sharma A., and Iqbal, M. 2014. Growth, yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Chandler as influenced by various mulching materials. African Journal of Agricultural Research, 9(7): 701-706.
- 6-Barney D.L., Davis B., and Fellman J.K. 1992. Strawberry production. Overview, alternative agricultural Enterprises. St. Poul, Minnesota Agricultural Experiment Station.
- 7-Basiouny F.M. 1996. Blueberry fruit quality and storability influenced by postharvest application of polyamines and heat treatments. Proceeding Fland State Horticulture Society, 109: 269-272.
- 8-Bajguz A., and Andrzej T. 2003. The chemical characteristic and distribution of brassinosteroids in plant. Phytochemistry, 62: 1027- 1046.
- 9-Clous S.D., and Sasse M. 1998. Brassinosteroids: essential regulators of plant growth and development. Annual Physiology Reviews, 49: 427- 451.
- 10-Eleiwa M., Bafeel S., and Ibrahim S.A. 2011. Influence of brassinosteroids on wheat plant (*Triticum aestivum* L) production under salinity stress condition. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(5): 58- 65.
- 11-Enteshari S., Kalantari K., and Ghorbani M. 2006. The effect of epibrassinosteroid and different bands of ultra violent radiation on the pigments content in glycine max. Pakistan Journal of Biological Science, 9(2): 231-237.
- 12-Fariduddin Q., Yusuf M., Hayat S., and Ahmad A. 2009. Effect of 28-homobrassinolide on antioxidant capacity and photosynthesis in *Brassica Juncea* plants exposed to different levels of copper. Environmental Experimental Botany, 66:418-424.
- 13-Faroog M., Wahid A., Basra S.M. 2009. Improving water relation and gas exchange with brassinosteroids in rice under drought stress. Journal Agronomy and Science, 195: 262-269.
- 14-Gomes M., Campostrini E., Leal N.R., Viana A.P., Ferraz T.M., Siqueira L.N., Rosa R.C.C., Netto A.T., and Nunez-Vazquez M. 2006. Brassinosteroid analogue effects on the yield of yellow passion fruit plants (*Passiflora edulis*). Scientia Horticulture, 110: 235-235.
- 15-Kashi E.V., and Hekmati J. 1992. Strawberry cultivation. Ahmadi Press Tehran.401p.
- 16-Kher R., Baba J. A., and Bakshi P. 2010. Influence of planting time and mulching material on growth and fruit yield of strawberry cv. Chandler. Indian Journal Horticulture, 67(4): 441-444.
- 17-Khrpach V., Zhabinskii V., and Groot A. D. 1998. Brassinosteroids: a new class of plant hormones acadamic press. United States of American. 460p.
- 18-Krizek D.T., Brita S.J., and Miewcki R. M. 1998. Inhibitory effects of ambient level of solar UV-A and UV-B on growth of cv New red fire Lettuce. Physiology Plant, 103:1-7.

- 19-Kirnack H., Kaya C., Tas, I., and Higgs D. 2001. The influence of Water deficit on vegetative growth, physiology, fruit yield and quality in egg plants. *Plant Physiology*, 27: 34-46.
- 20-Lieten P. 2002. Boron deficiency of strawberries grown in substrate culture. *Proc. 4th Int. Strawberry Symp*, 1:451-454.
- 21-Lichtenthder, H.K. 1987. Chlorophyllus and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148: 350-382.
- 22-Malik, C.P., and Singh M.B. 1980. In: *Plant enzymology and histoenzymology*. Kalyani Publishers. New Dehli. 286 P.
- 23-Nazarpur, M. 2005. Effect of soil and foliar application of paclobutrazol on vegetative and reproductive characteristics of strawberry (*Fragaria* × *Ananassa* Duch. cv. Camarosa). MSc. Thesis, Shiraz University.
- 24-Ogwen J., Song X., Shi K., Hu W., Mao W., Zhou Y., Yu J., and Nogues S. 2008. Brassinosteroids alleviate heat-induced inhibition of photosynthesis by increasing carboxylation efficiency and enhancing antioxidant systems in *Lycopersicon esculentum*. *Journal Plant Growth Regulation*, 27: 49-57.
- 25-Pereira-Netto A., Cruz-Silva C., Schaefer S., Ramirez J., and Galagovsky L., 2006. Brassinosteroid-stimulated branch elongation in the Marubakaido apple rootstock. *Trees*, 20: 286-291.
- 26-Somogy, M. 1952. Notes on sugar determination. *Journal of Biochemistry*, 195: 19-29.
- 27-Swamy K.N., and Ram Rao S. 2006. Influence of brassinosteroids on rooting and growth of Geranium (*Pelargonium* sp.) stem cutting. *Asian Journal of Plant Sciences*, 5(4): 619-622.
- 28-Symons G.M., Davies C., Shavrukov Y., Dry I.B., Reid J.B., Thomas M.R., 2006. Grapes on steroids. Brassinosteroids are involved in grape berry ripening. *Plant Physiol*, 140: 150-158.
- 29-Tabatabaei S.J., Fatemi L.S., and Fallahi E. 2006. Effect of ammonium: nitrate ratio on yield, calcium concentration and photosynthesis rate in strawberry. *Plant Nutrition*, 29: 1273-1285.
- 30-Verma A., Malik C.P., and Gupta V.K. 2012. In Vitro effect of Brassinosteroids on the Growth and Antioxidant Enzyme Activities in Groundnut. *ISRN Agronomy*, 2012: 1-8.
- 31-Vardhini B.V., and Ram Rao, S. 1998. Effect of brassinosteroids on growth, metabolite content and yield *Arachis hypogaea*. *Phytochemistry*, 48: 927- 930.
- 32-Wang S.Y., and Lin H.S. 2000. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies cultivar and developmental stage. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 48: 140-148.
- 33-Xu R.J., Li X. D., He Y.L., Wang Y.Q., and Zhao Y.J. 1994. Effect of treatment with epibrassinolid and chloride lacton on the fruit set and ripening in some grape cultivation. *Shanghai Agricultural College Journal*, 12: 90-95.
- 34-Yuan G., Jia C., Li Z., Sun B., and Wang Q. 2010. Effect of brassinosteroids on drought resistance and abscisic acid concentration in tomato under water stress. *Plant Physiology*, 6(1): 123-128.
- 35-Yu J.A., Huang L.F., Hu W.H., Zhou Y.H., Mao W.H., Yu S.F., and Nogues S. 2004. A role for brassinosteroids in the regulation photosynthesis in cucumber sativus. *Journal Exposed Botany*, 55: 1135- 1143
- 36-Zokae-Khosroshahi M.R., Esna-Ashari M., and Ershadi A. 2007. Effect of exogenous putrescine on post-harvest life of strawberry (*Fragari ananassa*) fruit, cultivate Selva. *Scientia Horticulturae*, 114: 27-32.
- 37-Zhu Z., Zhanguan Z., Guozheng, Q., and Shiping T. 2010. Effect of Brassinosteroids on postharvest disease and senescence of jujube fruit in storage. *Postharvest Biology and Technology*, 56: 50-55.



اثر کاهش مصرف آب و نیتروژن در مدیریت رشد چمن مخلوط

عزیزاله خندان میرکوهی^{۱*} - نکیسا بایی^۲ - ابراهیم هادوی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۰۷

چکیده

در شرایط آب و هوایی گرم و خشک که در اکثر مناطق ایران حاکم است مدیریت مصرف آب و نیتروژن به عنوان دو عامل مهم در رشد چمن ضروری به نظر می رسد. در این تحقیق، اثر کاهش مصرف آب و نیتروژن با هدف کنترل رشد رویشی چمن های مرسوم در فضای سبز (چمن مخلوط با نام عمومی اسپرت)، با در نظر گرفتن تامین نیاز گیاه و حفظ کیفیت بصری آن، در آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. بذر تجاری چمن با تراکم ۴۰ گرم در متر مربع در جعبه های حاوی خاک لوم شنی در اواسط بهار کشت شد. تیمار نیتروژن با استفاده از منبع نیترات آمونیوم در ۵ سطح (۰، ۵/۵، ۱، ۱/۵، ۲ میلی گرم در متر مربع در ماه، همراه آبیاری) و تیمار رژیم آبیاری در ۴ سطح (۸۰، ۱۰۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ درصد ظرفیت زراعی به صورت یک روز در میان) به مدت ۵ ماه در طی فصل گرم سال ۱۳۹۲ پس از اولین چمن زنی از خرداد ماه اعمال شد. نتایج نشان داد که محدودسازی کاربرد نیتروژن و میزان آبیاری بر صفات ارتفاع، وزن تر و خشک، کلروفیل و پروکلین دارای اختلاف معنی دار بود، ولی بر شاخص تراکم، شاخص کیفیت و رنگ اثر معنی دار نداشت. بدون توجه به سطوح نیتروژن، شاخص کیفیت و رنگ فقط در سطح ۴۰ درصد ظرفیت زراعی کمترین میزان را نشان داد. بنابراین، کاهش کاربرد کود نیتروژنی تا ۱ میلی گرم بر مترمربع در ماه و رژیم آبیاری تا ۶۰ درصد ظرفیت زراعی ضمن این که سبب کاهش رشد رویشی شد، بر دیگر صفات کیفی چمن تاثیر منفی نداشت.

واژه های کلیدی: سرعت رشد، ظرفیت زراعی، فضای سبز، کیفیت چمن، نیترات آمونیوم

مقدمه

(۶)

نیتروژن به ویژه شکل نیتراتی آن، یک ماده غذایی متحرک در خاک و بسترهای کشت است. آبشویی نیترات با توجه به آبیاری مرتب، در منابع زیادی گزارش شده است (۹، ۱۰ و ۱۳). کیوین و همکاران (۱۲) گزارش کردند که در صورت استفاده از غلظت بالای کود نیتروژنی از نوع اوره، میزان زیادی نیترات در آبشویی مشاهده می شود. آبشویی نیترات باعث ایجاد مشکل در محیط زیست یا آب های زیرزمینی می شود. از طرف دیگر غیر فعال شدن بیولوژیکی سریع نیتروژن به کار رفته به وسیله ریزجانداران موجود در خاک و چمن به همراه آبشویی، زمان پایداری این عنصر در خاک را محدود می نماید و بیانگر ضرورت مدیریت کاربرد این عنصر است. کاربرد مرحله ای نیتروژن با توجه به توانایی به کارگیری آن توسط سیستم خاک-گیاه برای به حداقل رساندن میزان هدررفت این عنصر کمک می نماید (۷). میلتنر و برنهام (۱۴) کاربرد مرحله ای نیاز کودی نیتروژن در چمن کاری را مفید دانستند. بررسی ها نشان داده است که حتی در استفاده از کودهای کند رهاشونده در چمن کاری ها مثل سولفات آمونیوم که در آن آمونیوم بوسیله کلئیدهای خاک جذب و سپس

چمن از جمله گیاهان باریک برگ، از تیره پوآسه^۳ است که به عنوان گیاه پوششی در توسعه فضاهای سبز شهری کاربرد وسیعی دارد. به ویژه کاربرد بذر چمن به صورت مخلوط با نام تجاری چمن اسپرت که به طور معمول حاوی درصدی از چهار نوع چمن متداول به نسبت متفاوت می باشد، در حال گسترش است. آبیاری مرتب و مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنی در زمین های چمن از جمله عملیات مرسوم و متداول است و هزینه های زیادی را به مجموعه تحمیل می نماید. علاوه بر این، با در نظر گرفتن سیستم آبیاری متداول و مصرف بی رویه کودهای شیمیایی به ویژه کودهای نیتروژنی زمینه آلودگی محیط نیز به جهت متحرک بودن نیتروژن، متصور است

۱ - استادیار گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

(*) نویسنده مسئول: (Email: khandan.mirkohi@ut.ac.ir)

۲ و ۳ - دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد اگر غلظت به کار برده شده بالا باشد باز هم نیترات در رواناب وجود دارد، هرچند که از سطح خطرناک پایین‌تر باشد. در استفاده نا صحیح از یک منبع نیتروژن سریع رهاشونده، نیتروژن گازی حاصل از دنیتریفیکاسیون علاوه بر آبشویی روی کیفیت و سلامت محیط زیست تأثیر می‌گذارد (۱۳). این موضوع در زمین‌های چمن در ورزشگاه‌ها که زیرساخت‌های زهکشی مناسبی نیز تعبیه می‌شود و به عملیات چمن‌زنی، آبیاری و کوددهی مرتب نیاز است، بیشتر اهمیت پیدا می‌کند.

تلاش برای کنترل و کند کردن رشد رویشی چمن با کاربرد انواع مواد شیمیایی صورت می‌پذیرد، ولی این روش نیز هم‌چون مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژنی دغدغه آلودگی محیط زیست را به همراه دارد. بنابراین، تلاش برای کند کردن رشد رویشی چمن بدون مصرف مواد شیمیایی از جمله با محدودسازی کاربرد عنصر نیتروژن و مدیریت آبیاری می‌تواند بسیار مفید واقع شود. بنابراین هدف این مطالعه محدودسازی کاربرد این عنصر برای کاهش رشد رویشی با در نظر گرفتن تامین نیاز گیاه به نیتروژن کافی برای حفظ کیفیت بصری آن در ترکیب با رژیم آبیاری مناسب برای حفظ این عنصر متحرک (نیتروژن) در محدوده قابل دسترس ریشه و جلوگیری از آبشویی آن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثر محدودسازی کاربرد نیتروژن با توجه به میزان آبیاری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۳ جبهه (به‌ترتیب به طول و عرض ۶۰ و ۴۰ سانتی‌متر و بدون کف) در هر تکرار به عنوان مشاهده در مجموعه فرهنگی تاریخی سعدآباد تهران در سال ۱۳۹۲ پی‌ریزی شد. ابتدا زمین مسطح به عمق ۳۰ سانتیمتر خاک‌برداری شد و جبهه‌ها با فواصل ۱۰ سانتیمتر از هم در روی ردیف‌هایی به فاصله ۷۵ سانتی‌متر از هم قرار گرفتند و با خاک زراعی با بافت لوم شنی تا نزدیک سطح پر شدند. بذر تجاری چمن که با اصطلاح چمن اسپرت شناخته می‌شود در ترکیبی از چهار نوع چمن متداول (جدول ۱)، به میزان ۴۰ گرم در متر مربع در اواسط بهار به روش معمول کشت شد. عملیات مرسوم نگهداری و آبیاری تا استقرار کامل چمن و مشاهده پنجه‌زنی ادامه یافت. تا این مرحله، آبیاری به صورت روزانه (۲ بار در روز، یکبار ۶/۳۰ صبح و یکبار ۱۸ بعداز ظهر) انجام شد. اولین سرزنی چمن تا میزان ۴ سانتی‌متر از سطح چمن انجام گرفت و اعمال تیمار پس از اولین چمن‌زنی از خرداد ماه شروع شد.

برای سطوح متفاوت نیتروژن سطح مرسوم و متداول نیاز چمن به نیتروژن به میزان ۲ گرم در هر متر مربع به صورت ماهیانه در نظر گرفته شد. تیمار نیتروژن در ۵ سطح ۲، ۱/۵، ۱، ۰/۵ و ۰ گرم در

مترمربع در ماه از منبع نیتروژنی نیترات آمونیوم اعمال شد. سطوح ۲ و ۰ گرم در متر مربع در ماه به عنوان شاهد در نظر گرفته شدند. این میزان نیتروژن پس از محاسبه بر اساس سطح کشت در هر تیمار، دو قسمت نصف در نیمه و نصف در آخر هر ماه به کار رفت. تیمار رژیم آبیاری بر اساس ظرفیت زراعی^۱ خاک مورد استفاده در ۴ سطح ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی اعمال شد. میزان آب مورد نیاز برای رسیدن به ظرفیت زراعی حجم خاک موجود در هر تیمار بر اساس روش وزنی برآورد شد. برای به‌دست آوردن ظرفیت زراعی خاک مورد استفاده، تعداد ۵ ظرف کشت با توجه به حجم ظرف و وزن حجمی خاک با خاک مورد نظر پر شد. وزن هر یک از ظروف حاوی خاک یادداشت شد (وزن اول)، سپس با احتیاط تا زمانی که خاک داخل ظروف کاملاً اشباع شود (تا زمانی که اولین قطرات آب از ته ظروف خارج شد) آب اضافه شد. میزان آب مصرفی یادداشت شد. بعد از ۱۵ دقیقه انتظار برای خروج آب ثقلی، ظروف حاوی خاک آبیاری شده، مجدد وزن شد (وزن دوم). در این روش بدون توجه به میزان رطوبت اولیه خاک مورد استفاده، اختلاف وزن اول و دوم ملاک میزان آب مورد نیاز برای رسیدن به ظرفیت زراعی (۱۰۰ درصد) منظور شد. سپس دیگر سطوح، بر اساس درصدی از آب مورد استفاده محاسبه گردید. زمان تامین آب محاسبه شده تا اواسط مرداد ماه به صورت روزانه بود و پس از آن به دلیل پایین آمدن نسبی دما میزان آبیاری به اندازه یک سوم کاهش داده شد. از اواسط شهریور آبیاری با همان میزان یک سوم کاهش یافته اما بصورت یک روز در میان انجام پذیرفت. در این دوره، مبارزه با علف هرز و کنترل بیماری و حمله آفات نیز انجام پذیرفت.

پس از اولین چمن‌زنی، میزان رشد طولی چمن (ارتفاع رشد) هر ۱۲ روز یکبار اندازه‌گیری شد و هر ۱۴ روز یکبار عملیات سرزنی تا ارتفاع ۴ سانتی‌متری سطح خاک انجام پذیرفت. ارتفاع چمن هر ۱۲ روز یک بار (دو روز قبل از سربرداری) اندازه‌گیری شد. برای انجام این کار یک طرف خط کش با سطح خاک مماس شد و یک عدد گونیا در طرف دیگر خط‌کش قرار داده شد طوری که به راحتی در خط کش حرکت می‌کرد. اندازه‌گیری ارتفاع از فاصله بین خاک تا سطح گونیا در سه نقطه از هر واحد آزمایشی با جابجایی خط کش انجام شد.

وزن تر و خشک بقایای برداشت شده با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. تراکم و کیفیت (یکنواختی و رنگ چمن) با استفاده از ارزیابی مشاهده‌ای اندازه‌گیری شد. برای این منظور از برنامه ملی ارزیابی چمن (NTEP) استفاده شد (۵). در این برنامه ارزیابی چمن از طریق ارزیابی‌های چشمی صورت می‌گیرد. این ارزیابی شامل تراکم، یکنواختی، رنگ، بافت برگ و

1- Field capacity (F.C.)

درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت حرارت داده شد تا ترکیب به رنگ قرمز آجری درآمد و سپس درون یخ واکنش متوقف شد. سپس به میزان ۴ میلی لیتر تولوئن به محلول اضافه و به مدت ۲۰ ثانیه با دستگاه ورتکس به هم زده شد (حجم در این مرحله ۱۰ میلی لیتر است که حاوی دو میلی لیتر از نمونه می باشد. یعنی ضریب رقت ۵ است). همزمان همین عملیات برای محلول های استاندارد ۰، ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ میلی گرم در لیتر پرولین نیز انجام شد.

میزان جذب استانداردهای پرولین و سپس میزان جذب محلول در فاز تولوئن (حجم تولوئن ۴ میلی لیتر بود) در طول موج ۵۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید. عدد حاصل از جذب به کمک منحنی استاندارد و دستگاه معادله خط به غلظت پرولین (میکروگرم در میلی لیتر) تبدیل شد. چون نمونه از فاز تولوئن برداشته شد (در این مورد حجم تولوئن ۴ میلی لیتر) و در ابتدا ۰/۵ گرم ماده تازه هضم و ۵ برابر رقیق شده بود و نیز وزن مولکولی پرولین برابر با ۱۱۵/۵ است، بنابراین با استفاده از معادله شماره ۱، غلظت پرولین به واحد میکرومول در گرم بافت تازه تبدیل شد (۴):

$$\mu\text{mol proline g}^{-1} \text{ fresh weight} = [(\mu\text{g proline mL}^{-1} \times \text{mL of toluene}) / 115.5] \times (5/\text{g of sample})$$

نتایج بدست آمده از صفات اندازه گیری شده با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین صفات توسط آزمون چنددامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد. برای ترسیم شکل ها نرم افزار Excel مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف نیتروژن، رژیم آبیاری و اثر متقابل آن ها بر صفات رشد، میزان کلروفیل و پرولین چمن در جدول ۲ آورده شده است.

شاخص تراکم

مقایسه میانگین شاخص تراکم نشان داد که کلیه تیمارها در این صفت دارای شاخص تراکم مطلوب بودند و اثر سطوح متفاوت نیتروژن بر شاخص تراکم به جز سطح نیتروژن صفر (تیمار بدون کود) در بقیه سطوح دارای میزان مطلوب تراکم بودند (شکل ۱).

مقایسه میانگین اثرات متقابل رژیم های آبیاری و سطوح نیتروژن بر شاخص تراکم نشان داد که با کاهش سطح نیتروژن تا ۰/۵ گرم در مترمربع در ماه، شاخص تراکم تغییر معنی داری نداشت. الکاسی و زینهوا (۲) با بررسی اثر میزان نیتروژن و سطوح آبیاری روی تراکم گیاه و عملکرد و ظرفیت استفاده از آب در ذرت به این نتیجه رسیدند که بهترین حالت در تیمار آبیاری متوسط ۸۰-۶۰ درصد و تیمار کودی متوسط دیده شد.

کیفیت کلی می باشد. این ارزیابی بایستی از ابتدا تا انتهای آزمایش توسط یک نفر صورت گیرد و در طول آزمایش نباید از اشخاص مختلف یا طرز دیدهای مختلف استفاده نمود. تراکم چمن از ۱ تا ۳ طبقه بندی شد که عدد ۳ برای بیشترین تراکم بود. شاخص کیفیت مطابق با اعداد ۱ تا ۹ بود که عدد ۱ برای ضعیف ترین حالت و عدد ۹ برای بهترین حالت در نظر گرفته شد. داده برداری ها از اواسط صبح تا اوایل غروب و هنگامی صورت گرفت که هوا ابری نبود.

جدول ۱- درصد و نوع گونه ها در چمن مخلوط استفاده شده

Table 1-Percentage and type of turf grass in the used mixed turf grass

نوع چمن در ترکیب	%
Type of turf grass used in the mix	
<i>Lolium perenne</i> TAYA	30
<i>Lolium perenne</i> SUBLIME	25
<i>Poa pratensis</i> SOBRA	20
<i>Poa pratensis</i> BALIN	15
<i>Festuca rubra</i> MAXIMA	10

به منظور اندازه گیری کلروفیل از روش آرنون (۱) استفاده شد. برای اندازه گیری پرولین از روش بتس و همکاران (۴) استفاده شد. از آنجایی که در اکثر موارد در اجرای این روش خطا دیده می شود بنابراین نحوه اجرا به شرح زیر تشریح می شود. ابتدا محلول های استاندارد تهیه شد. برای تهیه استاندارد ۱۰۰ میلی گرم در لیتر پرولین، ۱۰ میلی گرم پرولین در آب مقطر حل و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. برای تهیه استانداردهای ۰، ۴، ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۰ میلی گرم در لیتر پرولین، به ترتیب ۰، ۴، ۸، ۱۶ و ۲۰ میلی لیتر از استاندارد ۱۰۰ میلی گرم در لیتر پرولین برداشته و با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شد. برای تهیه فسفریک اسید ۶ مولار، ۴۱/۱۲ میلی لیتر اسید فسفریک ۸۵ درصد با چگالی ۱/۶۸ کیلوگرم بر لیتر را به آب مقطر افزوده و سپس با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. برای تهیه سولفوسالسیلیک اسید ۳ درصد، ۳ گرم پودر سولفوسالسیلیک اسید را در آب مقطر حل نموده و با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. برای تهیه اسید ناین هیدرین، مقدار ۱/۲۵ گرم پودر اسید ناین هیدرین را در ۳۰ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال حل نموده و سپس ۲۰ میلی لیتر اسید فسفریک ۶ مولار آماده شده به آن اضافه گردید.

پس از آماده کردن محلول های فوق، ۰/۵ گرم ماده تر گیاهی (برگ) را وزن کرده و به آن ۱۰ میلی لیتر سولفوسالسیلیک اسید ۳ درصد آماده شده را اضافه کرده، با هاون له کرده و سپس با کاغذ صافی واتمن شماره ۲، صاف گردید. میزان ۲ میلی لیتر از نمونه صاف شده در لوله آزمایش ریخته شد، و ۲ میلی لیتر اسید ناین هیدرین و ۲ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال به آن ها افزوده و سپس خوب مخلوط گردید (در مجموع ۶ میلی لیتر). نمونه ها در حمام آب گرم در دمای ۹۰

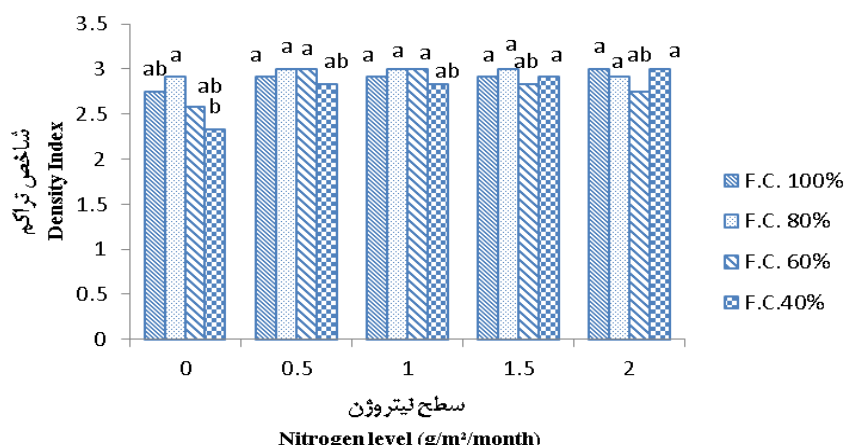
جدول ۲- تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف نیتروژن و رژیم آبیاری بر صفات رشد چمن

Table 2- ANOVA of different levels of nitrogen and irrigation regime on the growth properties of turf grass

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	Mean squares میانگین مربعات						
		شاخص تراکم Density index	شاخص کیفیت Quality index	ارتفاع Height	وزن تر Fresh weight	وزن خشک Dry weight	کلروفیل کل Total chlorophyll	پرولین Proline
تکرار Replication	2	0.176ns	0.763ns	14.76*	304.99**	17.82**	9.91ns	22.31**
رژیم آبیاری Irrigation regime	3	0.095ns	11.641**	135.75**	1755.30**	84.72**	10.08ns	68.16**
سطوح نیتروژن Nitrogen level	4	0.191ns	0.138ns	6.687*	316.16**	13.86**	7.74ns	16.12**
آبیاری × نیتروژن Irrigation × Nitrogen	12	0.046ns	0.109ns	2.05*	44.055*	1.91*	12.13ns	0.184*
خطا Error	38	0.078	0.33	3.33	48.8	2.51	11.6	0.68
ضریب تغییرات Coefficient variance (%)		9.75	6.88	15.08	31.28	31.31	14.6	11

ns: عدم اختلاف معنی دار. *: اختلاف معنی دار در سطح ۵٪. **: اختلاف معنی دار در سطح ۱٪.

ns: no significant difference. *: significant difference at 95% of probability level. **: significant difference at 99% of probability level.



شکل ۱- تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و رژیم آبیاری بر شاخص تراکم چمن. حروف مشترک نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن است

Figure 1-Effects of different nitrogen levels and irrigation regimes on density index of turf grass. Numbers followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple rang test ($P < 0.05$)

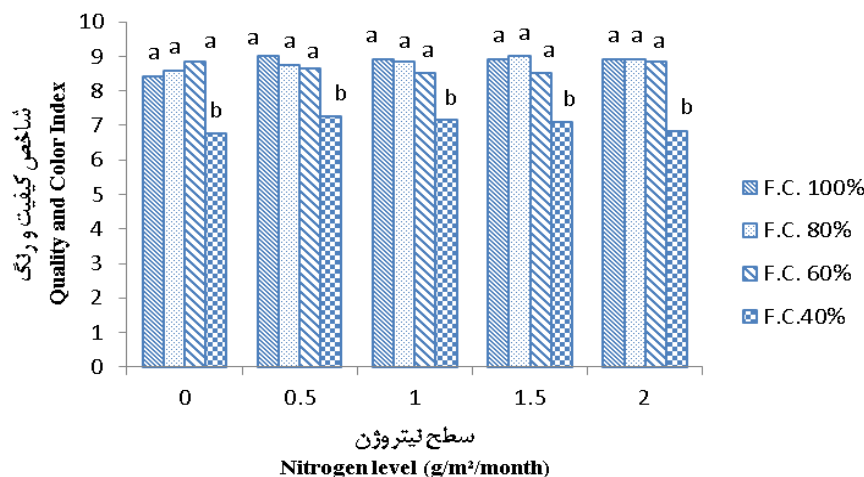
شاخص کیفیت و رنگ

نتایج نشان داد که کاهش سطح آبیاری تا ۶۰ درصد ظرفیت زراعی سبب تغییر معنی دار بر این شاخص نشد ولی در سطح ۴۰ درصد ظرفیت زراعی شاخص کیفیت و رنگ چمن به طور معنی داری تغییر کرد (شکل ۲). مقایسه میانگین اثر سطوح متفاوت نیتروژن بر شاخص کیفیت نشان داد که تغییر سطح نیتروژن اثر معنی داری روی

این صفت نداشت و تیمارها دارای شرایط یکسان بودند. بنابراین، بدون توجه به سطوح نیتروژن، شاخص کیفیت و رنگ فقط در سطح ۴۰ درصد ظرفیت زراعی کمترین میزان را داشت. شاخص کیفیت و رنگ چمن ارتباط معنی داری با تیمار نیتروژن نداشت، درحالی که در سطح آبیاری ۴۰ درصد شاخص رنگ به طور معنی داری کاهش یافت. بارتون و همکاران (۳) نیز نشان دادند که

ارگانیک به ویژه در میزان مصرف بالا بود و میزان آبشویی نیتروژن در تیمار آبیاری زیاد بیشتر از آبیاری کم بود.

هرچند در تیمارهای با میزان آبیاری کم، رنگ چمن سبزتر از تیمارهای با آبیاری زیاد بود اما در کل آبیاری بر رنگ چمن اثر معنی دار نداشت و بهترین رنگ چمن مربوط به مصرف کود غیر



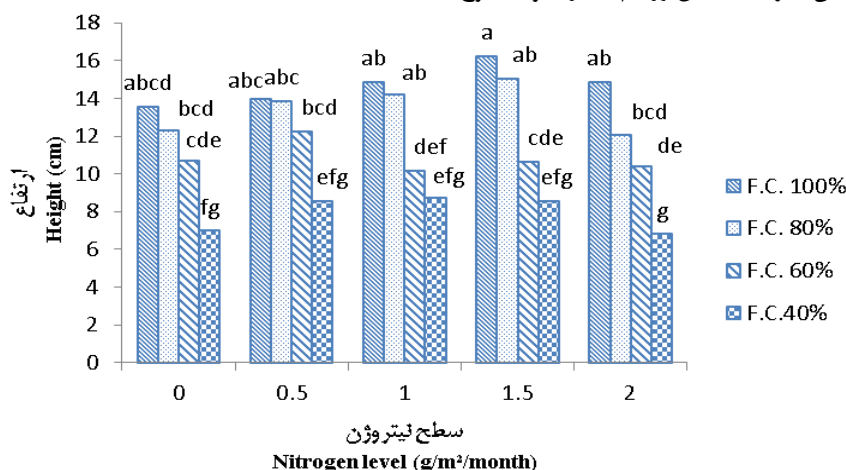
شکل ۲- تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و رژیم آبیاری بر شاخص کیفیت و رنگ چمن. حروف مشترک نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار (با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P < 0.05$) است

Figure 1-Effects of different nitrogen levels and irrigation regimes on quality and color index of turf grass. Numbers followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple rang test ($P < 0.05$)

نیتروژن بر ارتفاع نشان داد که با کاهش سطح نیتروژن، ارتفاع تغییر معنی داری نداشت. اما، با کاهش سطح آبیاری ارتفاع کاهش یافت. بنابراین، با توجه به این نتایج، می توان توصیه نمود که کاهش سطح نیتروژن تا ۰/۵ گرم در متر مربع در ماه و سطح آبیاری تا ۶۰ درصد ظرفیت زراعی می تواند رشد چمن را به طور مطلوب کنترل نموده و ارتفاع را کاهش دهد.

ارتفاع چمن و وزن تر و خشک

مقایسه میانگین این صفت نشان داد کاهش سطح آبیاری تا ۸۰ درصد ظرفیت زراعی سبب تغییر معنی دار در ارتفاع چمن نشد ولی با اعمال تنش آبیاری بیشتر تا سطح ۶۰ درصد ظرفیت زراعی، ارتفاع به طور معنی داری کاهش یافت (شکل ۳). همین طور کاهش سطح نیتروژن تا ۰/۵ گرم در متر مربع در ماه سبب تغییر معنی دار در ارتفاع چمن نشد. مقایسه میانگین اثرات متقابل رژیم آبیاری و سطوح

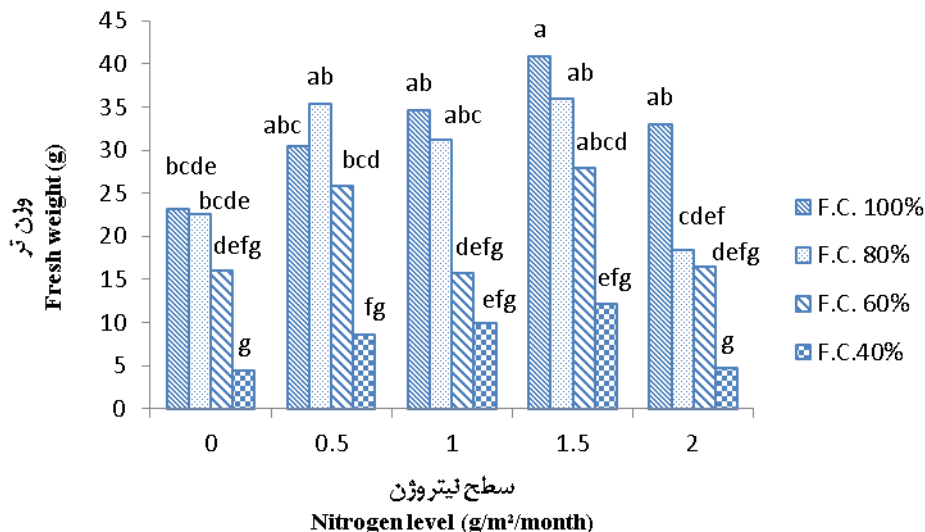


شکل ۳- تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و رژیم آبیاری بر ارتفاع چمن. حروف مشترک نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار (با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P < 0.05$) است

Figure 1-Effects of different nitrogen levels and irrigation regimes on canopy height of turf grass. Numbers followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple rang test ($P < 0.05$)

معنی‌دار در وزن تر نشد. مقایسه میانگین اثرات متقابل رژیم آبیاری و سطوح نیتروژن بر وزن تر (شکل ۴) نشان داد که با کاهش سطح آبیاری تا ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و سطح نیتروژن تا ۰/۵ گرم در متر مربع در ماه وزن تر کاهش قابل توجهی نداشت که هدف پژوهش را تامین می‌کند. اما، با کاهش بیشتر سطح آبیاری و سطح نیتروژن، وزن تر به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

مقایسه میانگین میزان وزن تر نشان داد کاهش سطح آبیاری تا ۸۰ درصد ظرفیت زراعی سبب تغییر معنی‌دار در این صفت نشد (شکل ۴) ولی با اعمال تنش آبیاری بیشتر تا سطح ۶۰ درصد ظرفیت زراعی، وزن تر به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین وزن تر در سطح ۱/۵ گرم نیتروژن در متر مربع در ماه مشاهده شد. با این حال کاهش در سطح نیتروژن تا ۰/۵ گرم در متر مربع در ماه سبب تغییر



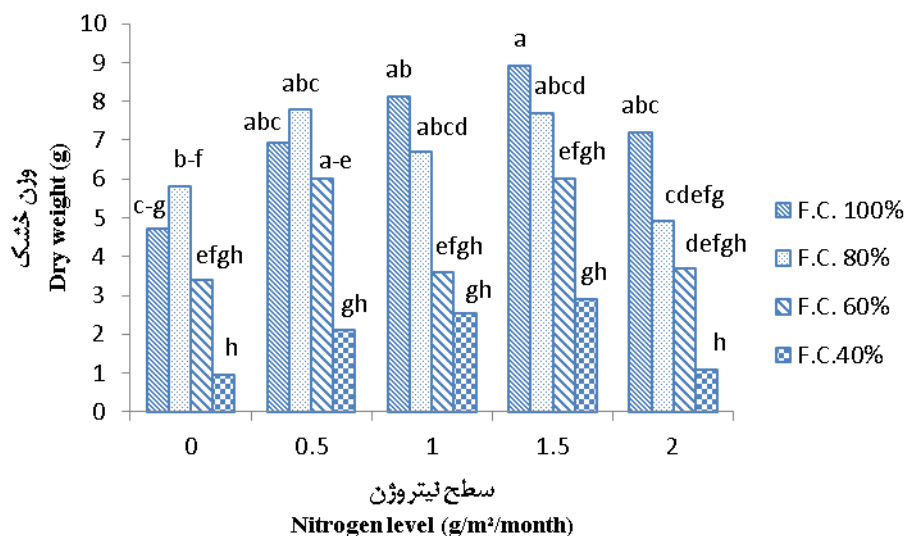
شکل ۴- تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و رژیم آبیاری بر وزن تر چمن. حروف مشترک نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P < 0.05$) است

Figure 1-Effects of different nitrogen levels and irrigation regimes on fresh weight of turf grass. Numbers followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple rang test ($P < 0.05$)

۴۰ درصد ظرفیت زراعی سبب شد تا ارتفاع به‌طور معنی‌داری کاهش یابد (شکل ۳). با اینحال، کاهش سطح نیتروژن تا ۰/۵ گرم در متر مربع در ماه و کاهش آبیاری تا ۶۰ درصد ظرفیت زراعی ضمن کاهش معقول ارتفاع و کنترل رشد، سبب کاهش مصرف کود و صرفه‌جویی در مصرف آب نیز می‌شود. هرچند که کاهش سطح کاربرد نیتروژن سبب کاهش ارتفاع نگردید، اما نتایج مربوط به وزن تر و وزن خشک (شکل ۴ و ۵) نشان داد که کاهش سطح نیتروژن سبب کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک می‌شود. گیاهان در سطوح پایین نیتروژن تضعیف شده و وزن خشک کمی داشتند. نتیجه بررسی والکر و همکاران (۱۷) در گیاه کاهو نیز نشان داد که افزایش نیتروژن سبب افزایش خلیه وزن خشک می‌شود که یافته حاضر را تایید می‌نماید. سیچن و فومیس (۸) نیز بیان داشتند که ارتفاع گیاه آفتابگردان با افزایش نیتروژن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که این مشاهده نیز با نتیجه تحقیق حاضر همسو است.

صفت وزن خشک نیز از الگوی مشابه وزن تر پیروی کرد. مقایسه میانگین این صفت نشان داد کاهش سطح آبیاری تا ۸۰ درصد ظرفیت زراعی سبب تغییر معنی‌دار در وزن خشک نشد (شکل ۵) ولی با اعمال تنش آبیاری بیشتر تا سطح ۶۰ درصد ظرفیت زراعی، وزن خشک به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین وزن خشک در سطح ۱/۵ گرم نیتروژن در متر مربع در ماه مشاهده شد. با اینحال کاهش در سطح نیتروژن تا ۰/۵ گرم در متر مربع در ماه سبب تغییر معنی‌دار در وزن تر نشد. مقایسه میانگین اثرات متقابل رژیم آبیاری و سطوح نیتروژن بر وزن تر نشان داد که با کاهش سطح آبیاری تا ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و سطح نیتروژن تا ۰/۵ گرم در متر مربع در ماه، وزن خشک کاهش قابل توجهی نداشت که هدف پژوهش را تامین می‌کند. اما، با کاهش بیشتر سطح آبیاری و سطح نیتروژن، وزن خشک به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

از نظر ارتفاع چمن، مشخص شد که با کاهش سطح نیتروژن کاهش معنی‌داری در ارتفاع مشاهده نشد، اما کاهش سطح آبیاری در



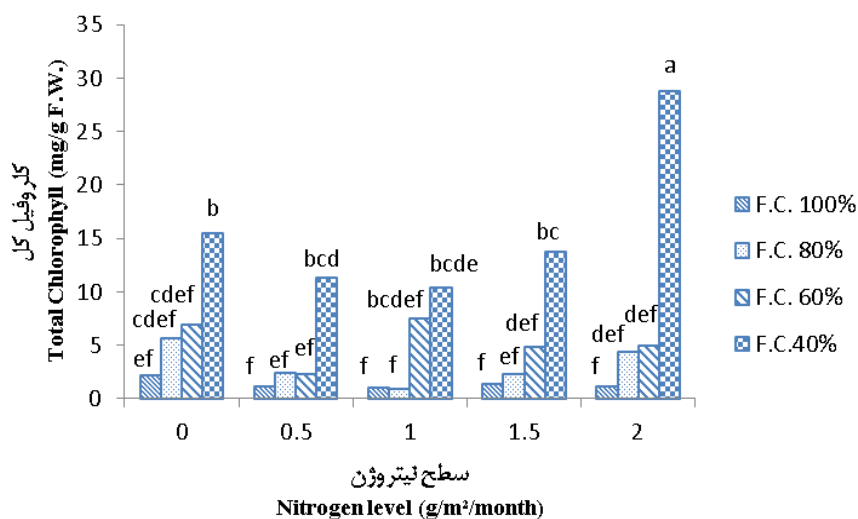
شکل ۵- تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و رژیم آبیاری بر وزن خشک چمن. حروف مشترک نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P < 0.05$) است

Figure 1-Effects of different nitrogen levels and irrigation regime on dry weight of turf grass. Numbers followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple rang test ($P < 0.05$)

نیتروژن سطح کلروفیل نیز کاهش یافت. مقایسه میانگین اثرات متقابل رژیم‌های آبیاری و سطوح نیتروژن بر شاخص کلروفیل کل (شکل ۶) نشان داد بدون در نظر گرفتن سطوح نیتروژن، سطح آبیاری ۴۰ درصد بیشترین میزان کلروفیل و سطوح ۸۰ و ۱۰۰ درصد کمترین میزان کلروفیل را داشت و گیاهان در سطوح آبیاری پایین رنگ سبز تیره داشتند.

میزان کلروفیل و میزان پرولین

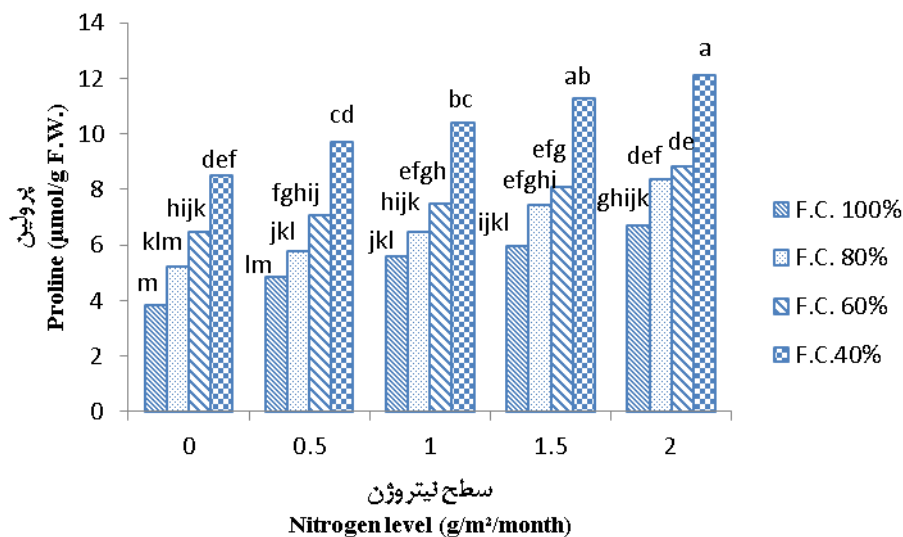
مقایسه میانگین اثر رژیم آبیاری مختلف بر کلروفیل کل نشان داد بیشترین میزان کلروفیل کل در سطح آبیاری (۴۰ درصد) بود (شکل ۶). اثر سطوح متفاوت نیتروژن بر میزان کلروفیل‌های آ و ب (نتایج نشان داده نشد) و کلروفیل کل نشان داد بیشترین میزان این صفات در سطح نیتروژن ۲ گرم در متر مربع در ماه بود و با کاهش سطح



شکل ۶- تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و رژیم آبیاری بر میزان کلروفیل کل چمن. حروف مشترک نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P < 0.05$) است

Figure 1-Effects of different nitrogen levels and irrigation regimes on total chlorophyll of turf grass. Numbers followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple rang test ($P < 0.05$)

مقایسه میانگین میزان پرولین نشان داد، کاهش سطح آبیاری سبب افزایش میزان پرولین شد (شکل ۷). همچنین کاهش سطح نیتروژن سبب کاهش معنی‌دار میزان پرولین شد. مقایسه میانگین پرولین تحت تاثیر اثرات متقابل نیتروژن و رژیم آبیاری نشان داد، بیشترین میزان پرولین در حداکثر سطح نیتروژن (۲ گرم در متر مربع در ماه) و در بالاترین سطح تنش آبیاری (۴۰ درصد ظرفیت زراعی) بود. پرولین پروتئینی وابسته به تنش است و افزایش نیتروژن نیز در تولید آن نقش دارد (۱۵ و ۱۶). با کاهش سطح نیتروژن، میزان پرولین کاهش یافت و با کاهش سطح آبیاری بخصوص در سطح آبیاری ۴۰ درصد (تنش خشکی) بیشترین میزان پرولین مشاهده شد. پالیکوا و همکاران (۱۶) بیان داشتند که سنتز پرولین در پاسخ گیاه به انواع تنش‌های غیر زیستی و زیستی است و با ایجاد تنش و افزایش نیتروژن میزان پرولین در سطح زی‌توده افزایش داشت. نیوبرگ و همکاران (۱۵) تجمع پرولین آزاد شده بعد از کاربرد نیتروژن را نشان دادند که با نتایج آزمایش حاضر همسو است.



شکل ۷- تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و رژیم آبیاری بر میزان پرولین چمن. حروف مشترک نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P < 0.05$) است

Figure 1-Effects of different nitrogen levels and irrigation regimes on proline content of turf grass. Numbers followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple rang test ($P < 0.05$)

با کاهش آبیاری تا سطح ۶۰ درصد ظرفیت زراعی، چمن‌ها دارای کیفیت ظاهری مناسب و ارتفاع رشد مطلوب بودند، همزمان با کاهش آبیاری در کلیه سطوح، تیمار نیتروژن روی شاخص کیفیت و تراکم اثر مطلوب داشت و برهمکنش رژیم آبیاری و سطوح نیتروژن روی تراکم چندان اثر نداشت. اثر سطوح نیتروژن و رژیم‌های مختلف آبیاری روی شاخص رنگ نیز فقط در تیمار ۴۰ درصد آبیاری، کاهش داشت و در باقی سطوح آبیاری و نیتروژن اختلاف معنی‌دار نبود. با در نظر گرفتن

با کاهش سطح نیتروژن و آبیاری میزان کلروفیل کل کاهش یافت (شکل ۹). میزان کلروفیل کل در سطح آبیاری ۴۰ درصد در بیشترین میزان و در سطوح ۱۰۰ و ۸۰ درصد کمترین مقدار خود را داشت و بنابراین براساس مشاهده نیز گیاهان در سطوح آبیاری پایین رنگ سبز تیره داشتند. به نظر می‌رسد با محدودیت نیتروژن سنتز کلروفیل دچار اختلال شده است و در سطوح آبیاری پایین اثر غلظت سبب کاهش سطح کلروفیل کل گردیده است. به عبارت دیگر در بافت‌های تحت تنش، میزان کلروفیل بیشتر نشان داده می‌شود. چون میزان کلروفیل بر اساس وزن تازه سنجیده می‌شود و در این شرایط، میزان آب بافت کم است. کریم‌پور و همکاران (۱۱) با بررسی اثر کود نیتروژن روی عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی دو رقم گندم مقاوم به خشکی و حساس به خشکی در پاسخ به تنش آبی بیان داشتند که میزان کلروفیل در شرایط تنش خشکی در تیمارهای با کاربرد نیتروژن افزایش داشته است که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری کلی

از آنجایی که هدف عمده این تحقیق کند کردن رشد رویشی با محدودسازی کاربرد عنصر نیتروژن و مدیریت آبیاری بود، لذا سطح موثر نیتروژن در ارتباط با میزان آبیاری در کاهش رشد و نیز عدم تاثیر معنی‌دار در کیفیت چمن، ارزیابی شد. نتایج نشان داد که با افزایش سطح آب آبیاری و میزان کود مصرفی میزان رشد چمن افزایش یافت و چمن از کیفیت بالایی نیز برخوردار بود.

جهت کنترل رشد چمن برای کاهش هزینه‌های نگهداری و آبیاری با توجه به کمبود آب در کشور به‌ویژه در تهران، می‌توان میزان آبیاری را تا میزان ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و مصرف نیتروژن را با احتیاط تا ۱ گرم در متر مربع در ماه توصیه کرد.

نتایج حاصل، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کاهش کاربرد کود نیتروژنی از نوع نترات آمونیوم تا ۱-۰/۵ میلی گرم در مترمربع در ماه و رژیم آبیاری تا ۶۰ درصد ظرفیت زراعی ضمن این که سبب کاهش رشد رویشی می‌شود، صفات کیفی چمن نیز کاهش نمی‌یابد. بنابراین،

منابع

- 1- Arnon D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24: 1-15.
- 2- Al- Kasi M.M., and Xinhua Y. 2003. Effects of Nitrogen rate, irrigation rate, and plant population on corn yield and water use efficiency. *American Society of Agronomy*, 95: 1475-1482.
- 3- Barton L., Wan G., Colmer T. 2003. Maximising turf quality, minimising nutrient leaching. *Australian Turfgrass Management*, Volume 5.1 (February-March), pp 26-30.
- 4- Bates L., Waldren R.P., Teare I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water- stress studies. *Plant and Soil*, 39: 205- 207.
- 5- Beard J.B. 1973. *Turfgrass: Science and Culture*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA. 658 pp.
- 6- Bowman D.C., Devitt D.A., Engelke M.C., and Rufty Jr.T.W. 1998. The effect of root architecture on nitrate leaching from bentgrass turf. *Crop Science*, 38:1633-1639.
- 7- Carpenter S.R., Caraco N.F., Correll D.L., Howarth R.W., Sharpley A.N., and Smith V.H. 1998. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological Applications*, 8: 559-568.
- 8- Cechin I., and Fumis F.T. 2004. Effect of Nitrogen supply on growth and photosynthesis of Sunflower plants grown in the greenhouse. *Plant Science*, 166: 1379-1385.
- 9- Cohen S.Z., Nickerson S., Maxey R., Dupuy Jr.A., and Senita A. 1990. A Ground Water Monitoring Study for Pesticides and Nitrates Associated with Golf Courses on Cape Cod. *Ground Water Monitoring Review*, 10: 160-173.
- 10- Gold A., DeRagon W.R., Sullivan W.M., and Lemunyon J.L. 1990. Nitrate-Nitrogen Losses to Ground water from Rural and Suburban Land Uses. *Journal of Soil and Water Conservation*, 45: 305-310.
- 11- Karimpour M., Siosemardeh A., Fateh H., Badakhshan H., and Heidari G.R. 2013. Effects of Nitrogen fertilizer on yield and some physiological characteristics on two drought resistance and susceptible wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in response to water stress. *International Journal of Farming and Allied Sciences (IJFAS)*, 2: 311-324.
- 12- Kevin F.W., Kevin R.M.O., Crum R.J., and Calhoun N.R. 2005. The fate of Nitrogen applied to a mature Kentucky Blue grass Turf. *Crop science*, 46: 209-215.
- 13- Mancino C.F., and Troll J. 1990. Nitrate and Ammonium Leaching Losses from N Fertilizers Applied to Penncross Creeping Bentgrass. *HortScience*, 25: 194-196.
- 14- Miltner E.D., and Branham B.E. 1992. Fate of fertilizer Nitrogen applied to Turfgrass, university Eastlansing. Michigan, General session- Environmental issues, 53-55.
- 15- Neuberg M., Pavlikova D., Puvlik M., Balik J. 2010. The effect of different nitrogen nutrition on proline and asparagines content in plant. *Plant Soil Environment*, 56: 305-311.
- 16- Pavlikova D., Pavlikm Staszko L., Motyka V., Szakova J., Tlustos P., and Balik J. 2008. Glutamate kinase as a potential biomarker of heavy metal stress in plant. *Ecotoxicology and Environmental safety*, 70: 223-230.
- 17- Walker R.L., Burns L.G., and Moorby J. 2001. Responses of plant growth rate to Nitrogen supply a comparison of relative addition and N interruption treatments. *Journal of Experimental Botany*, 52: 309-317.



اثر پاکلوبوترازول بر خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و تبادلات گازی گلایی در شرایط رژیم‌های مختلف آبیاری

تیمور جوادی^{*۱}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۰۷

چکیده

در نواحی خشک و نیمه خشک، گیاهان اغلب در معرض تنش آبی قرار می‌گیرند. تنش آبی رشد و نمو گیاهان را محدود می‌کند. هدف از این مطالعه بررسی اثر پاکلوبوترازول بر خصوصیات رویشی، فیزیولوژیکی و تبادلات گازی در گلایی رقم "شاه میوه" تحت رژیم‌های مختلف آبیاری بود. نهال‌ها در گلدان‌های بیست لیتری کشت شدند. پاکلوبوترازول به صورت خاکی به مقدار ۰، ۰/۱۵ و ۰/۳ گرم در هر گلدان استفاده شد. تیمارهای تنش آبی سه ماه بعد از کشت در گلخانه اعمال شدند. سه تیمار آبیاری شاهد (آبیاری در حد ظرفیت زراعی)، ۰/۴ و ۰/۵ مگاپاسکال مکش خاک استفاده شدند. نتایج نشان داد که پاکلوبوترازول تمام صفات رویشی جز وزن خشک ریشه را کاهش داد. پاکلوبوترازول نسبت وزن خشک ریشه به قسمت هوایی را افزایش داد. تنش آبی محتوای نسبی آب برگ، سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، سرعت تعرق، شاخص پایداری غشاء و مقدار کلروفیل را کاهش و محتوای پرولین برگ، مواد جامد محلول کل و گاز کربنیک زیر روزنه‌ای را افزایش داد. اثر متقابل معنی‌داری بین خشکی و پاکلوبوترازول در صفات مقدار کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ، پرولین و گاز کربنیک زیر روزنه‌ای مشاهده شد. گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول محتوای آب نسبی بیشتری نسبت به گیاهان تیمار نشده داشتند. آبیاری مجدد در گیاهان تحت تنش دو روز بعد منجر به برگشت تمامی صفات به حالت شد. فقط صفت محتوای نسبی آب برگ کمتر از شاهد بود. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که پاکلوبوترازول به گیاه اجازه می‌دهد تا از طریق تغییرات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی تنش آبی را تحمل کند.

واژه‌های کلیدی: تنش آبی، صفات رویشی، فتوسنتز، کندکننده‌های رشد، گلایی

مقدمه

می‌باشد. پاکلوبوترازول از طریق تاثیر بر سنتز جیبرلین باعث کاهش رشد رویشی گیاهان می‌شود. پاکلوبوترازول بعضی از مسیریهای متابولیکی در جریان چرخه ساخت جیبرلین را متوقف می‌کند. از آنجایی که جیبرلین باعث افزایش رشد می‌شود، لذا کاربرد پاکلوبوترازول رشد را کاهش می‌دهد (۳ و ۴).

محققین گزارش داده‌اند که گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول آب کمتری نسبت به گیاهان تیمار نشده مصرف می‌کنند (۵ و ۲۵). اما گزارشاتی نیز وجود دارد که حتی زمانی که رشد گیاه بطور قابل توجهی تحت تاثیر قرار نگرفته، مصرف آب کمتر شده است (۲۴). کاهش مصرف آب بعد از تیمار پاکلوبوترازول به کاهش سطح برگ (۱)، اثر ضد تعرق پاکلوبوترازول و افزایش نسبت ریشه به قسمت هوایی (۲۸) نسبت داده شده است.

در تحقیقی که بر روی تاثیر پاکلوبوترازول بر روی پایه گیلاس

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی کنترل کننده رشد و تولید محصولات کشاورزی است (۲۱) و زمانی رخ می‌دهد که رطوبت ناکافی از رشد گیاه جلوگیری می‌کند. خشکی به دلایل مختلف مثل کمبود بارندگی رخ می‌دهد (۳۲). بسته به طول دوره و مقدار تنش خشکی، فرایندهایی گیاهی در سطح مولکولی، بیوشیمیایی، سلولی و کل گیاه تغییر می‌کند. بعضی از گیاهان دارای مکانیسم‌های هستند که اثر تنش خشکی را تعدیل می‌کنند. گزارشاتی نیز وجود دارد که تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی همانند تریازول‌ها (پاکلوبوترازول، یونیکونازول و تتراکونازول) اثرات تنش خشکی را تعدیل می‌کنند. مهم‌ترین اثر پاکلوبوترازول کاهش رشد رویشی

۱- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان
(Email: tjavadi@uok.ac.ir)
(*)-نویسنده مسئول

دارد. همچنین گلایی در استان‌های سردسیر کشور کشت می‌شود. متأسفانه هنوز پایه‌های مقاوم به خشکی که مناسب کشور باشند شناسایی نشده‌اند. کشور ما هم جزو مناطق خشک و نیمه خشک دنیا محسوب می‌شود. لذا در بسیاری از مواقع خشکی‌های دوره‌ای در کشور رخ می‌دهند. بنابراین تحقیقاتی که سبب گزینش درختان مقاوم شوند و یا تحمل خشکی را بالا ببرند از ضروریات می‌باشند. نقش پاکلوبوترازول در کاهش اثرات تنش آبی در مناطق کم آب کشور ما از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لذا در این تحقیق سعی می‌شود اثرات پاکلوبوترازول بر نهال‌های گلایی رقم شاه‌میوه که یکی از ارقام مهم در کشور است مورد بررسی قرار گیرد. در این مطالعه عکس‌العمل‌های روشی، فیزیولوژیکی و تبادلات گازی بررسی می‌شوند. نتایج این تحقیق می‌تواند در توسعه کاشت گلایی در مناطق کم آب مفید باشد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و محل اجرای تحقیق

به منظور انجام آزمایش نهال‌های پیوندی یکساله گلایی رقم شاه میوه (*Pyrus communis* cv. Shah Mive) از نهال کاری‌های معتبر شهرستان کرج خریداری شدند. پس از انتقال نهال‌های پیوندی به گلخانه دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، نهال‌های یکسان انتخاب و در گلدان‌های بیست لیتری کشت شدند. خاک مورد استفاده مخلوطی از یک قسمت ماسه، یک قسمت کود دامی کاملاً پوسیده و یک قسمت خاک باغچه بود. آزمایشات نمونه خاکی نشان دادند که خاک تهیه شده دارای ۷۷ درصد شن، ۱۵ درصد سیلت، ۸ درصد رس و وزن ظاهری خاک ۱/۲۵ گرم در سانتیمتر مکعب بود. بعد از کاشت نهال‌ها در اسفند ماه، مقدار پاکلوبوترازول تیمارها در یک لیتر آب حل و در کنار ریشه‌ها ریخته شد. در طول رشد، نهال‌ها هر دو روز یکبار به طور منظم آبیاری شدند. در ابتدای رشد نهال‌ها هرس شدند و دو شاخه بر روی هر نهال نگهداری شد. منحنی رطوبتی خاک نیز در آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده کشاورزی

دانشگاه کردستان تعیین گردید (شکل ۱). از این منحنی برای اعمال تیمارهای آبیاری به روش وزنی استفاده شد (۷).

تیمارهای تنش آبی بعد از سه ماه رشد در اواسط خرداد ماه سال ۱۳۹۰ اعمال گردیدند. صفات رویشی در زمان شروع آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با تیمار پاکلوبوترازول مورد تجزیه قرار گرفتند. تا در شروع آزمایش تاثیر پاکلوبوترازول بر رشد رویشی مشخص گردد بعد از آن سه دور تنش خشکی بر روی نهال‌ها اجرا و صفات فیزیولوژیکی و تبادلات گازی در سیکل سوم تنش خشکی اندازه‌گیری شدند. صفات شاخص پایداری غشاء و مقدار کلروفیل (a، b و کل) در یک مرحله در اوج تنش بررسی و به صورت طرح فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با دو فاکتور

کلت^۱ انجام شده، نتایج نشان داد که پاکلوبوترازول ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ و مساحت برگ و وزن ساقه را نسبت به گیاهان شاهد کاهش داد. همچنین پاکلوبوترازول مصرف کلی آب و تعرق را در واحد سطح برگ کاهش و مقاومت روزنه‌ای را افزایش داد. همچنین گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول در شرایط خشکی دارای میزان تعرق کمتر و پتانسیل آب برگ بیشتری نسبت به گیاهان تیمار نشده بودند (۱).

کاربرد پاکلوبوترازول همزمان با رژیم‌های مختلف آبیاری روی دانپال‌های *Phillyrea angustifolia* در شرایط گلدانی نشان داد که ارتفاع و قطر ساقه یک‌ماه بعد از کاربرد خاکی پاکلوبوترازول کاهش یافت و پاکلوبوترازول به طور معنی‌داری وزن تاج و مساحت برگ را نسبت به گیاهان شاهد کاهش داد (۸).

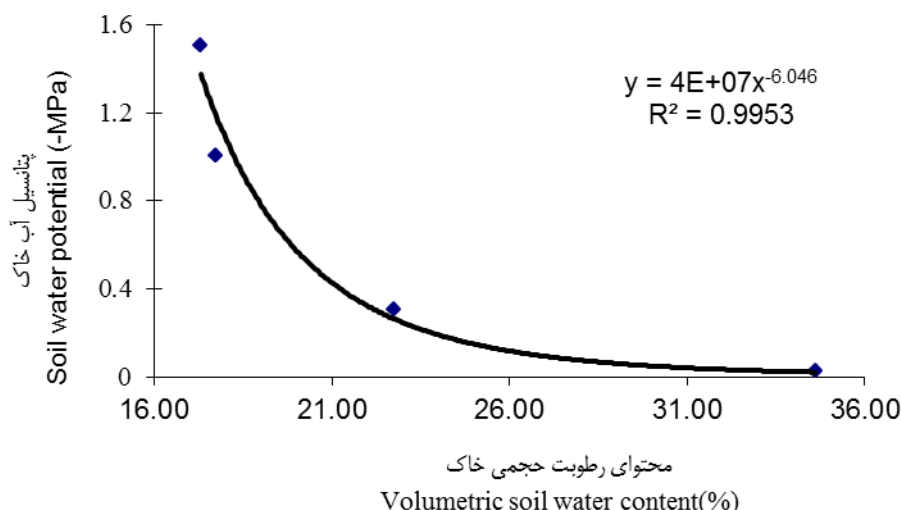
از جمله ترکیباتی که در شرایط خشکی در گیاهان تجمع پیدا می‌کنند می‌توان پرولین را نام برد. میزان پرولین در گیاه تربیتکاله در شرایط تنش خشکی در گیاهان تیمار نشده با پاکلوبوترازول ۲۵ درصد افزایش یافت. اما در گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول تجمع پرولین کمتر از گیاهان تیمار نشده بود و تغییرات میزان پرولین حدود ۲۴-۱۸ درصد بیش از شاهد بود (۲).

بسته‌شدن روزنه‌ای از عکس‌العمل‌های گیاهان تحت تنش برای حفظ آب می‌باشد. همچنین سرعت فتوسنتزی عمدتاً بخاطر دسترسی محدود سلول‌های مزوفیلی به دی‌اکسید کربن کاهش می‌یابد. سرعت فتوسنتز در گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول کمتر تحت تاثیر قرار گرفت و نسبت به گیاهان شاهد بالاتر بود و هدایت روزنه‌ای نیز پایین‌تر بود (۲). در ذرت گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول حدود ۴۴-۴۰ درصد کلروفیل بیشتری نسبت به گیاهان تیمار نشده داشتند (۳۰). گزارشات متناقضی در مورد افزایش کلروفیل در گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول وجود دارد که بعلا افزایش بیوسنتز کلروفیل و یا کاهش مساحت برگ می‌باشد (۱۰).

پاکلوبوترازول سرعت فتو سنتز را افزایش می‌دهد اما همیشه معنی‌دار نیست، مخصوصاً در کاربرد خاکی، که نه تنها سرعت فتوسنتزی کمی بالاتر است، بلکه گیاهان بعد از تنش نیز زودتر ریکاور شدند. وجود احتمالی ذخیره آب بالاتر و بموجب آن خسارت کمتر به سیستم فتوسنتزی در درختان در کاربرد خاکی بوسیله سرعت تعرق بالاتر حتی در شرایط تنش آبی نشان داده شد که ممکن است در این عمل نقش داشته باشد. کاربرد خاکی پاکلوبوترازول سبب نمو ریشه‌های ضخیم‌گوشتی متعدد و افزایش قطر ریشه می‌شود. این صفت می‌تواند ذخیره آب را افزایش دهد و تحمل تنش آبی را بهبود ببخشد (۳۳). یکی از درختان میوه مهم در کشور ما درخت گلایی می‌باشد. گلایی به صورت وحشی در بسیاری از نقاط کشور وجود

دخالته داده شد و بر پایه طرح فاکتوریل سه فاکتوره با سه فاکتور پالکوبوترازول در سه سطح، تنش آبی در سه سطح و دو زمان نمونه گیری و سه تکرار تجزیه شدند.

پالکوبوترازول در سه سطح (۰، ۰/۱۵ و ۰/۳ گرم در هر گلدان) و تنش آبی در سه سطح و سه تکرار تجزیه شدند. صفاتی مثل پرولین، کربوهیدرات محلول کل، محتوای نسبی آب برگ (Relative water Content=RWC) و تبادلات گازی در دو مرحله (اوج تنش و دو روز بعد از آبیاری مجدد) اندازه گیری شدند. در این صفات عامل زمان نیز



شکل ۱- منحنی حفظ رطوبت خاک
Figure 1- Soil moisture retention curve

وزن خشک ریشه و شاخه در انتهای آزمایش اندازه گیری گردید. برای این منظور گیاهان از گلدان خارج و ریشه و قسمت هوایی از محل طوقه جدا و در آون در دمای ۸۰ درجه به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند.

شاخص پایداری غشا^۱

شاخص پایداری غشاء سلولی برگ‌ها بر طبق روش سایرام و همکاران تعیین گردید. به این منظور، دیسک‌هایی از برگ قطع شد و ۰/۱ گرم از دیسک‌ها با آب دوبار تقطیر شسته شد و در لوله‌های آزمایشی حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر قرار داده شدند. ابتدا لوله‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در آب ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و هدایت الکتریکی آن‌ها پس از سرد شدن تا دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد با دستگاه اندازه‌گیری هدایت الکتریکی قرائت شد (C₁). سپس لوله‌ها تا دمای جوش گرم شدند و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای جوش نگهداری شدند. سپس تا دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد سرد شدند و هدایت الکتریکی آن‌ها مجدداً قرائت گردید (C₂). شاخص پایداری غشاء با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (۲۷).

سطوح تنش آبی

شاهد: در این تیمار گیاهان به طور مرتب هر دو روز یکبار آبیاری شدند.

تیمار ۰/۴- مگاپاسکال: در این تیمار گیاهان زمانی آبیاری گردیدند که پتانسیل آب خاک به ۰/۴- مگاپاسکال رسید آبیاری شدند.

تیمار ۰/۸- مگاپاسکال: در این تیمار گیاهان زمانی آبیاری گردیدند که پتانسیل آب خاک به ۰/۸- مگاپاسکال رسید آبیاری شدند.

صفات مورد بررسی و روش‌های اندازه‌گیری آن‌ها

رشد رویشی

در ابتدای آزمایش گیاهان از ارتفاع یکسان هرس و دو شاخه انتاب شدند. برای اندازه‌گیری رشد گیاه در انتهای آزمایش میزان رشد طولی ساقه اندازه‌گیری شد. همچنین قطر ساقه با استفاده از کولیس در ابتدا و انتهای آزمایش اندازه‌گیری و میزان افزایش آن برای تجزیه استفاده شد. مساحت برگ با استفاده از دستگاه مساحت سنج (Area measurement system, Delta-T Devices LTD. England) در انتهای آزمایش رشد اندازه‌گیری شد.

1- Membrane Stability Index (MSI)

از منحنی استاندارد تهیه شده با قند گلوکز تعیین گردید.

اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگ

به منظور اندازه‌گیری میزان کلروفیل a، b و کل، ۰/۵ گرم برگ با استفاده از ترازوی دقیق وزن وزن و طبق دستورالعمل استاندارد کلروفیل استخراج (۱۵) و نهایتاً غلظت کلروفیل‌های a و b با استفاده از روابط زیر محاسبه شد (۱۵):

$$\text{Chl}_a (\mu\text{g/ml}) = 11.24 A_{661.6} - 2.04 A_{644.8} \quad (2)$$

$$\text{Chl}_b (\mu\text{g/ml}) = 20.13 A_{644.8} - 4.19 A_{661.6} \quad (3)$$

اندازه‌گیری میزان هدایت روزنه‌ای، سرعت فتوسنتز و تعرق

چهار پارامتر هدایت روزنه‌ای (g_s)، میزان فتوسنتز (P_n)، تعرق (E_t) و CO_2 زیر روزنه‌ای در دو مرحله در ساعت ۹-۱۱ صبح توسط دستگاه پرتابل آنالیزور گازی مادون قرمز IRGA (LCA-4) اندازه‌گیری شدند. بار اول در زمانی که تیمارهای تنشی به حداقل میزان خود رسیدند و دفعه دوم دو روز بعد از دوره بازیافت^۱ یعنی دو روز بعد از این که تیمارهای تنشی آبیاری شدند اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری این پارامترها از هر تکرار ۲ برگ کامل و بالغ هر نهال که در فاصله گره‌های ۵-۴ بود انتخاب و پارمترهای ذکر شده اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری میزان نسبی آب برگ^۲

برای اندازه‌گیری میزان نسبی آب برگ (RWC)، از هر گیاه یک برگ کامل از وسط شاخه انتخاب گردید و از هر برگ ۶ دیسک برگی به قطر ۱ سانتی‌متر جدا شدند. پس از اندازه‌گیری وزن تر (FW) دیسک‌ها به کمک ترازوی دیجیتالی دقیق (با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم)، دیسک‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و در شرایط تاریکی قرار گرفتند تا آماس نمایند (۱۲). بعد از خارج کردن برگ‌ها از آب مقطر جهت حذف رطوبت اضافی سطح دیسک‌ها بین دو لایه کاغذ صافی خشک قر گرفتند و سپس وزن آماس آنها اندازه‌گیری شد (TW). بعد نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد در داخل آون خشک شدند و وزن خشک (DW) آنها اندازه‌گیری شد و سپس میزان نسبی آب برگ با رابطه زیر محاسبه شد (۲۰)

$$\text{RWC} = \left[\frac{(FW - DW)}{(TW - DW)} \right] \times 100 \quad (4)$$

تجزیه داده‌ها

داده‌های گردآوری شده با استفاده از نرم افزار MSTATC تجزیه گردیدند. مقایسه میانگین‌ها در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون چند

$$\text{MSI} = \left(1 - \frac{C1}{C2} \right) \times 100 \quad (1)$$

شاخص پایداری غشاء MSI =

هدایت الکتریکی برگ‌ها پس از قرار گرفتن در معرض $C1 =$

دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد

هدایت الکتریکی برگ‌ها پس از قرار گرفتن در معرض $C2 =$

دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد

اندازه‌گیری میزان پرولین آزاد

نیم گرم از بافت برگ همراه ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد در داخل هاون چینی کوبیده و له گردیدند. سپس قسمت روشن‌تر جدا گردید قسمت باقیمانده دوبار توسط ۵ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد استخراج گردید. محلول جمع‌آوری شده به مدت ۱۰ دقیقه در سانتریفوژ با دور ۳۵۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت. بعد از جدا کردن بخش بالایی برای اندازه‌گیری پرولین و کربوهیدرات محلول کل استفاده شد (۲۳). از نمونه‌های سانتریفوژ شده، ۱ میلی‌لیتر توسط میکروپیپت جدا شد و در داخل لوله‌های آزمایش ریخته شد و با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر رقیق گردید. سپس ۵ میلی‌لیتر معرف ناین‌هیدرین به هر یک از نمونه‌ها اضافه شد (روش تهیه معرف ناین‌هیدرین به ازای هر نمونه: ۰/۱۲۵ گرم ناین‌هیدرین + ۲ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۶ مولار + ۳ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال). پس از اضافه نمودن معرف ناین‌هیدرین، ۵ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال به هر یک از نمونه‌ها اضافه شد و بعد از به هم زدن مخلوط حاصله، به مدت ۴۵ دقیقه در داخل حمام آب جوش (۱۰۰ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفتند. بعد از خروج نمونه‌ها از حمام آب جوش در دمای آزمایشگاه خنک شدند و سپس ۱۰ میلی‌لیتر بنزن به هر یک از نمونه‌ها اضافه شد. نمونه‌ها توسط شیکر به هم زده شدند تا پرولین وارد فاز بنزن شود. سپس نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه به حالت سکون رها شدند. میزان جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۵۱۵ نانومتر با اسپکتروفتومتر (مدل Specord 210، Analytik jena، ساخت آمریکا) اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از منحنی استاندارد و محاسبه معادله رگرسیون، غلظت پرولین براساس میکرومول بر گرم وزن خشک گیاه تعیین گردید.

اندازه‌گیری میزان کربوهیدرات‌های محلول برگ

برای اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول برگ ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره الکلی استخراج شده و ۳ میلی‌لیتر آنترون تازه تهیه شده (۱۵۰ میلی‌گرم آنترون + ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد) به آن اضافه شد (۱۳). لوله‌های آزمایش به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم قرار گرفتند تا ماده رنگی حاصل شود. بعد از خنک شدن نمونه‌ها، میزان جذب آن‌ها در طول موج ۶۲۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. میزان کربوهیدرات‌ها با استفاده

1- Recovery

2- Relative Water Content (RWC)

دامنه‌ای دانکن انجام گردید. نمودارها توسط نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

صفات رویشی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که پاکلوبوترازول بر تمام صفات رویشی مطالعه شده بجز وزن خشک ریشه تاثیر معنی‌داری داشته است (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پاکلوبوترازول تاثیر شدیدی بر رشد ساقه داشت (جدول ۲). به طوری که بیشترین میزان رشد در تیمار شاهد بود و کمترین میزان رشد در تیمار ۰/۱۵ و ۰/۳ گرم پاکلوبوترازول بود که این دو تیمار با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. در ارتباط با صفات دیگر، پاکلوبوترازول سبب کاهش مساحت برگ، افزایش قطر ساقه، تعداد برگ، وزن خشک قسمت هوایی و وزن خشک کل گیاه شد. به طوری که در صفات مذکور بیشترین میزان رشد در تیمار شاهد بود و کمترین میزان رشد در تیمارهای پاکلوبوترازول بود. در همه صفات ذکر شده بین دو تیمار ۰/۱۵ و ۰/۳ گرم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد جز در صفت مساحت برگ که کمترین مقدار در تیمار ۰/۳ گرم بود. تعداد شاخه‌های فرعی نیز تحت تاثیر تیمار پاکلوبوترازول قرار گرفت به طوری که بیشترین تعداد شاخه فرعی در دو تیمار ۰/۱۵ و ۰/۳ گرم پاکلوبوترازول (این دو تیمار با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند) و کمترین تعداد شاخه فرعی در تیمار شاهد بود (جدول ۲).

نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک شاخه نیز تحت تاثیر تیمار پاکلوبوترازول قرار گرفت و کمترین نسبت در تیمار شاهد و بیشترین نسبت در تیمارهای پاکلوبوترازول بود (بین تیمارهای ۰/۱۵ و ۰/۳ گرم پاکلوبوترازول اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲)).

تاثیر خشکی و پاکلوبوترازول بر شاخص پایداری غشاء و مقدار کلروفیل

شاخص پایداری غشاء^۱ تحت تاثیر تیمار پاکلوبوترازول و خشکی قرار گرفت اما اثرات متقابل آن‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۳). در شرایط خشکی این شاخص کاهش پیدا کرد.

مقدار کلروفیل a، b و کل تحت تاثیر تیمار خشکی و پاکلوبوترازول قرار گرفت و اثرات متقابل آن‌ها نیز از نظر آماری معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل نشان داد که مقدار کلروفیل a در تیمار ۰/۱۵ و ۰/۳ گرم پاکلوبوترازول و در سطح تیمار خشکی شاهد (بدون تنش آبی) در بیشترین مقدار بود

(جدول ۴). و در شرایط خشکی ۰/۴ و ۰/۸ مگاپاسکال کاهش یافت. مقدار کلروفیل b نیز در تیمار ۰/۱۵ و ۰/۳ در سطح خشکی شاهد (بدون تنش آبی) در حداکثر بود. و در بقیه سطوح یکسان بود (جدول ۴).

مقدار کلروفیل کل نیز روندی مشابه با کلروفیل b داشت و در تیمار پاکلوبوترازول ۰/۱۵ و ۰/۳ گرم در سطح خشکی شاهد (بدون تنش آبی) در حداکثر بود و در بقیه تیمارها در سطح پایین‌تری قرار داشت (جدول ۴).

محتوای نسبی آب برگ^۲، پرولین، قندهای محلول کل و تبادلات گازی

محتوای نسبی آب برگ، پرولین، قندهای محلول، سرعت فتوسنتز، گاز کربنیک زیر روزنه‌ای، هدایت روزنه‌ای و تعرق تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده قرار گرفتند (جدول ۵).

مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل زمان نمونه‌برداری و تیمار خشکی نشان داد که کمترین مقدار آب نسبی در اوج تنش و در تیمار خشکی ۰/۸- مگاپاسکال بود. دو روز بعد از آبیاری مجدد تفاوتی بین تیمارها مشاهده نشد (جدول ۶). مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تنش آبی و پاکلوبوترازول نشان داد که در پاکلوبوترازول با غلظت ۰/۱۵ و ۰/۳ گرم در گلدان در تیمار خشکی ۰/۸- مگاپاسکال نسبت به تیمار بدون پاکلوبوترازول محتوای نسبی آب بیشتری داشتند (جدول ۷).

مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل زمان نمونه‌برداری تیمار خشکی نشان داد که بیشترین مقدار پرولین در اوج تنش آبی در تیمار خشکی ۰/۸- مگاپاسکال و بدون کاربرد پاکلوبوترازول مشاهده شد. تیمار بدون خشکی در تمام سطوح پاکلوبوترازول کمترین مقدار پرولین را داشتند و با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند. (جدول ۶). مقایسه میانگین اثرات متقابل پاکلوبوترازول و تنش خشکی نیز نشان داد که در تیمارهای پاکلوبوترازول تجمع پرولین نسبت به تیمار مشابه بدون پاکلوبوترازول کمتر بود (جدول ۷).

مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل زمان نمونه‌برداری و تنش آبی نشان داد که بیشترین میزان کربوهیدرات محلول کل در اوج تنش خشکی و در تیمار ۰/۸- مگاپاسکال مشاهده شد (جدول ۶). دو روز بعد از آبیاری مجدد تمام تیمارهای تنش آبی مقادیر یکسانی از قندهای محلول کل را داشتند. یعنی قندهای محلول کل دو روز بعد از آبیاری مجدد بازیافت می‌شوند و به سطح قبل از تنش باز می‌گردند (جدول ۶). مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل زمان نمونه‌برداری و تنش آبی نشان داد که کمترین سرعت فتوسنتز در اوج تنش و در تیمار خشکی ۰/۸- مگاپاسکال بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس برای صفات رویشی گلایی رقم 'شاه میوه'
Table 1- Analysis of variance for vegetative traits of pear cv. 'Shah Mive'

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Means of squares								
		افزایش ارتفاع Height increment	افزایش قطر ساقه Stem diameter increment	متوسط مساحت برگ Mean leaf area	تعداد برگ Leaf number	تعدادشاخه Feather number	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن خشک قسمت هوایی Shoot dry weight	نسبت وزن ریشه / قسمت هوایی Root / shoot ratio	وزن خشک نهال Sapling dry weight
پاکلوبوترازول Paclobutrazol	2	2086.78 **	0.024 *	98.47 **	618.11 *	61.78 *	23.35 ns	2653.34 **	0.065 *	3131.36 *
خطا Error	6	7.44	0.003	0.535	102.89	6.44	208.14	136.17	0.007	601.63
درصد ضریب تغییرات Coefficient of variation		4.82	5.71	5.57	5.97	17.57	17.18	10.16	11.44	12.33

ns, * and ** not significant, significant at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$ level, respectively
ns, * و ** به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات رویشی گلایی رقم 'شاه میوه'
Table 2- Means comparison of vegetative traits in pear cv. 'Shah Mive'

تیمار Treatment	افزایش ارتفاع height increment (cm)	افزایش قطر ساقه Stem diameter increment (cm)	متوسط مساحت برگ Mean leaf area (cm ²)	تعداد برگ Leaf number	تعدادشاخه Feather number	وزن خشک قسمت هوایی Shoot dry weight (g)	وزن خشک نهال Sapling dry weight (g)
شاهد (Control)	87.00 a	0.98 a	19.68 a	155.00 b	9.33 b	149.2 a	236.0 a
۰/۱۵ گرم پاکلوبوترازول 0.15 gr paclobutrazol	42.00 b	0.82 b	10.65 b	170.7 ab	16.00 a	96.16 b	177.6 b
۰/۳ گرم پاکلوبوترازول 0.3 gr paclobutrazol	40.67 b	0.84 b	9.05 c	183.7 a	18.00 a	99.31 b	182.9 b

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد
Means following by the same letter in the same column do not differ significantly according to Duncan's multiple test ($P < 0.05$)

جدول ۳- تجزیه واریانس شاخص پایداری غشاء و کلروفیل (a، b و کل) در گلابی رقم شاه میوه

Table 3- Analysis of variance for membrane stability index and chlorophyll (a, b and total) in pear cv. 'Shah Mive'

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Means of squares			
		شاخص پایداری غشاء membrane stability index	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll
پاکلوبوترازول Paclobutrazol	2	7.82 *	0.114 *	0.028 **	0.159 *
خشکی Drought	2	817.93 **	0.317 **	0.088 **	0.792 **
پاکلوبوترازول × خشکی Paclobutrazol × Drought	4	1.59 ns	0.101 *	0.009 **	0.139 **
خطا Error	18	1.96	0.029	0.002	0.029
درصد ضریب تغییرات Coefficient of variation (%)		1.9	3.52	3.45	2.84

ns, * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

ns, * and ** not significant, significant at a=0.05 and significant at a=0.01 level, respectively

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل پاکلوبوترازول × خشکی بر مقدار کلروفیل برگ گلابی رقم 'شاه میوه'

Table 4- Means comparison for interaction effect of paclobutrazol × drought on leaf chlorophyll content of pear cv. 'Shah Mive'

تیمار Treatment		صفات		
پاکلوبوترازول Paclobutrazol (g/pot)	خشکی Drought	کلروفیل a Chlorophyll a (mg/g DW)	کلروفیل b Chlorophyll b (mg/g DW)	کلروفیل کل Total chlorophyll (mg/g DW)
شاهد Control	شاهد Control	4.73 cd	1.2 b	5.99 bc
	-0.4 MPa	4.69 cd	1.16 bc	5.84 bc
	-0.8 MPa	4.79 cd	1.11 c	5.9 bc
0.15	شاهد Control	5.12 ab	1.42 a	6.54 a
	-0.4 MPa	4.52 d	1.19 bc	5.71 c
	-0.8 MPa	4.58 cd	1.17 bc	5.74 bc
0.3	شاهد Control	5.21 a	1.37 a	6.57 a
	-0.4 MPa	4.86 bc	1.2 b	6.06 b
	-0.8 MPa	4.73 cd	1.15 bc	5.88 bc

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد

Means following by the same letter in the same column do not differ significantly according to Duncan's multiple test ($P < 0.05$)

مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل زمان نمونه‌برداری و تیمار خشکی نشان داد که بیشترین میزان گاز کربنیک زیر روزنه‌ای در اوج تنش آبی در تیمار خشکی ۰/۸- مگاپاسکال بود. و کمترین مقدار در

دو روز بعد از آبیاری تیمارهای تحت تنش آبی، سرعت فتوسنتز در همه تیمارها یکسان بود و این نشان می‌دهد که بعد از رفع تنش فتوسنتز به سرعت به مقدار قبل از تنش باز می‌گردد (جدول ۶).

در تیمارهای خشکی ۰/۴- و ۰/۸- مگاپاسکال بود. دو روز بعد از آبیاری مجدد تفاوتی بین تیمارهای مختلف تفاوتی مشاهده نشد (جدول ۶).

مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل زمان نمونه‌برداری و تیمار تنش آبی نشان داد که کمترین مقدار تعرق در اوج تنش و در تیمار خشکی ۰/۸- مگاپاسکال بود. (جدول ۶). دو روز بعد از آبیاری مجدد تیمارهای تنش آبی مقدار تعرق در تیمار ۰/۴- مگاپاسکال به حالت تنش باز گشت ام در تیمار ۰/۸ مگاپاسکال به حالت قبل از تنش باز نگشت و پایین‌تر بود (جدول ۶).

تیمار بدون تنش آبی بود که نشان می‌دهد گاز کربنیک زیر روزه‌ای در جریان فتوسنتز مصرف می‌شود. دو روز بعد از آبیاری مجدد تیمارهای تحت تنش آبی، تفاوتی بین تیمارها مشاهده نشد و همه گاز کربنیک زیر روزه‌ای یکسان و مشابه تیمار بدون تنش داشتند (جدول ۶). مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تنش آبی و پاکلوبوترازول نشان داد که در تیمار بدون پاکلوبوترازول در تنش آبی ۰/۴- مگاپاسکال نسبت به تیمار مشابه در شرایط استفاده از پاکلوبوترازول گاز کربنیک زیر روزه‌ای بیشتری داشته است (جدول ۷).

مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل زمان نمونه‌برداری و تیمار تنش آبی نشان داد که کمترین مقدار هدایت روزه‌ای در اوج تنش و

جدول ۵- تجزیه واریانس برخی صفات فیزیولوژیکی و تبادلات گازی در گلایی رقم 'شاه میوه'

Table 5- Analysis of Variance for some physiological traits and gas exchange in pear cv. 'Shah Mive'

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی Df	نسبی آب برگ Leaf relative water content	پروترین Proline	کربوهیدرات محلول کل Total soluble carbohydrate	سرعت فتوسنتز Photosynthetic rate	گاز کربنیک زیر روزه‌ای Sub-stomatal CO ₂	هدایت روزه‌ای Stomatal conductance	تعرق Transpiration
زمان Time (T)	1	716.28 **	5546.78 **	4.3 **	119.68 **	9698.92 **	0.216 **	37.68 **
پاکلوبوترازول Paclobutrazol (P)	2	6.48 **	240.90 **	0.11 *	0.26 ns	329.94 **	0.0004 ns	1.03 **
زمان × پاکلوبوترازول T×P	2	1.19 ns	4.13 ns	0.04 ns	0.35 ns	261.4 **	0.0008 **	0.46 ns
خشکی Drought (D)	2	347.94 **	3988.62 **	1.26 **	31.85 **	4696.29 **	0.00007 ns	14.14 **
زمان × خشکی D× T	2	34.19 **	2844.64 **	1.19 **	27.27 **	5190.24 **	0.005 **	14.90 **
پاکلوبوترازول × خشکی P× D	4	1.29 **	90.18 **	0.016 ns	0.66 ns	149.47 *	0.0002 ns	0.08 ns
زمان × پاکلوبوترازول × خشکی T× P× D	4	0.98 ns	10.42 ns	0.001 ns	0.098 ns	66.95 ns	0.0003 ns	0.053 ns
خطا Error	36	0.99	13.01	0.021	0.806	45.59	0.00035	0.189
Coefficient of variation (%)		1.11	10.1	8.66	7.97	4.22	18.68	6.08

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

ns, * and ** not significant, significant at a=0.05 and significant at a=0.01 level, respectively

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل زمان نمونه‌گیری و خشکی بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و تبادلات گازی گلابی رقم 'شاه میوه'
Table 6- Means comparison for interaction effect of sampling time and drought on some physiological traits and gas exchange in pear cv. 'Shah Mive'

زمان نمونه‌گیری Sampling time	خشکی Drought	محتوای نسبی آب برگ Leaf relative water content (%)	پروترین Proline ($\mu\text{mol. gr}^{-1}\text{ DW}$)	کربوهیدرات محلول کل Total soluble carbohydrate ($\text{gr } 100 \text{ gr}^{-1}\text{ DW}$)	سرعت فتوسنتز Photosynthetic rate ($\mu\text{mol.m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	گاز کربنیک زیر روزنه‌ای Sub-stomatal CO_2 ($\mu\text{mol.m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance ($\text{mol.m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	تعرق Transpiration ($\text{mmol.m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
اوج تنش خشکی Peack of Drought stress	شاهد Control -0.4 MPa -0.8 MPa	93.94 a 86.48 c 76.71 d	25.3 cd 35.31 b 77.02 a	1.43 c 2.02 b 2.47 a	12.52 a 9.36 b 7.45 c	140.9 c 171.8 b 207.1 a	0.122 a 0.067 b 0.050 b	8.10 a 6.36 b 4.51 c
دو روز بعد از آبیاری مجدد Two days after re-irrigation	شاهد Control -0.4 MPa -0.8 MPa	93.09 ab 93.11 ab 92.79 b	24.28 d 24.12 d 28.3 c	1.38 c 1.46 c 1.39 c	12.86 a 12.73 a 12.67 a	148.2 c 144.8 cd 146.4 cd	0.126 a 0.118 a 0.116 a	8.01 a 7.91 a 8.06 a

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد
Means following by the same letter in the same column do not differ significantly according to Duncan's multiple test ($P < 0.05$)

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل پاکلوبوترازول × خشکی بر محتوای نسبی آب برگ، پروترین و گاز کربنیک زیر روزنه‌ای در گلابی رقم 'شاه میوه'
Table 7- Means comparison of drought × paclobutrazol on leaf relative water content, proline and sub-stomatal CO_2 in pear cv. 'Shah Mive'

پاکلوبوترازول Paclobutrazol (g/pot)	خشکی Drought	محتوای نسبی آب برگ Leaf relative water content (%)	پروترین Proline ($\mu\text{mol. gr}^{-1}\text{ DW}$)	گاز کربنیک زیر روزنه‌ای Sub-stomatal CO_2 ($\mu\text{mol.m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
شاهد Control	Control -0.4 MPa -0.8 MPa	92.9 b 89.45 c 83.66 e	25.68 d 32.13 c 61.82 a	144.5 d 168.6 b 180.9 a
0.15	شاهد Control -0.4 MPa -0.4 MPa	93.45 ab 89.76 c 85.56 d	24.14 d 28.36 cd 46.65 b	143.5 d 156.4 c 175.3 ab
0.3	شاهد Control -0.4 MPa -0.8 MPa	94.18 a 93.11 ab 92.79 b	24.55 d 28.50 cd 49.52 b	145.6 d 149.9 cd 174.0 ab

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد
Means following by the same letter in the same column do not differ significantly according to Duncan's multiple test ($P < 0.05$)

کاهش رشد شاخساره و افزایش رشد ریشه است (۲۶ و ۳۵). در این آزمایش پاکلوبوترازول بر رشد ریشه تاثیر منفی نداشت که این واقعیت در آزمایشات دیگر نیز به اثبات رسیده است. از آنجایی که رشد ریشه تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد اما رشد قسمت هوایی کاهش می‌یابد لذا نسبت وزن ریشه به قسمت‌های هوایی افزایش پیدا می‌کند که در این

همان‌طوری که نتایج نشان دادند پاکلوبوترازول بر صفات رویشی تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۱ و ۲). پاکلوبوترازول جزو بازدارنده‌های رشد است و تاثیر آن بعلت خاصیت ضد جیبرلینی آن است (۱۴ و ۲۲). البته تغییرات دیگری که در اثر کاربرد پاکلوبوترازول مشاهده شده که این تغییرات شامل تغییرات مورفولوژیکی مثل

تربیتی کاله مشاهده گردید که گیاهان شاهد تیمار شده با پاکلوبوترازول محتوای آب نسبی به میزان ۲ درصد بیشتر در گیاهان شاهد تیمار نشده با پاکلوبوترازول داشتند. همچنین ۲۴ ساعت بعد از شروع تنش RWC در گیاهان تیمار نشده ۲۴ درصد کاهش یافت اما در گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول در همین شرایط RWC به میزان ۱۴ درصد کاهش یافت (۲).

تنش آبی ناشی از پلی اتیلن گلیکول سبب بازدارندگی معنی داری در تبادلات گازی برگ می شود. بعد از ۲۴ ساعت تنش اسمزی میزان فتوسنتز گیاهان تیمار نشده با پاکلوبوترازول ۳۸، تعرق ۳۷ درصد و هدایت روزنه ای به میزان ۲۵ درصد کاهش یافت. در گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول فتوسنتز، تعرق و هدایت روزنه ای پایین تر و (۲۱-۲۰ درصد) بود (۲).

بسته شدن روزنه ای یکی از عکس العمل های گیاهان تحت تنش برای حفظ آب می باشد. همچنین سرعت فتوسنتزی عمدتاً بخاطر دسترسی محدود سلول های مزوفیلی به دی اکسید کربن کاهش می یابد. سرعت فتوسنتز در گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول کمتر تحت تاثیر قرار گرفت و نسبت به گیاهان شاهد باقیمانده بالاتر بود و هدایت روزنه ای پایین تر بود (۲). در طول دوره ریکاوری محتوای نسبی آب در گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول و در گیاهان شاهد افزایش یافت. ۲۴ ساعت بعد از ریکاوری، محتوای پرولین در گیاهان تیمار نشده حدود ۳۰ درصد بیشتر از شروع آزمایش بود. در گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول این مقدار متفاوت و حدود ۹ تا ۱۶ درصد بود (۲).

نتیجه گیری کلی

به طور کلی از نتایج این آزمایش نشان داد که پاکلوبوترازول از طریق تاثیر سبب کاهش خصوصیات رویشی همانند ارتفاع گیاه، متوسط مساحت برگ، رشد قطر تنه و وزن خشک قسمت هوایی شد. اما وزن خشک ریشه، تعداد شاخه های فرعی و تعداد برگ افزایش یافت. خشکی سبب کاهش محتوای نسبی آب برگ و شاخص پایداری غشا و افزایش مقدار پرولین و کربوهیدرات های محلول کل شد. اما پاکلوبوترازول در شرایط تنش آبی سبب افزایش شاخص پایداری غشا و محتوای نسبی آب برگ در مقایسه با گیاهان تیمار نشده شد. تنش آبی سبب کاهش سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه ای و تعرق گردید. بطور کلی پاکلوبوترازول از طریق کاهش رشد اندام های هوایی، افزایش رشد ریشه و تعدیل خصوصیات بیوشیمیایی و تبادلات گازی زمینه را برای تحمل بهتر خشکی در گلایی رقم شاهمیوه فراهم می آورد.

آزمایش نیز مشاهده گردید. بعضی از تغییرات در برگ های گیاهان تیمار شده با تنظیم کننده های رشد بعثت تغییر در اندازه برگ است (۶). کاهش در مساحت برگ در حدود ۵۰ درصد بوسیله کاربرد خاکی دو گرم پاکلوبوترازول در درختان هلو مشاهده شده است (۱۹). طی آزمایشی تاثیر پاکلوبوترازول و رژیم های مختلف آبیاری بر نهال های بذری گیاه *Phillyrea angustifolia* بررسی شد. یک ماه بعد از تیمار پاکلوبوترازول کاهش در ارتفاع گیاه و قطر ساقه مشاهده گردید. رژیم آبیاری به طور معنی داری بر ارتفاع گیاه سه ماه بعد از کاشت تاثیر گذاشت و بر قطر ساقه تاثیر نداشت. پاکلوبوترازول به طور معنی داری وزن تاج و مساحت برگ را کاهش داد. به طور کلی پاکلوبوترازول سبب سازگاری مورفولوژیکی مناسب (افزایش نسبت ریشه به شاخه و کاهش سطح برگ) شد که به گیاه اجازه می دهد تا شرایط خشکی را بهتر تحمل کند (۸). بنابراین می توان گفت که پاکلوبوترازول از طریق کاهش رشد (۵) و افزایش نسبت وزن ریشه به قسمت هوایی شرایط مناسبی را برای تحمل تنش خشکی فراهم می کند. اما در شرایط اعمال تنش سبب محافظت از کلروفیل نگردید. نگاهی به جداول ۳ و ۴ نشان می دهد که پاکلوبوترازول سبب افزایش کلروفیل a, b و کل شده است. گزارشات متناقضی در مورد افزایش کلروفیل در گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول وجود دارد که بعثت افزایش بیوسنتز کلروفیل و یا کاهش مساحت برگ می باشد (۹). در درخت پکان گزارش شده که کاربرد پاکلوبوترازول سبب افزایش سرعت فتوسنتز می شود. برگ های گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول کوچکتر، ضخیم تر، سبز تیره و دارای کلروفیل بیشتر بودند (۳۳). تغییرات دیگری که در اثر کاربرد تریازول ها مشاهده می شود شامل تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی، مثل افزایش ترکیبات ضد اکسایشی (۱۱، ۲۲ و ۲۹)، افزایش میزان پرولین و محتوای کلروفیل و کارایی فتو سنتزی است (۱۷ و ۲۹). بسته شدن جزیی روزنه ها و کاهش تعرق نیز گزارش شده است (۱۰). در این آزمایش نیز پاکلوبوترازول بر میزان محتوای نسبی آب و سرعت فتوسنتز تاثیر داشت و سبب افزایش آن گردید. مدارکی وجود دارد که نشان می دهد کاربرد تریازول بر روی گیاهان می تواند سبب تعدیل اثرات تنش آبی شود. در حقیقت، عکس العمل های گیاهی مانند افزایش ABA، پرولین، ترکیبات ضد اکسایشی و بسته شدن روزنه ها بعد از تیمار با تریازول ها بنظر می آید که مکانیسم های مقاومت یا پرهیز از خشکی را تقلید کنند. این موارد در گندم (۱۱)، گوجه فرنگی (۳۱) و افرا (*Acer Saccharinum*) مشاهده شده است (۱۸).

در این آزمایش میزان رطوبت نسبی برگ در گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول بیشتر بود. پاکلوبوترازول می تواند محتوای نسبی آب را در شرایط تنش حفظ کند. در آزمایشی تاثیر پاکلوبوترازول بر روی

منابع

- 1- Asamoah T.E.O., and Atkinson D. 1985. The effects of (2RS,3RS)-1-(4-chlorophenyl)- 4,4-dimethyl-2-(1H-1,2,4 triazol-1-yl) pentan-3-ol (paclobutrazol: PP333) and root pruning on the growth, water use and response to drought of Colt cherry rootstocks. *Plant Growth Regulation*, 3: 37-45.
- 2- Berova M., and Zlatev Z. 2003. Physiological response of paclobutrazol-treated triticale plants to water stress. *Biologia Plantarum*, 46:133-136.
- 3- Chaney W.R. 2003. Tree growth retardants: arborists discovering new uses for an old tool. *Tree care industry*. 54:1-6.
- 4- Chaney W.R. 2005. A paclobutrazol treatment can leave a tree more stress tolerant. *Golfdom, Turfgrass Trends*. 61: 84-86
- 5- Conover C.A. 1994. Angel-Wing begonia growth and water requirements affected by paclobutrazol. University of Florida/IFAS, Central Florida Research and Education Centre, Apopka Research Report RH-94-4.
- 6- Davies T.D., Steffens G.L., and Sankhla N. 1988. Triazole plant growth regulators. *Horticultural Review*, 10:63-105.
- 7- Earl, H. J. (2003). A precise gravimetric method for simulating drought stress in pot experiments. *Crop science*, 43(5), 1868-1873.
- 8- Fernandez J.A., Balenzategui L., Banon S., and Franco J.A. 2006. Induction of drought tolerance by paclobutrazol and irrigation deficit in *Phillyrea angustifolia* during the nursery period. *Scientia Horticulturae*, 107: 277-283.
- 9- Fletcher R.A., Gilley A., Davis T.D. and Sankhla N. 2000. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Horticultural Review*, 24: 56-138.
- 10- Fletcher R.A. and Nath V. 1984. Triadimefon reduces transpiration and increases yield in water stressed plants. *Physiologia Plantarum*, 62: 422-426.
- 11- Gilley A., and Fletcher R.A. 1997. Relative efficacy of paclobtrazol, propinazole and tetraconazole as stress protectants in wheat seedlings. *Plant Growth Regulation*, 21: 169-175.
- 12- Gonzalez L., and Gonzalez-Vilar m. 2003. Determination of relative water content. P 207-212. In J. Manuel and Goger R. (eds). *Handbook of plant ecophysiology techniques*. Kluwer Academic Publishers. London.
- 13- Irigoyen J.J., and Emerich D.W. 1992. Alfalfa leaf senescence include by drought stress: photosynthesis, hydrogen peroxide metabolism, lipid peroxidation and ethylene evolution. *Physiologia Plantarum*, 84: 67-72.
- 14- Kalil I.A., and Rahman H. 1995. Effects of paclobutrazol on growth, chloroplast pigments and sterol biosynthesis of maize (*Zea mays* L.). *Plant Science*, 105: 15-21.
- 15- Lichtenthaler H.K., and Buschmann C. 2001. Chlorophylls and Carotenoids: Measurement and Characterization by UV-VIS Spectroscopy. P. F4.3.1-F4.3.8. In S.J. Schwartz (ed). *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. New York.
- 16- Lichtenthaler H.K., and Buschmann C. 2001. Extraction of Photosynthesis tissue: Chlorophylls and Carotenoids. p. F4.2.1- F4.2.6. In S.J. Schwartz (ed). *Current protocols in food analytical chemistry*. John Wiley & Sons Inc. New York.
- 17- Mackay, C.E., Hall J.C., Hofstra G., and Fletcher R.A. 1990. Uniconazole- increased changes in abscisic acid, total amino acids, and proline in *Phaseolus vulgaris*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 37: 74-82.
- 18- Marshall J.G., Rutledge R.G., Blumwald E., and Dumbroff E.D. 2000. Reduction in turgid water in jack pine, white spruce and black spruce in response to drought and paclobutrazol. *Tree Physiology*, 20: 701-707.
- 19- Monge E., Madero P., Val J., and Blanco A. 1993. Effects of paclobutrazol application and fruit load on microelement concentrations in peach leaves. P. 319-323. In M.A.C. Frago and M.L. van Beusichem (eds). *Optimization of plant nutrition*. Kluwer Academic Press. Dordrecht.
- 20- Morgan J. 1986. The effect of N nutrition on the water relations and gas exchange characteristics of wheat (*Teriticum aestivum* L.). *Plant Physiology*, 80: 52-58.
- 21- Neill S.J., and Burnett E.C. 1999. Regulation of gene expression during water deficit stress. *Plant Growth Regulation*, 29: 23-33.
- 22- Ozmen A.D., Ozdemir F., and Turkan I. 2003. Effects of paclobutrazol on response of two barley cultivars to salt stress. *Biologia Plantarum*, 46: 263-268.
- 23- Paquin R., and Lechasseur P. 1979. Observations sur une methode de dosage de la praline libre dansles extraits de plants. *Canadian Journal of Botany*, 57: 1851-1854.
- 24- Poole R.T., and Conover C.A. 1992. Water use and growth of eight foliage plants influence by Paclobutrazol. University of florida, Central Florida Research and Education Center-Apopka.

- 25- Ranney T.G., Bassuk N.L., and Whitlow T.H. 1989. Effect of transplanting practices on growth and water relations of Colt cherry trees during reestablishment. *Journal of Environmental Horticulture*, 7: 41-45.
- 26- Ronchi A., Farina G., Gozzo F., and Tonelli C. 1999. Effects of triazolic fungicide on maize plant metabolism: modifications of transcript abundance in resistance-related pathways. *Plant Science*, 130: 51-62.
- 27- Sairam R.K., Veerabhadra R.K., and Srivastava G.C. 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. *Plant Science*, 163: 1037-1046.
- 28- Sanchez-Blanco M.J., Ferrandez T., Navarro A., Banon S., and Alarcon J.J. 2004. Effects of irrigation and air humidity preconditioning on water relations, growth and survival of *Rosmarinus officinalis* plants during and after transplanting. *Journal of Plant Physiology*, 161: 1133-1142.
- 29- Senaratna T., Mackay C., Mckersie B., and Fletcher R. 1988. Uniconazole- induced chilling tolerance in tomato and it relationship to antioxidant content. *Journal of Plant Physiology*, 133: 56-61.
- 30- Sopher C.R., Krol M., Huner N.P.A., Moore A.E. and Fletcher R.A. 1999. Chloroplastic changes associated with paclobtrazol-induced stress protection in maize seedlings. *Canadian Journal of Botany*, 77: 279-290.
- 31- Still J.R. and Pill W.G. 2004. Growth and stress tolerance of tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in response to seed treatment with paclobutrazol. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79: 197-203.
- 32- Swindale L.D., and Bidinger F.R. 1981. The human consequences of drought and crop research priorities for their alleviation. P. 2-13. In L.G. Paleg and D. Aspinall (eds). *The physiology and biochemistry of drought resistance in plants*. Academic Press: Sydney.
- 33- Wang, S.Y., and Faust, M. 1986. Effect on growth retardants on root formation and polyamine content in apple seedlings. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 111: 912-917.
- 34- Wood B.W. 1984. Influence of paclobutrazol on selected growth and chemical characteristics of young pecan seedlings. *HortScience*, 19: 837-839.
- 35- Zhu L., van Peppel A., Li X., and Welander M. 2004. Changes of leaf water potential and endogenous cytokinins in young apple trees treated with or without paclobutrazol under drought conditions. *Scientia Horticulturae*, 99: 133-141.



بررسی اثر محلول پاشی جیبرلیک اسید تحت شرایط کم آبیاری بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و انبارمانی میوه انار (رقم شهوار)

یحیی سلاح ورزی^۱ - ذبیح اله زمانی^{۲*} - علیرضا طلایی^۳ - محمدرضا فتاحی مقدم^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۱۴

چکیده

انار محصولی بومی ایران بوده که از ارزش صادراتی بالایی نیز برخوردار است. بحران خشکسالی در منطقه و خصوصاً حاشیه کویر که مورد کشت و کار انار قرار می گیرد به صورت فزاینده ای رو به گسترش می باشد. بدین سبب تحقیق حاضر در سال ۱۳۹۳ با سه سطح آبیاری شامل شاهد (Etc ۱۰۰ درصد)، کم آبیاری پایدار (Etc ۵۰ درصد در کل فصل رشد)، کم آبیاری تنظیم شونده (قطع آبیاری تا زمان تشکیل میوه و آبیاری کامل پس از آن) و دو غلظت محلول پاشی جیبرلیک اسید (۰ و ۱۵۰ پی پی ام) با ۴ تکرار روی درختان ۷ ساله انار رقم شهوار در شهرستان تربت حیدریه به صورت آزمایش اسپلیت پلات بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام شد. پس از اندازه گیری عملکرد و اجزای آن، تعدادی میوه انار از هر تیمار به انبار سرد (دمای ۵ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد) منتقل و طی فواصل زمانی ۹ و ۱۸ هفته مورد ارزیابی کیفی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که وزن میوه، عملکرد کل، درصد آریل و آب میوه انار در تیمار کم آبیاری تنظیم شونده به ترتیب ۳۹/۶، ۱۷/۱، ۷/۹ و ۱۶/۶ درصد در مقایسه با شاهد بیشتر شد. از سوی دیگر هر چند تیمار کم آبیاری پایدار بیشترین میزان ترکیبدهی (۹/۱ درصد) و کمترین وزن میوه (۲۰۵/۸ گرم) را نشان داد، اما محلول پاشی GA₃ توانست ضمن افزایش نسبی وزن، از شدت عارضه ترکیبدهی نیز بکاهد. بررسی خصوصیات فیزیوشیمیایی میوه ها طی دوره انبارمانی نیز نشان از برتری تیمار کم آبیاری تنظیم شونده برای صفات شاخص رسیدگی، فعالیت آنتی اکسیدانی، آنتوسیانین کل و شاخص سرمازدگی داشت. همچنین تیمار محلول پاشی GA₃ توانست کاهش وزن میوه های حاصل از تیمارهای کم آبیاری را طی دوره انبارمانی اصلاح نماید و مقادیر آنتوسیانین کل و فعالیت آنتی اکسیدانی را نیز افزایش دهد. لذا به نظر می رسد با توجه به محدودیت منابع آبی در شرایط موجود، اتخاذ برخی راهکارهای کم آبیاری می تواند نتایج رضایت بخشی را در پی داشته باشد. ضمن آن که کاربرد GA₃ نیز توانایی جبران و اصلاح بخشی از اثرات نامطلوب این تیمارها را دارد.

واژه های کلیدی: آنتوسیانین کل، ترکیبدهی میوه، قطع آبیاری، عملکرد، نیاز آبی

مقدمه

قسمت های وسیعی از کشور ما که در محدوده کویر مرکزی و دشت کویر و کویر لوت واقع گردیده دارای شرایط آب و هوای خشک و نیمه گرمسیری است. بر این اساس کاشت اکثر محصولات باغی از نظر اقتصادی در این مناطق مقرون به صرفه نباشد. اما در چنین شرایطی درخت انار می تواند به عنوان یکی از مهم ترین محصولات مناطق خشک و نیمه گرمسیری اهمیت خاصی پیدا نماید. انار درختی نسبتاً مقاوم به خشکی بوده که البته جهت داشتن عملکرد بالا و میوه های درشت نیاز به آبیاری مناسب و منظم دارد (۱۵). یکی از راهکارهایی که طی سه دهه اخیر در راستای کشاورزی پایدار بسیار مورد توجه بوده است، استفاده از روش های کم آبیاری تنظیم شونده^۵ (RDI) و یا پایدار^۱ (SDI) می باشد. در واقع کم آبیاری

انار یکی از قدیمی ترین و محبوب ترین میوه های خوراکی است که به صورت گسترده ای در کشورهای دارای آب و هوای گرمسیری و نیمه گرمسیری از جمله بخش هایی از ایران کشت می شود. بر اساس آمار، سطح زیر کشت انار در ایران بیشتر از ۸۲ هزار هکتار بوده که با بیش از ۹۰۰ هزار تن بالاترین میزان تولید در دنیا را به خود اختصاص می دهد. از طرف دیگر ایران با میانگین ۲۵ هزار تن صادرات انار بالاترین سهم را در بین کشورهای تولید کننده دارا می باشد (۴).

۱، ۲، ۳ - به ترتیب دانشجو دکتری، استادان و دانشیار دانشکده کشاورزی و

منابع طبیعی، دانشگاه تهران

(*) - نویسنده مسئول:

(Email: zzamani@ut.ac.ir)

ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم آن به ترتیب برابر ۱۸/۲ و ۴/۵ درصد اندازه گیری شد. بدین منظور مقداری از خاک مورد استفاده در آزمایش را در دستگاه صفحات فشاری قرار داده و سپس پتانسیل های مختلفی از فشار (مکش) در محدوده ظرفیت زراعی (۰/۳۳ - بار)، تا نقطه پژمردگی دائم (۱۵ - بار)، بر آن اعمال گردید. پس از ۲۴ ساعت نمونه ها خاک از دستگاه خارج شد. در مرحله بعد ابتدا وزن مرطوب و بعد وزن خاک آون خشک (دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت) اندازه گیری گردید. نهایتاً درصد رطوبت وزنی خاک، در مکش اعمال شده، مورد محاسبه قرار گرفت.

تیمارها

سه تیمار آبیاری شامل: ۱) شاهد (۱۰۰ درصد نیاز آبی در تمام طول فصل)، ۲) کم آبیاری پایدار یا SDI (۵۰ درصد نیاز آبی در تمام طول سال) ۳) کم آبیاری تنظیم شونده یا RDI (قطع آبیاری تا زمان تشکیل میوه و ۱۰۰ درصد نیاز آبی در بقیه فصل رشد) بودند. تبخیر و تعرق مرجع (ET_0) با استفاده از ضریب تشتک تبخیر (0.8) و مقادیر تبخیر روزانه محاسبه گردید (۳). سپس با استفاده از مقادیر ماهیانه K_e انار (۱۷) نیاز آبی هر درخت به دقت تعیین شد. آبیاری درختان با استفاده از ۴ عدد قطره چکان (4 l h^{-1}) هر سه روز یکبار صورت می پذیرفت. تیمارهای جیبرلیک اسید نیز به صورت محلول پاشی با آب معمولی (۰ پی پی ام) و GA_3 (۱۵۰ پی پی ام) در پانزدهم اردیبهشت و پانزدهم شهریورماه به گونه ای انجام پذیرفت که سطح تمامی برگ ها با محلول مورد نظر کاملاً آغشته گردید.

نمونه برداری و اندازه گیری

در آبان ماه تعداد ۴۸ عدد میوه سالم و یکسان از هر تیمار برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید. سپس میوه ها به صورت تصادفی به سه گروه تقسیم شدند. گروهی از آن ها در همان روز مورد ارزیابی قرار گرفت و دو گروه دیگر به انبار سرد (دمای ۵ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد) منتقل شد. نهایتاً میوه ها طی دو زمان ۹ و ۱۸ هفته از انبار سرد خارج و جهت ارزیابی بهتر به مدت یک هفته نیز تحت شرایط معمولی (دمای ۲۰ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۶۵ تا ۷۰ درصد) قرار گرفتند.

برخی خصوصیات فیزیکی مانند تعداد و وزن میوه، عملکرد، وزن پوست و آریل، درصد آب و در صد ترکیب میوه ها تنها در زمان برداشت مورد اندازه گیری قرار گرفت. بنابراین نتایج آن ها به صورت یک آزمایش اسپیل پلات (کرت اصلی: روش آبیاری و کرت فرعی: محلول پاشی GA_3) با ۴ تکرار بر پایه طرح کاملاً تصادفی ارائه گردید. اما در بخش پس از برداشت، تجزیه واریانس داده ها برای هر تاریخ نمونه برداری به صورت مستقل انجام شد.

تنظیم شونده در درختان میوه بر پایه کاهش آبیاری در دوره های مشخصی از مراحل نمو میوه (مراحل غیر حساس به تنش خشکی) استوار است که به دنبال آن کاهش مصرف آب را در پی دارد (۱۷). کم آبیاری تنظیم شونده در بسیاری از درختان میوه نظیر هلو (۱۴)، گلابی (۲۱)، زیتون (۲) و انگور (۳۱) با نتایج مناسبی همراه بوده است. علاوه بر امکان ذخیره و کاهش مصرف آب در زمان اعمال کم آبیاری تنظیم شونده، گزارشاتی مبنی بر بهبود خصوصیات کمی و حتی کیفی میوه تحت تاثیر RDI نیز وجود دارد که از آن جمله می توان به افزایش مواد جامد محلول (۲۵) و سفتی (۱۱) در سیب و همچنین رنگ میوه در زردآلو (۳۳) اشاره نمود. میوه های حاصل از تیمارهای کم آبیاری طی دوره انباری پاسخ های متفاوتی نشان می دهند. کانگ و همکاران (۱۹) با استفاده از تیمار RDI در سطح ۵۵ درصد نیاز آبی توانستند میزان ترکیب میوه انجیر و آلودگی های قارچی آن در انبار را کاهش دهند. پنا و همکاران (۲۶) نیز ضمن استفاده از تیمار SDI (ET_0 ۳۲ درصد) بر پاسخ های فیزیوشیمیایی انار در دوره انباری گزارش کردند که کم آبیاری پایدار سبب بهبود طعم، ویژگی های کیفی و طول دوره انبارمانی می گردد.

جیبرلین ها (GA_3) خانواده بزرگی از تنظیم کننده های رشد گیاهی هستند که در بسیاری از فرایندهای رشد و نمو گیاه از جمله رسیدن میوه، گلدهی و پیری موثر می باشند. کاربرد GA_3 در مراحل مختلف رشدی میوه (قبل از برداشت) سبب بهبود خصوصیات کمی و کیفی و همچنین انبارمانی محصولاتی چون انگور (۳۵)، گیلان (۸) و خرما (۲۴) گردیده است. در مورد انار نیز مشخص شده است که کاربرد GA_3 در غلظت های ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ پی پی ام سبب کاهش ترکیب میوه می گردد (۲۳).

بنابراین آزمایش حاضر به منظور بررسی اثر کم آبیاری تنظیم شونده و محلول پاشی جیبرلیک اسید بر برخی خصوصیات میوه انار در زمان برداشت و همچنین بررسی تغییرات فیزیوشیمیایی آن طی دوره انبارمانی مورد اجرا قرار گرفت.

مواد و روش ها

مکان آزمایش

پژوهش حاضر در سال ۱۳۹۳ در باغی به مساحت ۱۰ هکتار در شهرستان تربت حیدریه با موقعیت ۵۹ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و ۳۴ درجه و ۱۷ دقیقه شمالی انجام پذیرفت. فاصله کاشت درختان انار رقم شهوار در این باغ ۳×۴ متر و سن درختان در زمان انجام آزمایش برابر ۷ سال بود.

خاک باغ دارای بافت لومی شنی با حداقل عمق ۱/۲ متر بود که

صفات مورد اندازه‌گیری در این بخش شامل: درصد کاهش وزن (۲۶)، شاخص رسیدگی (۲۰)، محتوای آنتوسیانین کل (۲۲) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۲۰) بود. از علایم مشخص سرمازدگی، لکه‌های قهوه‌ای رنگ موجود روی پوست میوه انار می‌باشد که براساس ارزیابی ظاهری در ۵ گروه جداگانه (۱: بدون علایم سرمازدگی، ۲: از ۱ تا ۲۵ درصد خسارت، ۳: از ۲۶ تا ۵۰ درصد خسارت، ۴: از ۵۱ تا ۷۵ درصد خسارت و ۵: از ۷۶ تا ۱۰۰ درصد خسارت) طبقه بندی می‌شوند. بنابراین به منظور بررسی خسارت سرمازدگی بر اساس رابطه ذیل از شاخص سرمازدگی استفاده شد (۳۰).

$$CI = \frac{\sum ni \times i}{N}$$

در این رابطه ni بیانگر تعداد میوه‌هایی است که علایم سرمازدگی را در شدت‌های مختلف i (۱ تا ۵) از خود نشان داده اند و N تعداد کل میوه‌ها را مشخص می‌کند.

در مورد کاهش وزن و شاخص سرمازدگی، اندازه‌گیری‌ها به صورت غیرتخریبی انجام و بنابراین نتایج در فواصل زمانی کمتر (سه هفته) ارایه گردید. تجزیه واریانس داده‌های حاصل از این آزمایش با

استفاده از نرم افزار (SAS Institute Cary, NC) JMP8 صورت پذیرفت. مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون HSD (توکی) انجام گرفت و خطای استاندارد در شکل‌ها نیز به صورت ($\pm SE$ میانگین) نشان داده شد.

نتایج و بحث

اثر کم‌آبیاری و محلول‌پاشی جیبرلیک اسید بر خصوصیات میوه در هنگام برداشت

در آزمایش حاضر اثر کم‌آبیاری اعمال شده بر کلیه صفات مورد اندازه‌گیری در زمان برداشت در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود. اما محلول‌پاشی جیبرلیک اسید تنها در صفات وزن میوه، درصد آب میوه و ترکیدگی دارای اثر معنی‌دار بود و در مورد سایر صفات مورد اندازه‌گیری اختلافی نشان نداد (جدول ۱). همچنین نتایج حاضر در جدول ۱ نشان می‌دهد که برهمکنش کم‌آبیاری در محلول‌پاشی GA_3 نیز بر صفات وزن میوه و ترکیدگی میوه‌ها در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس خصوصیات میوه انار رقم شهوار
Table 1- ANOVA of pomegranate fruit (cv. Shahvar) properties

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Means of squares						
		تعداد میوه Fruit number	وزن میوه Fruit weight	عملکرد Yield	مقدار پوست Peel content	مقدار آریل Aril content	آب میوه Fruit juice	ترکیدگی میوه Fruit cracking
آبیاری Irrigation	2	957.7**	34481**	176.8**	100.2**	100.2**	116.9**	26.8**
خطای A Error A	9	48.5	100.1	19.6	7.8	7.8	3.3	0.8
جیبرلیک اسید GA_3	1	96.1 ^{ns}	3096**	33.6 ^{ns}	4.9 ^{ns}	4.9 ^{ns}	18.7*	48.4**
آبیاری×جیبرلیک اسید $GA_3 \times Irrigation$	2	11.3 ^{ns}	544.2**	4.5 ^{ns}	11.2 ^{ns}	11.2 ^{ns}	3.6 ^{ns}	9.7**
خطای B Error B	9	73.1	50.2	8.2	3.11	3.11	2.3	1.6

* و ** به ترتیب نشانگر معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد و ^{ns} بیانگر عدم معنی‌داری است.

* and ** indicate significance at 5 and 1% level of probability respectively and ^{ns} means not significant.

می‌انجامد. گل‌های انار نیز در این دوره به صورت منفرد یا چندتایی در نوبت‌های مختلف ظهور می‌کنند. معمولاً گل‌های نوبت اول انار روی شاخه‌های سال قبل و گل‌های نوبت دوم و سوم آن روی شاخه‌های رشد سال جاری دیده می‌شود (۲۷). لذا به نظر می‌رسد تیمارهای کم‌آبیاری پایدار (SDI) و تنظیم شونده (RDI) به علت اعمال محدودیت رطوبتی در ابتدای فصل رشد، سبب کاهش رشد رویشی و

تعداد میوه

براساس جدول ۲ تعداد میوه‌های شمارش شده در درختان شاهد با میانگین ۱۰۸/۳ عدد بیش از تیمارهای کم‌آبیاری پایدار (۹۳/۶ عدد) و تنظیم شونده (۸۷ عدد) بود. در مناطق نیمه‌گرمسیر دوره گلدهی انار که منتج به محصول تجاری می‌گردد معمولاً یک‌ماه (از اردیبهشت تا خرداد) به طول

در نتیجه کاهش گل‌های حاصل از نوبت‌های دوم و سوم شده‌اند که در نتیجه آن تعداد میوه نهایی تشکیل شده در این تیمارها در مقایسه با شاهد به طور متوسط ۱۶ درصد کمتر شده است. هرچند اینتریگ لیولو و همکاران (۱۷) برخلاف نتایج این پژوهش تعداد میوه نهایی انار در تیمارهای کم آبیاری را بیش از شاهد بیان کردند که البته ایشان نتوانستند توضیحی برای آن ارائه نمایند.

جدول ۲- اثر تیمارهای آبیاری و محلول پاشی جیبرلیک اسید بر خصوصیات میوه انار رقم شهوار
Table 2- Effect of irrigation and GA₃ application on pomegranate fruit (cv. Shahvar) properties

تیمار Treatment	تعداد میوه Fruit number	وزن میوه Fruit weight (g)	عملکرد Yield (Kg/tree)	مقدار پوست Peel content (%)	مقدار آریل Aril content (%)	آب میوه Fruit juice (%)	ترکیدگی میوه Fruit cracking (%)
شاهد Control	108.3 a	237.8 b	25.6 b	35.1 a	64.8 b	36.6 b	5.9 b
کم آبیاری SDI	93.6 b	205.8 c	20.7 c	28.3 b	71.6 a	35.6 b	9.1 a
کم آبیاری تنظیم شونده RDI	87.0 b	332.1 a	30.1 a	30.0 b	70.0 a	42.7 a	6.0 b
جیبرلیک اسید GA ₃ (ppm)	0	98.3 a	247.3 b	24.3 a	30.7 a	69.3 a	37.4 b
	150	94.3 a	270.0 a	26.7 a	31.6 a	68.4 a	39.2 a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و برای هر عامل از نظر آزمون HSD ($P < 0.05$) معنی‌دار نیستند.
Means in each column, for each factor with the same letters are not significantly different using HSD ($P \leq 0.05$).

حال آنکه تحت شرایط محلول پاشی با جیبرلیک اسید وزن میوه در تمامی تیمارهای آبیاری افزایش یافته و در تیمار RDI با میانگین ۳۵۳ گرم به بالاترین مقدار خود رسیده است.

وزن میوه

براساس جدول ۳ و در مورد صفت وزن میوه، مشخص است که در صورت عدم محلول پاشی جیبرلیک اسید وزن میوه در تیمار RDI با میانگین ۳۱۱/۳ گرم بیشتر از دو تیمار SDI و شاهد بوده است.

جدول ۳- اثر محلول پاشی GA بر وزن و ترکیدگی میوه انار رقم شهوار تحت شرایط کم آبیاری
Table 3- The effect of GA application on pomegranate fruit (cv. Shahvar) weight and cracking under deficit irrigation conditions

آبیاری Irrigation	جیبرلیک اسید GA ₃ (ppm)	وزن میوه Fruit weight (g)	ترکیدگی میوه Fruit cracking (%)
شاهد	0	230.7 c	7.1 b
control	150	245.1 c	4.6 c
کم آبیاری پایدار	0	199.8 d	11.7 a
SDI	150	211.9 d	6.5 bc
کم آبیاری تنظیم شونده	0	311.3 b	6.4 bc
RDI	150	353.1 a	5.6 bc

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و برای هر عامل از نظر آزمون HSD ($P < 0.05$) معنی‌دار نیستند.
Means in each column, for each factor with the same letters are not significantly different using HSD ($P \leq 0.05$).

خصوصاً در طی دوره‌های رشد سریع می‌گردد (۲۹). اما در تیمار کم آبیاری تنظیم شونده به نظر می‌رسد تعداد کمتر میوه (جدول ۱) و در عین حال عدم وجود محدودیت رشدی برای میوه‌ها توانسته است دلیل افزایش وزن آن‌ها در مقایسه با دو تیمار دیگر باشد. از سوی دیگر محلول پاشی GA در این آزمایش سبب افزایش وزن در

گزارش‌های فراوانی در رابطه با کاهش وزن میوه در اثر به کارگیری راهبردهای مختلف کم آبیاری وجود دارد (۱۱، ۱۷ و ۲۲). در واقع همانند آنچه که در تیمار کم آبیاری پایدار این پژوهش اتفاق افتاد هر گونه محدودیت آبی سبب بسته‌شدن نسبی روزه‌ها و کاهش جذب عناصر غذایی، کاهش فتوسنتز و در نتیجه کاهش رشد،

انگور را در اثر اعمال کم آبیاری تنظیم شونده گزارش کردند.

آب میوه

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها برای صفت آب میوه در جدول ۲ نشان می‌دهد که تیمار RDI با میانگین ۴۲/۷ درصد بالاترین مقادیر این صفت را به خود اختصاص داده است و دو تیمار دیگر (شاهد و SDI) به لحاظ درصد آب میوه، اختلاف معنی داری را با یکدیگر نشان ندادند. از سوی دیگر محلول پاشی GA با غلظت ۱۵۰ پی‌پی‌ام نیز سبب افزایش ۴/۸ درصدی آب میوه در مقایسه با شاهد شد. به نظر می‌رسد درصد آب میوه انار به اندازه میوه، تعداد و همچنین محتوای آب آریل‌ها بستگی داشته باشد. بر این اساس انارهای حاصل از تیمار RDI به علت داشتن اندازه بزرگ‌تر میوه (۳۳۲/۱ گرم) و درصد آریل بالاتر (۷۰/۶ درصد) از آب میوه بیشتری هم برخوردار بودند. ولی در مقابل کم آبیاری پایدار به علت کاهش ۵۰ درصدی حجم آبیاری، احتمالاً سبب کاهش محتوای آب آریل‌ها شده و لذا در عین این که نسبت آریل در این تیمار بیشتر از شاهد بود اما مقدار آب میوه در دو تیمار مذکور اختلاف معنی داری را نشان ندادند. از سوی دیگر درصد آب میوه انار بر اثر محلول پاشی GA به طور معنی داری افزایش یافت. خلیل و علی (۱۸) نیز ضمن استفاده از GA در غلظت ۸۰ پی‌پی‌ام روی انار نتایج مشابه با تحقیق حاضر را گزارش نمودند. در واقع هیدرولیز نشاسته به قندهای ساده تر توسط GA سبب کاهش پتانسیل آب سلولی و در نتیجه جذب آب بیشتر در میوه می‌گردد (۸).

ترکیدیگی میوه

بر اساس جدول ۳ مشخص گردید که تیمار کم آبیاری پایدار با ۱۱/۷ درصد بیشترین مقادیر درصد ترکیدیگی میوه‌های انار را نشان می‌دهد، از سوی دیگر محلول پاشی GA سبب کاهش ترکیدیگی میوه‌های انار در همه تیمارها گردید. به گونه‌ای که در تیمار SDI تحت شرایط محلول پاشی GA عارضه ترکیدیگی میوه‌ها ۴۴/۴ درصد کاهش یافت.

در این آزمایش نیز به نظر می‌رسد تیمار کم آبیاری پایدار به علت محدودیت ۵۰ درصدی رطوبت خاک در تمامی فصل رشد، از حساسیت بیشتری در برابر ترکیدیگی میوه، خصوصاً به علت بارش‌های آخر فصل برخوردار باشد. در مقابل تیمارهای شاهد (۱۰۰ Etc درصد) و RDI به علت داشتن شرایط مطلوب رطوبتی در مقایسه با تیمار SDI، به میزان کمتری دچار تغییر ناگهانی محتوای رطوبتی شده (۱) و لذا ترکیدیگی در میوه‌های آن‌ها در حداقل است. از سوی دیگر به نظر می‌رسد محلول پاشی درختان با GA ضمن افزایش استحکام و ضخامت پوست (۸) الاستیسیته و انعطاف کوتیکول و پوست میوه را

میوه‌هایی که رشد کمتری داشته‌اند و در نتیجه پتانسیل بالاتری برای جبران رشد دارند، گردید. در واقع جیبرلیک اسید از طریق افزایش تقسیم سلولی سبب افزایش اندازه میوه می‌گردد (۸) و همچنین گزارش شده است که GA بوسیله هیدرولیز نشاسته و تبدیل آن به قندهای ساده سبب کاهش پتانسیل آب سلول و در نتیجه جذب آب و طولی شدن سلول‌ها می‌شود (۱۸).

عملکرد درخت

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها برای صفت عملکرد نشان داد که تیمار RDI و SDI با میانگین ۳۰/۱ و ۲۰/۷ کیلوگرم در هر درخت به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را از این نظر به خود اختصاص دادند (جدول ۲).

معمولاً عملکرد یا راندمان تولید هر درخت میوه، تابعی از دو صفت تعداد میوه و متوسط وزن میوه‌های آن درخت می‌باشد. بنابراین طبیعی است که تیمار SDI به علت تعداد و وزن میوه‌های کمتر در مقایسه با دو تیمار دیگر از عملکرد کمتری نیز برخوردار باشد و در مقابل تیمار RDI علیرغم تعداد میوه کمتر از شاهد به علت داشتن میوه‌های سنگین‌تر، دارای متوسط عملکرد بالاتری باشد. جیرونا و همکاران (۱۴) نیز بیان کردند که استفاده از تیمار RDI (کاهش آبیاری تا ۳۰ درصد در مرحله دوم رشد و یا پس از رسیدگی میوه) هیچ‌گونه کاهشی را در تولید و عملکرد درخت هلو بوجود نیاورده است.

درصد آریل و پوست

نتایج موجود در جدول ۲ برای صفات درصد پوست و آریل میوه انار نیز نشان می‌دهد که تیمارهای کم آبیاری پایدار و تنظیم شونده با میانگین حدود ۷۰ درصد، از میزان آریل بالاتری در مقایسه با تیمار شاهد (۱۰۰ Etc درصد) برخوردار بودند و به همان نسبت درصد پوست در این دو تیمار کم آبیاری کمتر از شاهد بوده است.

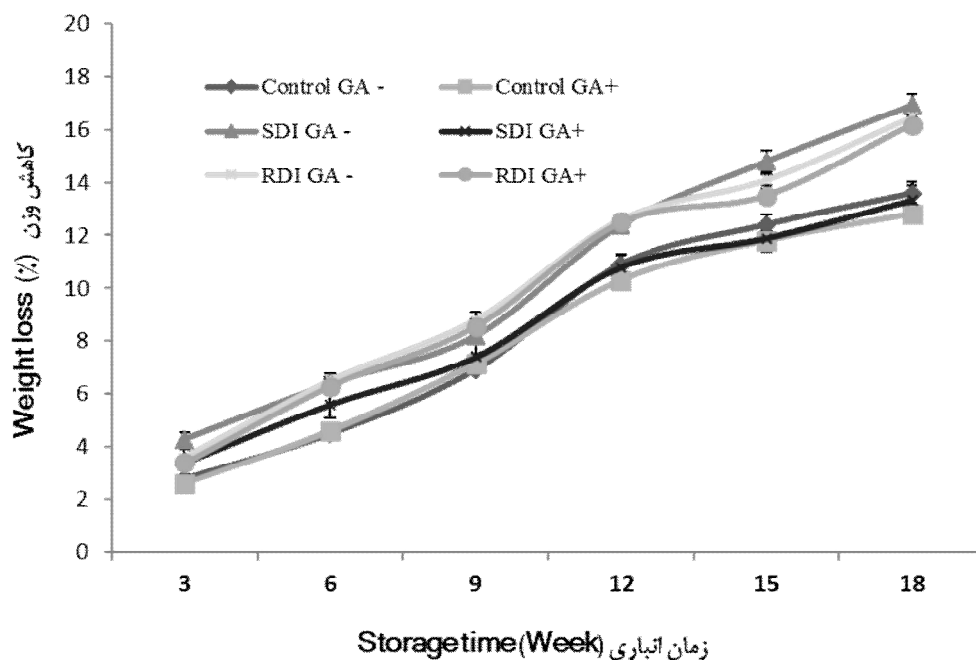
هر چند جیرونا و همکاران (۱۴) در مورد هلو و کوئواس و همکاران (۱۰) برای ازگیل تفاوت معنی داری از نظر تشکیل میوه بین تیمارهای کم آبیاری با شاهد مشاهده نکردند، اما به نظر می‌رسد تعداد گل‌های کمتر ولی احتمالاً قوی‌تر در تیمارهای کم آبیاری می‌تواند سبب تشکیل دانه بالاتر (تعداد آریل بیشتر) گردد. زیرا عمل لقاح در انار برای تشکیل هر آریل به صورت مستقل صورت می‌پذیرد (۳۴). از سوی دیگر به نظر می‌رسد کم آبیاری پایدار و کاهش ۵۰ درصدی آبیاری درخت در این تحقیق، سبب نازک شدن پوست و خشک شدن آن می‌گردد که البته این یافته در مورد پوست چندلایه و چرمی انار با گزارش ملیشو و همکاران (۲۲) در مورد این میوه مطابقت دارد. اما در مقابل روئیز سانچز و همکاران (۲۸) افزایش نسبت پوست به پالپ

یا ناقص بودن کوتیکول اشاره نمود (۲۰). کریسوستو و همکاران (۹) بر خلاف نتایج این پژوهش عنوان کردند که میوه‌های هلو حاصل از تیمارهای کم آبیاری دارای کوتیکول پیوسته و ضخیم‌تری بوده و لذا مقادیر کاهش وزن در این میوه‌ها در مقایسه با شرایط آبیاری بهینه در حداقل بوده است. اما در مورد انار چنان‌که توضیح داده شد احتمال ترکیدگی میوه در اثر بارش‌های پایان فصل در تیمارهای کم آبیاری بیشتر بوده (جدول ۱) و بنابراین احتمال ظهور و وجود ترکیدگی‌های ریز (Microcracking) و از بین رفتن پیوستگی کوتیکول در این میوه‌ها نیز بیشتر خواهد بود. از سوی دیگر نسبت حداقلی پوست به آریل در تیمارهای کم آبیاری در مقایسه با شاهد نیز می‌تواند دلیلی دیگر بر افت سریع وزن میوه‌های مذکور در انبار باشد. در عین حال محلول پاشی GA توانست ضمن حفظ کیفیت پوست میوه در انبار (۱۲)، از سرعت کاهش وزن آن‌ها بکاهد. چادهاری و همکاران (۷) ضمن کاربرد قبل از برداشت GA₃ در غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام روی میوه چیکو نشان دادند که درصد افت وزن میوه‌ها طی دوره انبارمانی شدیداً کاهش یافته است.

نیز افزایش می‌دهد (۱۸) و در نتیجه از این طریق می‌تواند سبب کاهش ترکیدگی میوه گردد.

اثر کم آبیاری و محلول پاشی بر خصوصیات میوه در دوره انبارمانی کاهش وزن

درصد کاهش وزن میوه‌های حاصل از تیمارهای مختلف طی دوره انبارمانی در شکل ۱ نشان داده شده است. تیمار RDI و SDI صورت عدم کاربرد GA بیشترین درصد کاهش وزن را در زمان‌های مختلف نشان دادند. حال آنکه با استفاده از محلول پاشی GA در دوره قبل از برداشت، افت وزن در تیمار SDI جبران شده و به سطح شاهد رسید ولی در مورد RDI حتی در صورت استفاده از جیبرلیک اسید هم مقادیر این صفت کاهش نیافت. این اختلاف تیمارهای مذکور در شروع دوره انبارمانی کم و حتی غیر معنی‌دار بود و عملاً از هفته نهم بود که کاهش وزن در تیمارهای کم آبیاری سرعت گرفت. از مهم‌ترین دلایل کاهش وزن میوه‌ها در انبار می‌توان به نازک



شکل ۱- اثر محلول پاشی GA₃ بر کاهش وزن میوه انار رقم شهوار تحت شرایط کم آبیاری در زمان‌های مختلف انبارمانی

Figure 1- The effect of GA₃ application on pomegranate (cv. Shavar) weight loss under deficit irrigation at different storage periods

سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود. بر این اساس، تیمارهای کم آبیاری خصوصاً SDI سطح بالاتری از نسبت TSS/TA را دارا بودند. همچنین با افزایش دوره انبارمانی بر مقادیر صفت مذکور

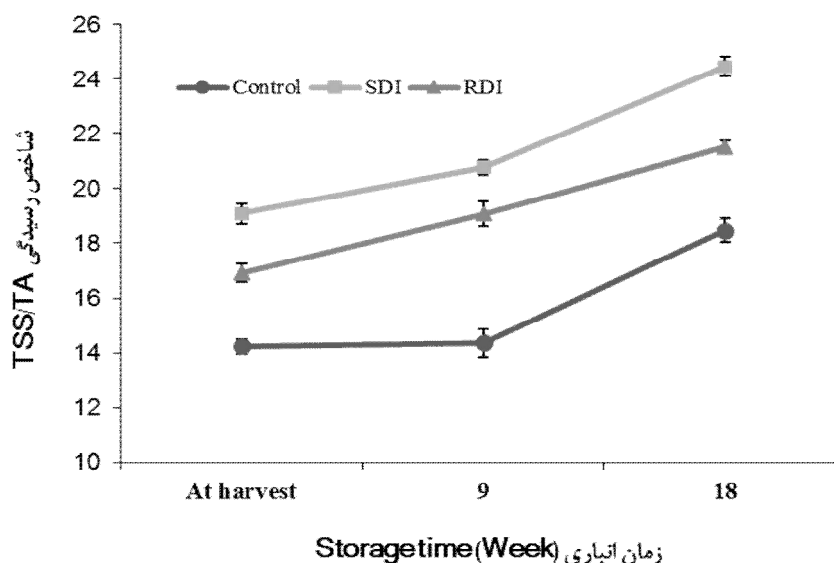
شاخص رسیدگی

نتایج آزمایش حاضر نشان می‌دهد که اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر شاخص طعم (TSS/TA) در زمان‌های مختلف انبارمانی در

طی دوره انبارمانی بیشتر به تغییرات محتوای مواد جامد محلول یا قند محلول میوه نسبت داده می‌شود (۲۰). در واقع تنش خشکی ناشی از محدودیت آبیاری سبب تجزیه نشاسته و تجمع قندهای ساده در سلول می‌گردد (۱۱). اما از سوی دیگر اثر کم آبیاری بر TA بسیار مبهم و غیرمشخص است و در بسیاری از منابع عدم تغییر TA در اثر کم آبیاری گزارش شده است (۱۶ و ۲۲). جیبرلیک اسید نیز می‌تواند بوسیله افزایش قدرت میوه در جذب کربوهیدرات‌ها از طریق تاثیر بر آندها سبب افزایش مواد جامد محلول شود (۱۸).

افزوده شد به گونه‌ای که نسبت TSS/TA در شاهد، SDI و RDI در هفته هجدهم در مقایسه با زمان برداشت به ترتیب برابر ۲۹/۷، ۲۸/۱ و ۲۷/۱ درصد افزایش نشان دادند (شکل ۲).

مقادیر این صفت به عنوان شاخص طعم و یا شاخص رسیدگی میوه انار در زمان برداشت مورد توجه است. نکته قابل توجه آن که در زمان برداشت نسبت TSS/TA در تیمار کم آبیاری پایدار بیش از دو تیمار دیگر بوده و از این لحاظ می‌توان به نقش کم آبیاری در نمو فیزیولوژیکی و رسیدن میوه اشاره نمود. افزایش شاخص طعم میوه انار



شکل ۲- اثر محلول پاشی GA_3 بر نسبت TSS/TA میوه انار رقم شهوار در زمان‌های مختلف انبارمانی
Figure 2- The effect of GA_3 application on TSS:TA ratio of pomegranate fruit (cv. Shahvar) at different storage periods

ترکیبات فنولیکی نسبت داده می‌شود (۲۴ و ۳۲) که تحت شرایط خشکی در گیاه سنتز و تولید می‌شوند (۲۹).

آنتوسیانین کل

در مورد آنتوسیانین کل نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که تغییرات این صفت تنها در اواسط دوره انبارمانی (هفته نهم) معنی‌دار بوده و در تاریخ‌های نمونه‌برداری دیگر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). بیشترین میزان آنتوسیانین کل در تیمار کم آبیاری پایدار و عدم محلول پاشی GA بدست آمد. در واقع محلول پاشی GA سبب کاهش آنتوسیانین کل در شاهد، SDI و RDI نسبت به شرایط عدم محلول پاشی گردید.

فعالیت آنتی اکسیدانی

اثر تیمارهای مختلف آبیاری و محلول پاشی جیبرلیک اسید بر صفات فعالیت آنتی اکسیدانی و محتوای آنتوسیانین کل میوه انار طی سه زمان انبارمانی در جدول ۴ گزارش شده است. برهمکنش آبیاری و GA تنها در زمان برداشت برای فعالیت آنتی اکسیدانی معنی‌دار شد. بر این اساس، کم آبیاری پایدار تحت شرایط محلول پاشی GA با افزایش ۴۸/۵ درصدی نسبت به شاهد (ETC ۱۰۰ درصد، بدون GA) بالاترین مقدار این صفت را نشان داد.

گزارشات زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد تنش خشکی می‌تواند به عنوان یک تنش اکسیداتیو سبب تحریک سیستم آنتی اکسیدانی گیاهان شود (۲۹). لریبی و همکاران (۲۰) مشابه با نتایج این تحقیق گزارش کردند که فعالیت آنتی اکسیدانی آب میوه انار تحت شرایط کم آبیاری افزایش می‌یابد. از سوی دیگر افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی در اثر جیبرلیک اسید نیز معمولاً به افزایش محتوای

جدول ۴- برهمکنش تیمار کم آبیاری و محلول پاشی GA_3 بر فعالیت آنتی اکسیدانی و آنتوسیانین کل میوه انار رقم شهوار در زمان های مختلف انبارمانی

Table 4- Interaction between deficit irrigation and GA_3 application on antioxidant activity and total anthocyanin content of pomegranate fruit (cv. Shahvar) at different times of storage

آبیاری Irrigation	جیبرلیک اسید GA_3 (ppm)	فعالیت آنتی اکسیدانی Antioxidant activity (%)			آنتوسیانین کل Total anthocyanin (mg/100ml)		
		برداشت At harvest	هفته نهم 9 th week	هفته هجدهم 18 th week	برداشت At harvest	هفته نهم 9 th week	هفته هجدهم 18 th week
شاهد	0	36.94 e	31.73	30.47	5.52	6.79 b	5.83
Control	150	43.52 c	33.41	31.80	5.14	5.51 c	5.14
کم آبیاری پایدار	0	48.09 b	34.73	32.05	5.77	8.63 a	5.77
SDI	150	54.84 a	32.93	33.09	6.77	8.31 a	5.45
کم آبیاری تنظیم شونده RDI	0	37.85 de	32.80	31.27	5.52	7.37 b	6.08
	150	41.36 cd	33.74	30.55	4.89	5.82 c	5.58
		**	Ns	Ns	Ns	**	Ns

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آزمون HSD ($P < 0.05$) معنی دار نیستند.

** نشانگر معنی داری در سطح احتمال خطای یک درصد و Ns بیانگر عدم معنی داری است.

Means in each column followed by the same letters are not significantly different using HSD ($P \leq 0.05$).

** indicate significant ($P \leq 0.01$) and Ns means not significant.

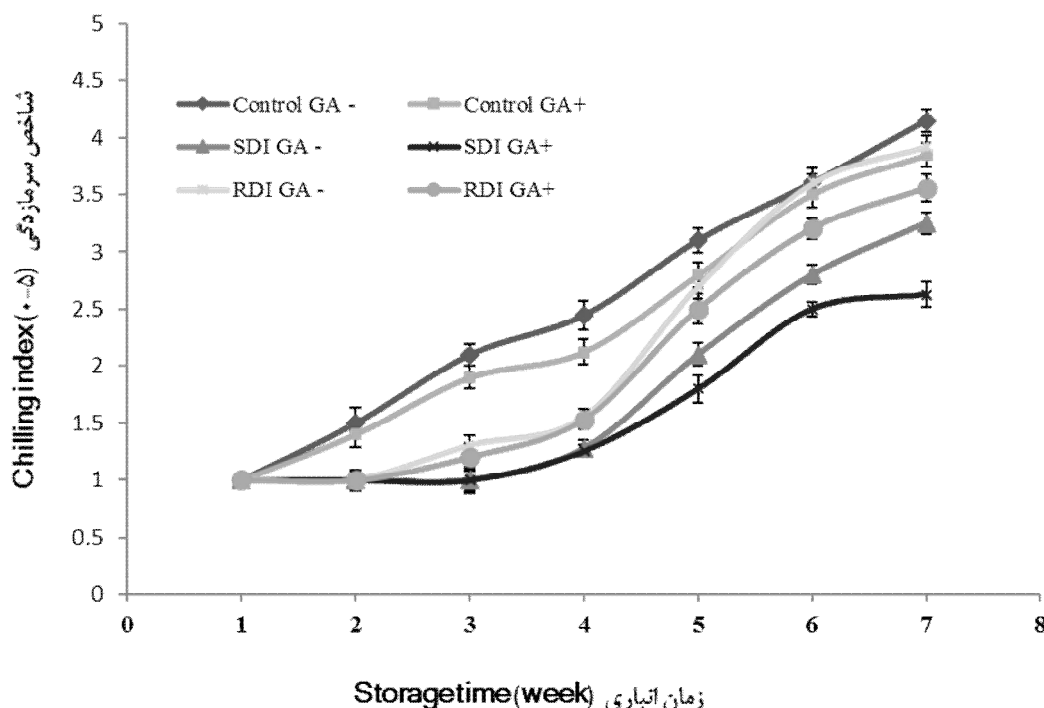
پایان آزمایش (هفته هجدهم) شاخص سرمازدگی را در حداقل حفظ کند این در حالی است که بالاترین خسارت انباری ناشی از سرمازدگی در شاهد بود. در محلول پاشی GA_3 ، شاخص سرمازدگی در تیمارهای شاهد، SDI و RDI به ترتیب برابر $7/3$ ، $18/7$ و $10/2$ درصد کاهش یافت (شکل ۳).

تیمارهای کم آبیاری در این آزمایش به خوبی توانستند از شدت خسارت سرمازدگی در دوره طولانی مدت انباری کم کنند. لریبی و همکاران (۲۰) و پنا و همکاران (۲۶) نیز نتایج مشابهی را در مورد کاهش شاخص سرمازدگی انار در اثر استفاده از راهبرد کم آبیاری بدست آوردند. همچنین گزارش شده است که تنش حاصل از کم آبیاری پایدار سبب بیان ژنتیکی نوعی از پروتئین ها (Late Embryogenesis Abundant Proteins) شده که می تواند سبب حفاظت پروتئین ها و غشاء سلولی شوند (۶). از سوی دیگر تنش خشکی چنان که گفته شد می تواند به عنوان یک تنش اکسیداتیو سبب افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی شده که به همراه افزایش محتوای آنتوسیانینی و ترکیبات فنولیکی می تواند کاهش شاخص سرمازدگی در میوه ها را فراهم نماید (۲۰). پنا و همکاران (۲۶) در این زمینه بیان کردند که میوه های انار با رنگ گیری ضعیف در مقایسه با میوه هایی که رنگ گیری در آن ها در اثر تیمارهای کم آبیاری افزایش یافته است به سرمازدگی انباری حساسیت بیشتری دارند. محلول پاشی با جیبرلیک اسید نیز می تواند تا اندازه ای ضمن حفظ کیفیت پوست و سفتی میوه (۱۲) شدت خسارت سرمازدگی در انبار را کاهش دهد.

افزایش مقادیر آنتوسیانین کل در آب میوه انار تا اواسط دوره انبارمانی را می توان به ادامه فعالیت بیوسنتزی ترکیبات فنولیک و فرایند رسیدگی میوه انار مرتبط دانست (۱۳). همچنین طی این دوره فعالیت آنزیم های دخیل در مسیر بیوسنتزی آنتوسیانین مانند فنیل آلانین آمونیالیز (PAL) و فلاونوئید-۳-گلوزیل ترانسفراز (GT) افزایش می یابد (۲۰). این در صورتی است که تحت شرایط انبارمانی بلند مدت (۱۸ هفته) مطابق با نتایج این پژوهش، احتمالاً اکسیداسیون آنزیمی آنتوسیانین ها اتفاق افتاده و از مقادیر آن شدیداً کاسته می گردد (۵). از سوی دیگر گزارشاتی در مورد تاثیر تنش های آبی خصوصاً کوتاه مدت بر افزایش محتوای آنتوسیانین کل در انار نیز وجود دارد (۱۷). در مقابل محلول پاشی GA_3 در این آزمایش، محتوای آنتوسیانین را در تمامی تیمارهای آبیاری کاهش داد که می تواند به نقش GA_3 در بازدارندگی بیوسنتز آنتوسیانین و کاهش رنگ گیری میوه برگردد (۲۰ و ۲۲). هر چند که خلیل و علی (۱۸) گزارش کردند که آنتوسیانین کل در انار در اثر محلول پاشی GA_3 با غلظت ۸۰ پی پی ام معادل ۷۴ درصد افزایش پیدا نمود که البته می تواند به علت تفاوت در غلظت و زمان پاشش جیبرلیک اسید باشد.

شاخص سرمازدگی

نتایج مقایسه میانگین داده های حاصل از محاسبه شاخص سرمازدگی میوه های انار در فواصل مختلف از زمان برداشت مشخص کرد که میوه های مربوط به تیمار SDI تا هفته نهم انبارمانی هیچ گونه علائم سرمازدگی را نشان ندادند و از آن پس نیز این تیمار توانست تا



شکل ۳- اثر محلول پاشی GA بر شاخص سرمازدگی میوه‌های انار رقم شهوار تحت شرایط کم‌آبیاری در زمان‌های مختلف انبارمانی
Figure 3- The effect of GA application on chilling index of pomegranate fruit (cv. Shahvar) under deficit irrigation at different times of storage

منابع

- 1- Abd El-Rahman I.E. 2010. Physiological studies on cracking phenomena of Pomegranates. Journal of Applied Sciences Research, 6:696-703.
- 2- Alegre S., Marsal J., Mata M., Arbones A., and Girona J. 2002. Regulated deficit irrigation in olive trees (*Olea europaea* L. cv. 'Arbequina') for oil production. Acta Horticulturae, 586:259-262.
- 3- Allen R.G., Pereira R.S., Raes D., and Smith M. 1998. Crop Evapotranspiration Guidelines for Computing Crop Water Requirements, v. 56. FAO Irrigation and Drainage 56, Rome.
- 4- Anonymous. 2013. Statistical Book of Horticultural Fruits in Iran. <http://dpe.agri-jahad.ir>
- 5- Artes F., Villacusa R., and Tudela J. 2000. Modified atmosphere packaging of pomegranate. Journal of Food Science, 65:1112-1116.
- 6- Bray E.A. 1993. Molecular responses to water deficit. Plant Physiol, 103:1035-1040.
- 7- Choudhury S., Ray D.P., Das B.K., and Sahu G.S. 2003. Effect of pre and post harvest chemical treatments on ripening, quality and storage life of sapota (*Manilkara achras*) cv. Pala, Orissa Journal of Horticulture, 31: 54 - 57.
- 8- Cline J.A., and Trought M. 2007. Effect of gibberellic acid on fruit cracking and quality of 'Bing' and 'Sam' sweet cherries. Canadian Journal of Plant Science, 87:545-550.
- 9- Crisosto C.H., Johnson R.S., Luza J.G., and Crisosto G.M., 1994. Irrigation regimes affect fruit soluble solids concentration and rate of water loss of 'O'Henry' peaches. HortScience 29:1169-1171.
- 10- Cuevas J., Canete M.L., Pinillos V., Zapata A.J., Fernandez M.D., Gonzalez M., and Hueso J.J. 2007. Optimal dates for regulated deficit irrigation in 'Algerie' loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cultivated in Southeast Spain. Agricultural Water Management, 89:131-136.
- 11- Ebel R.C., Proebsting E.L., and Patterson M.E., 1993. Regulated deficit irrigation may alter apple maturity, quality, and storage life. HortScience, 28:141-143.
- 12- EL-Otmami M., and Coggins C.W. Jr. 1991. Growth regulators effect on retention of quality of stored citrus fruits. Scientia Horticulturae, 45:261- 272.

- 13- Gil M.I., Garcia-Viguera C., Artes F., and Tomas-Barberan F.A. 1995. Changes in pomegranate juice pigmentation during ripening. *Journal of Science Food Agriculture*, 68:77-81.
- 14- Girona J., Gelly M., Mata M., Arbones A., Rufat J., and Marsal J. 2005. Peach tree response to single and combined deficit irrigation regimes in deep soils. *Agricultural Water Management*, 72:97-108.
- 15- Holland D., Hatib K., and Bar-Yaakov I. 2009. Pomegranate: botany, horticulture and breeding. *Horticultural Reviews*, 35:127-191.
- 16- Intrigliolo D.S., and Castel J.R. 2011. Response of plum trees to deficit irrigation under two crop levels: Tree growth, yield and fruit quality. *Irrigation Science*, 29:443-454.
- 17- Intrigliolo D.S., Bonet L., Nortes P.A., Nicolas E., and Bartual J. 2013. Pomegranate trees performance under sustained and regulated deficit irrigation. *Irrigation Science*, 31: 959-970.
- 18- Khalil H.A., and Aly H.S.H. 2013. Cracking and fruit quality of pomegranate (*Punicagranatum* L.) as affected by pre-harvest sprays of some growth regulators and mineral nutrients. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 5:71-76.
- 19- Kong M., Lampinen B., Shackel K., and Crisosto C.H. 2013. Fruit skin side cracking and ostiole-end splitting shorten postharvest life in fresh figs (*Ficus carica* L.), but are reduced by deficit irrigation. *Postharvest Biology and Technology*, 85:154-161.
- 20- Laribi A.I., Palou L., Intrigliolo D.S., Nortes P.A., Rojas-Argudo C., Taberner V., Bartual J., and Pérez-Gago M.B. 2013. Effect of sustained and regulated deficit irrigation on fruit quality of pomegranate Cv. 'Mollar De Elche' at harvest and during cold storage. *Agricultural Water Management*, 125: 61-70.
- 21- Mitchell P.D., Jerie P.H., and Chalmers D.J. 1984. Effects of regulated water deficits on pear tree growth, flowering, fruit growth and yield. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 109:604-606.
- 22- Mellisho C.D., Egea I., Galindo A., Rodriguez P., Rodriguez J., Conejero W., Romojaro F., and Torrecillas A. 2012. Pomegranate (*Punicagranatum* L.) fruit response to different deficit irrigation conditions. *Agricultural Water Management*, 114:30-36.
- 23- Mohamed A.K.A. 2004. Effect of gibberellic acid (GA3) and benzyladine (BA) on splitting and quality of Manfalouty fruits. *Assuit Journal of Agricultural Sciences*, 35:11-21.
- 24- Mohamed S.A., Awad M.A., and Al-Qurashi A.D. 2014. Antioxidant activity, antioxidant compounds, antioxidant and hydrolytic enzymes activities of 'Barhee' dates at harvest and during storage as affected by pre-harvest spray of some growth regulators. *ScientiaHorticulturae*, 167:91-99.
- 25- Mpelasoka B.S., Behboudian M.H., and Mills T.M., 2001. Effects of deficit irrigation on fruit maturity and quality of 'Braeburn' apple. *ScientiaHorticulturae*, 90:279-290.
- 26- Pena M.E., Artes-Hernandez F., Aguayo E., Martinez-Hernandez G.B., Galindo A. Artes F., and Gomez P.A. 2013. Effect of sustained deficit irrigation on physicochemical properties, bioactive compounds and postharvest life of pomegranate fruit (cv. 'Mollar de Elche'). *Postharvest Biology and Technology*, 86:171-180.
- 27- RahmatiShahri A. 2014. Determination of phenological stages, microphenology and dynamics of pomegranate flower cv. Ardestani and White in Mahvelat area. MSc Thesis. Ferdowsi University of Mashhad.
- 28- Ruiz-Sanchez M.C., Domingo R., and Castel J.R. 2010. Deficit irrigation in fruit trees and vines in Spain: A review. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8: 5-20.
- 29- Selahvarzi Y., Goldani M., Nabati J., and Alirezaii M. 2011. Effect of exogenous application of ascorbic acid on physiochemical changes under salt stress in oregano (*Origanummajorana* L.). *Iranian Journal of Horticultural Science*, 42:159-167. (In Persian with English abstract).
- 30- Selahvarzi Y., and Tehranifar A. 2013. Effect of essential oil of some medicinal plants and polyethylene packaging on quality and pomegranate shelf life. *Journal of Horticultural Science*, 27: 318-325. (In Persian with English abstract).
- 31- Stoll M., LOveys B., and Dry P. 2000. Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine. *Journal of Experimental Botany*, 51:1627-1634.
- 32- Sun T., and Gubler F. 2004. Molecular mechanism of gibberellin signaling in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 55:197-223.
- 33- Torrecillas A., Domingo R., Galego R., and Ruiz-Sanchez M.C. 2000. Apricot tree response to irrigation withholding at different phenological periods. *ScientiaHorticulturae*, 85:201-215.
- 34- Wetzstein H.Y., Ravid N., Wilkins E., and Martinelli A.P. 2011. A morphological and histological characterization of bisexual and male flower types in pomegranate. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 136: 83-92.
- 35- Zoffoli J.P., Latorre B.A., and Naranjo P. 2009. Preharvest applications of growth regulators and their effect on postharvest quality of table grapes during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 51:183-192.



Effect of Media Culture on Growth and Sucker Pandanus Plant

A. Salehi Sardoei^{1*} - P. Rahbarian²

Received: 15-10-2013

Accepted: 27-10-2015

Introduction: One factor that is of great importance to the cultivation of flowers and ornamental plants, is the media. Planting plants in containers as an important component of the nursery technology has grown. Compared with farm volume, growth media used for each plant greatly reduce plant growth that largely influence by the physical and chemical properties of growth media used. Therefore, good management of potted plants bed will cause the plants have good quality. A good growth media with optimal physical and biological properties, relatively inexpensive, stable and style enough to work should be available. The Burgers showed that composted green waste can be used as substrates for soilless cultivation and improve the water-holding capacity of soil. The garden has a range of materials including hardwood and softwood bark, leaves, soil, waste, sewage sludge and coconut (cocopeat) that has been used as a seed bed. According to the economic issues and increasing moisture storage, palm peat substrates are primary material that can be prepared as a good growth medium for the producing's presented level Country. Peat moss is not applicable to all plants because of high cost and poor absorption characteristics like low pH and low water holding capacity. This study was conducted to investigate the possibility of replacing peat moss palm waste and the effect of it on growth characteristics were studied.

Materials and Methods: The experimental design was completely randomized design with four replications of eight treatments. The compressed unit (block) was supplied and commercial cocopeat was used because of reducing the cost of transportation. Before applying this material, the amount of water was added for opening up and voluminous and become it completely uniform. In treatments containing sand + perlite, these four types volume ratio of 1:1 and mixed with sand + perlite were used. First, wooden cuttings of pandanus in a bed of sand rooted in the greenhouse, then the rooted cuttings were transferred to pots with a diameter of 17cm. The pots were filled with the examined material. After planting in pots in a greenhouse with temperature of 20-25°C in winter and 30-35°C in summer were kept on planting plans. The indicators of growth including stem diameter, stem length and lateral shoot number, leaf area and chlorophyll index were measured. Analysis was performed on data using SPSS 16. Comparisons were made using one-way analysis of variance (ANOVA) and Duncan's multiple range tests. Differences were considered to be significant at $P < 0.05$.

Results and Discussion: Vegetative characteristics of pandanus plants were significantly different from each other. Results showed that the mean media of cococheps and 50% peat palm + 25% sand + 25% perlite had the highest leaf area with 413.97 and 378.69cm² respectively and non-significant difference was showed. Means followed by same letter are not significantly different at $P < 0.05$ probability using Duncan's test. The highest (17.03) and the lowest (9.47) chlorophyll index were obtained from the cococheps medium, and 50% cococheps + 25% sand + 25% perlite medium, respectively. Plant height of the 50% peat palm + 25% sand + 25% perlite media with 40cm and the lowest mean with 17.50cm in the 100% peat moss were obtained and a statistically significant difference was showed. Adding 25% sand + 25% perlite substrates had positive effect on growth indices such as No. of leaves/plant maximum. The highest value of chlorophyll a, b, total chlorophyll, carotenoids and sum pigments in of 50% peat palm + 25% sand + 25% perlite media with average of 11.35, 7.43, 18.78, 3.47 and 17.86g/ml⁻¹ were obtained. Minimum value of chlorophyll a, b and total chlorophyll were in 50% cocopeat + 25% sand + 25% perlite media with average of 6.70, 3.23, 9.93, 2.28 and 12.21 g/ml⁻¹. Chlorophyll has primary basic role from view of absorption and use of light energy in photosynthesis.

Conclusions: Applications of medium with perlite-sand substrate in organic cultivation had positive effects on the parameters of the plant height, chlorophyll index, number of leaves/plant and leaf area that had the highest amount and also the highest amount of main sucker and number of sucker/plant belonged to peat palm medium. High photosynthetic pigments were produced by using 50% the peat palm + 25% sand + 25% perlite medium. According to the result of growth indices, palm peat was the best growth culture medium due to a very low cost and having characteristics such as the low pH water absorption and good files for all plants especially pandanus plant. The result of this study agree with other research. Cocopeat caused the best growth of plants due to its physical and chemical properties. Cocopeat had the best water holding capacity because the sponge property and

1- Young Researchers Club, Jiroft Islamic Azad University, Jiroft Branch, Iran

2- Horticulture Department, Islamic Azad University, of Jiroft, Iran

(*-Corresponding Author Email: alisalehisardoei1987@gmail.com)

having the smallest particle size. But the state does not cause flooding in the pot because it is the property of the capillary bed and slowly loses its water.

Keywords: Growth, Media culture, Pandanus, Photosynthetic pigments, Sucker



Effects of Organic and Chemical Fertilizers on some Quantitative Traits and Anthocyanin of Roselle under Zabol conditions

R. Ebrahimzadeh Abdashti^{1*} - M. Galavi² - M. Ramroudi³

Received: 08-12-2013

Accepted: 06-01-2016

Introduction: Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) belongs to the Malvaceae family, and is an annual or biennial plant that cultivated in tropical and subtropical regions for its stem fibers, eatable calyces, leaves and grains. Roselle is resistant to relatively high temperatures throughout the growing and fruiting times. Continuous use of chemical fertilizers destroys the soil ecological balance, reduces soil fertility and groundwater pollution is caused. In contrast, organic fertilizers are very safe for human health and the environment. It is made by recycling organic material as plant and animals waste, and food scraps in a controlled process. Of the organic fertilizers can be noted to compost, vermicompost, cattle manure and humic acid. The study was carried out in order to sustainable agriculture. The aim of this study was to investigate the effects of organic and chemical fertilizers on some quantitative traits and anthocyanin of roselle.

Materials and Methods: The experiment was performed in complete randomized block design with ten treatments and four replications in research field of agricultural faculty, university of zabol. The treatments included T1: control, T2: NPK in a ratio of 2:1:1 (300 kg ha⁻¹), T3: cattle manure (20 t ha⁻¹), T4: compost (10 t ha⁻¹), T5: vermicompost (5 t ha⁻¹), T6: humic acid foliar in a ratio of 1.5 per thousands, T7: 50% of T2 and T6, T8: 50% of T3 and T6, T9: 50% of T4 and T6 and T10: 50% of the T5 and T6.

Five plants were chosen and an average of five plants was calculated as the single plant for measuring of variables that included the height, number of branches, stem diameter, shoot fresh weight, number of fruits per plant, fruit weight, number of seeds per plant, fresh and dry weights of sepals, inflorescence length, length and diameter of fruit. Method of Wagner has been used for the anthocyanin measurement.

Results and Discussion: Results of this research showed that the application of different fertilizers increased the height, number of branches and stem diameter per plant in different stages of growth. Mean comparison showed that there were significant differences between the treatments and control in most traits, so that the maximum height, number of branches and stem diameter belonged to the treatment of organic and chemical fertilizer with humic acid (T8, T9 and T10). The highest number of fruits and seed yield per plant (41/98%) was obtained from the T9 treatment compared to the control. This result was corresponded with the results of other researchers in the roselle.

The result showed that inflorescence length, length and diameter of fruit had the highest values by using the cattle manure + humic acid (T8); and so measured characters had the lowest values in control treatment. Effect of different fertilizer treatments on fruit fresh weight, fresh and dry weights of sepals had statistically significant differences. The highest and the lowest values of fruit fresh weight, fresh and dry weights of sepals were obtained from T9 treatment (compost + humic acid) and control treatment, respectively.

Compost improves conditions for the plant growth. Humic acid stimulates the growth hormone and increases the absorption of nutrients by plant. So, with these reasons it seems that higher growth features and further calyx yield were achieved by applying compost + humic acid than other treatments.

The effect of treatments organic and chemical fertilizers with humic acid on the amount of anthocyanin was higher compared with using them separately. Compost, vermicompost and cattle manure fertilizers are containing humic acid substances and humic acid (phenolic compound derivatives) is a precursor for the synthesis of anthocyanidin (flavonoid structure), therefore they correlated with the increasing anthocyanin in treatments organic fertilizers and chemical with humic acid.

Conclusions: The results showed that all applied fertilizers treatments improved growth features, further calyx yield and anthocyanin amount, than the situation of non-use of fertilizer. Nevertheless, the effect of the treatments organic fertilizers with humic acid on vegetative growth, fruit and sepals yield and anthocyanin content per sepals was higher compared with using them separately and using chemical fertilizers.

Therefore, to achieve maximum vegetative growth, fruit and sepals yield and anthocyanin content per sepals using treatments of organic fertilizers with humic acid were better than other fertilizer treatments in this research.

1, 2 and 3- MSc Medicinal Plant and Associate Professors, Agriculture, National University of Zabol
(*-Corresponding Author Email: rahman1365e@gmail.com)

Therefore, it seems that, in terms of sustainable production and the environmental protection of roselle, applications of organic fertilizers may be viable alternatives to chemical fertilizers.

Keywords: Anthocyanin, Fertilizer, Humic acid, Roselle



Effect of Vermicompost and Nitroxin on Vegetative Growth and some Biochemical Properties of Rosemary Herb (*Rosmarinus officinalis* L.)

F. Nourbakhsh¹ - V. Chalavi^{2*} - V. Akbarpour³

Received: 19-04-2014

Accepted: 06-01-2016

Introduction: Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) is a perennial, ever green and fragrant plant belongs to Lamiaceae family. Vegetative parts of this plant have essential oil and compounds with antioxidant and antibacterial properties which are used extensively in pharmaceutical, food and cosmetic industries. The use of biofertilizers such as vermicompost and Nitroxin could have beneficial effect on production of rosemary by increasing the production of plant growth hormones and the availability of macro and micro nutrients in growing media.

Materials and Methods: The effect of vermicompost and Nitroxin biofertilizers was investigated on growth, yield, the amounts of photosynthetic pigments, flavonoid, essential oil percentage and yield of rosemary. The experiment was based on a randomized complete block design with two factors, including vermicompost (0, 10, 20, 30 and 40% w/w) and Nitroxin (inoculated and non-inoculated with Nitroxin) with four replications. This research was done at Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, in 2012-2013. Uniform one-year old rooted rosemary cuttings were selected for this experiment. Before planting, rooted cuttings were treated in diluted Nitroxin solution in water (1:10) for 10 minutes. After planting, rosemary plants were fertilized twice by Nitroxin for every 45 days according to the producing company recommendation. During growth period, irrigation was done according to plants requirement. At the end of experiment, parameters such as plant height, shoot fresh and dry weight, root dry weight, chlorophyll a, total chlorophyll, leaf flavonoid and essential oil yield were measured. Data was analyzed using standard analysis of variance (ANOVA) using the general linear models procedure of SAS, (version 9.1; SAS Institute, Cary, N.C.). Differences among means were tested by least significant difference (LSD) ($p \leq 0.05$).

Results and Discussion: Obtained results showed that the application of different levels of vermicompost and Nitroxin inoculation and their interactions had significant effect on some rosemary morphological and physiological properties such as plant height, shoot fresh and dry weight, root dry weight, chlorophyll a, total chlorophyll, leaf flavonoid and essential oil yield. The interaction of vermicompost and Nitroxin were highly significant for shoot weight. The highest fresh weight (71.55g) for each plant were obtained from 40% vermicompost with Nitroxin inoculated treatment. The lowest fresh weight (45.62 g and 44.4g) belonged to 10% vermicompost and control treatments, respectively. Shoot dry weight yield was also affected by vermicompost with Nitroxin interaction and was highly significant. The highest dry weight (31.37 g) was obtained from 40% vermicompost with Nitroxin inoculated treatment while the lowest dry weight (18.68 g and 18.79 g) was observed in control and Nitroxin treatment, respectively. The amount of chlorophyll a and total chlorophyll were affected by vermicompost with Nitroxin interaction too. The highest amount of chlorophyll a (25.89 mg/g) was observed in 30% vermicompost treatment. The highest amount of chlorophyll b (2.13 and 1.81 mg/g) belonged to 20% and 30% vermicompost treatments, respectively and , the highest amount of total chlorophyll (27.7 mg/g) was measured in 20% vermicompost in combination with Nitroxin inoculated treatment. The highest amount of leaf flavonoid (6.25 mg/g) was determined in 10% vermicompost with Nitroxin inoculated treatment. The highest essential oil yield (0.263 and 0.272 g per plant) was obtained from 20% and 30% vermicomposts treatments, respectively. According to the presented results, amendment of growing media with vermicompost and Nitroxin inoculation significantly increased quantity and quality properties of rosemary.

Conclusions: The presented results showed that the use of vermicompost, and Nitroxin separately or in combination have positive effect on growth yield, pigments formation and essential oil yield of rosemary. The increased fresh and dry yield of rosemary in this study could be the result of optimum condition of growth media provided by vermicompost. The use of vermicompost increases water holding capacity and better ventilation environment for plant roots. In addition, the presence of vermicompost in growing media provides greater nutrient availability for plants and therefore increases plant fresh and dry yield. This greater nutrient availability could be due to increased microbial population and their activities in vermicompost- amended growth media.

Keywords: Biofertilizer, Essential oil yield, Flavonoid

1, 2 and 3- M.Sc. student and Assistant Professors, Horticulture Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

(*-Corresponding Author Email: v.chalavi@sanru.ac.ir)



Investigation on the Protective Role of Nitric Oxide in Reducing Damages Induced by Salinity Stress in *Calendula officinalis* L.

M. Jabbarzadeh^{1*} - A. Tehranifar² - J. Amiri³ - B. Abedy⁴

Received: 02-06-2014

Accepted: 06-01-2016

Introduction: Salinity is one of the most important environmental factors that regulates plant growth and development, and limits plant production. Researchers have shown that some plant growth regulators such as nitric oxide improve the plants resistance to environmental stresses such as heat, cold, drought and salinity. Sodium nitroprusside (SNP) commonly has been used as nitric oxide (NO) donor in plants. NO is a diffusible gaseous free radical. Low concentrations of NO inhibit the production of reactive oxygen species and protect plants against ROS damages. The aim of this study was to evaluate the role of SNP as NO donor on salt tolerance of *Calendula officinalis* and its effects on some morphological, physiological and biochemical characteristics of this plant.

Materials and Methods: In this study, the effects of salinity (0, 25, 50, 75 and 100 mM) and sodium nitroprusside (0.0, 0.25, 0.50 and 0.75 mM) on morphological and physiological characteristics of *Calendula officinalis* L. were investigated. Total leaf area and number of leaves were determined in the end of the experiment. Electrolyte leakage was used to assess membrane permeability. This procedure was based on Lutts *et al.*, 1995. Soluble sugars were extracted and estimated by the method of Irigoyen *et al.*, 1992. Chlorophyll a, b and carotenoid content were calculated from the absorbance of extract at 653, 666 and 470 nm using the formula of Dere *et al.*, 1998. Proline was extracted by the method of Bates *et al.*, 1973. DPPH radical-scavenging activity of sample was performed as described previously of Cleep *et al.*, 2012. The SAS software was used for the analysis of variance (ANOVA), comparisons with $P < 0.05$ were considered significantly different.

Results and Discussion: In this research NO can reduce the adverse effects of salt stress. When *Calendula* plants were grown under 100 mM NaCl without SNP application, total leaf area and number of leaves were at least compared to control and other treatments. The concentration of 0.25 and 0.5 mM SNP with 50 mM NaCl caused to increase the total leaf area and the number of leaves compared to control. This is possibly a cumulative impact generated by SNP through the regulation of exo- and endo- β -D-glucanase in the cell wall. These promoting effects of NO were evidenced by using NO-deficient mutants, where enzyme activity decreased and plant growth remained restricted. The exo- and endo- β -D-glucanase enzymes hydrolyze glycosidic linkages between glucose units within the cell wall to favor loosening and increase cell extensibility. Electrolyte leakage was increased by salt treatment, however 0.25 and 0.5 mM nitric oxide significantly decreased electrolyte leakage in 50 mM NaCl concentration under salt condition. We found that applied antioxidants, SNP (NO donor) had a protective effect on salt induced membrane damage. Soluble sugar content was increased by salt treatment, thus application of 0.5 and 0.75 mM SNP increased soluble sugar content compared to control. The mechanism of NO induced sugar synthesis still needs to be further explored. Chlorophyll a and b content were decreased with increasing NaCl concentration but carotenoid content was increased with increasing salt stress. Foliar application of SNP could increase chlorophyll a and b content in 50 mM NaCl. Salt stress significantly induced accumulation of proline in *Calendula* leaves and application of 0.25 and 0.5 mM of SNP significantly increased proline concentration under salt stress. High levels of accumulated proline enabled the plant to maintain turgor and thus water potential. The role of proline has been established as a compatible solute under stressful conditions. Our experimental data showed that the DPPH radical-scavenging activity was significantly increased after NaCl treatment. Treatment with 0.5 and 0.75 mM SNP resulted in a remarkable increasing in the activity of DPPH radical-scavenging until 50 mM NaCl. Increasing of DPPH radical scavenging activity in plants usually depends on the antioxidant metabolites. The stimulation of antioxidant capacity of NO might be attributed to induction of antioxidant metabolites synthesis. However, the effectiveness of NO is dependent on its time of application, stage of development at which NO application or stress is applied to plants, type of variety and

1, 2 and 4- MSc graduated, Professor and Assistant Professor of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

(*- Corresponding Author Email: Jabbarzadehmaryam214@yahoo.com)

4- Assistant Professor of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Orumieh, Iran

environmental conditions.

Conclusions: Our study demonstrated that NO can effectively protect *Calendula* seedlings from salt stress damage by enhancing DPPH radical scavenging activity, proline, chlorophyll content, soluble sugar and decreasing the electrolyte leakage. In morphological traits, the concentrations of 0.25 and 0.5mM SNP, in physiological traits 0.25, 0.5 and 0.75 mM and in biochemical traits 0.5 and 0.75 mM were effective under salt stress conditions.

Keywords: Proline, Reactive oxygen species, Sodium nitroprusside, Soluble sugars



Evaluating the Changes in Some Physical and Chemical Properties of Olive Fruit during Storage

R. Montaghemi Rad¹ - E. Ahmadi^{2*} - H. Sarikhani³

Received: 09-06-2014

Accepted: 06-01-2016

Introduction: The maintenance of the quality of fresh produce is still a major challenge for the consumers. The most important qualitative attributes contributing to the marketability of fresh fruit are appearance, color, texture, flavor, nutritional value and microbial safety. Storage conditions of product after harvest and storage duration are important factors with specific effect on products qualitative properties such as acidity, soluble solids materials, phenolic compounds and density. The amount of soluble solids materials is an important qualitative factor that is directly related to fruit quality and ripening. The existence of phenolic compounds, phenol absorption and changes in phenol in product has caused changes in color. Shape, size, arithmetic mean diameter, geometric mean diameter, mass, volume, density, and sphericity coefficient are some of the physical properties of products that are crucial to analyze the behavior of matter in the handling. Furthermore, adequate knowledge about the physical properties of the products is of high importance in machines design, transportation and processing of product.

Materials and Methods: In this study, two types of olives, which were bitter and sweetened with 1.5% NaOH before the storage, were collected and their physical properties (length, width, thickness, arithmetic and geometric mean diameter, sphericity coefficient, mass, volume, density and primary moisture) were evaluated. Then, to study the effect of storage duration, the sweetened olives were stored at two temperatures (25°C and 4°C temperature of the refrigerator) for 3 months, and during this period, sampling was performed at 10-day intervals and the amount of total acidity (TA was determined by diluting each 1 ml aliquot of strawberry juice in 10 ml distilled water and then titrated to pH 8.1 using 0.1 N NaOH), total soluble solids materials (TSS was determined by a handheld refractometer device and expressed as ° Brix), phenolic compounds and the density were measured. The study was carried out as factorial based on completely randomized design with two independent factors of temperature and storage time.

Results and Discussion: Results obtained for physical properties showed that the means of length, width and thickness in sweet olive were 9.72, 1.34 and 1.11% respectively higher than bitter type. Penetration and absorption of NaOH and processing methods of the product can be considered among the possible causes of this increase. Linear regression relations between physical properties for sweet and bitter olives showed that mass and volume of fruit are estimated accurately according to the main dimensions. The results of data variance analysis also showed that density and soluble solids materials were significantly affected by the main and interaction effects of the two factors at 1% probability level. Moreover, the main effect of storage time on total acidity and phenolic compounds was significant at 5% and 1% levels, respectively. With increasing storage time, density of sweet olive increased and soluble solids materials and phenolic compounds decreased. Acidity changes of olive during storage fluctuated, and an increase was found in the values of density and soluble solids materials along with the increase of storage temperature from 4°C to 25°C. With respect to density, the third month of storage showed higher increase compared to other months, and maximum value was reported for sweet olive in temperature of 25°C and 19th day. Increase of storage duration resulted in the reduction of moisture content, which in turn leads to the reduction of product volume and increase of density. The reduction found in acidity in the second and third months of storage resulted from maturation and ripening processes of the fruit. Organic acids are a source of energy, which are consumed in the time of metabolism increase and fruit ripening. Decrease in phenolic compounds also occurs as the result of phenol penetration from olive flesh into the water - salt solution.

1 And 2- MS.c Student and Associate Professor, Department of Biosystem Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University

(*- Corresponding Author Email: eahmadi@basu.ac.ir)

3- Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University

Conclusion: Results of this study showed that length, width, thickness, mass and volume of sweet olive were greater than bitter type, but, by contrast, sphericity coefficient was higher in bitter olive. Moreover, storage time, increase caused an increase in the density of sweet olive and decrease insoluble solids materials and phenolic compounds. There was fluctuation in acidity during different storage times. An increase was found in the values of density and soluble solids materials along with the increase in storage temperature from 4°C to 25°C.

Keywords: Acidity, Density, Phenolic compounds, Soluble solids materials



Impact of Potassium Foliar Application in Alleviating the Harmful Effects of Salinity in Spinach

A. H. Jalali¹- P. Jafari²

Received: 12-06-2014

Accepted: 02-06-2015

Introduction: Spinach is an important leafy vegetable in the cold season, and despite the fact that is considered as low-calorie food source contains significant amount of minerals such as iron, and vitamin A and C. According to the University of Utah 3.8 dS m⁻¹ is salinity tolerance threshold for the spinach and yield decrease that have been reported by 10%, 25% and 50% at 5.5, 7 and 8 dS m⁻¹ salinity. The necessity to supply adequate potassium has been demonstrated in salinity conditions. In salt stress conditions, foliar application of K in spinach, reduces the harmful effects of salt and increase the ratio of potassium to sodium (1.61 to 2.72). Foliar application of K with prevent of potassium transfer from root to shoot is causing continuation of photosynthesis and reduce the effects of salinity. Absorption of potassium from the leaves depends on the type of used compound. In this context, characteristics of plant (leaves with a waxy composition, duration of growth and leaf area) are important. 100 kg ha⁻¹ of potassium in salt stress conditions by reducing the absorption of sodium, increased salt tolerance on the sunflower.

Materials and Methods: In order to evaluate the foliar application of K on the yield and yield components of spinach in salt stress condition, a study was conducted in 2012 by using split plot randomized based on complete block design with four replications at Isfahan Agricultural and Natural Resources Research Station. Three levels of irrigation water salinity consisted of a control (2 dS m⁻¹), well water with salinity (4 dS m⁻¹) and well water with salinity (8dS m⁻¹) arranged in main plots and two levels of control and foliar applications of potassium fertilizer containing potassium oxide solubility in water (2.5 ml per liter) arranged in subplots. Statistical analysis was conducted by using SAS software and statistical tests were compared with Duncan at 5 percent.

Result and Discussions: The results showed that the yield of spinach with foliar application of K and 4 dS m⁻¹ salinity was equaled 35300 kg ha⁻¹ which had not significantly different from control treatment. Foliar application of K and 8 dS m⁻¹ salinity, and also 8 dS m⁻¹ salinity and without foliar potassium, had 20.2 and 38% yield reduction, respectively. In salinity 2.1, 4 and 8 dS m⁻¹ plants m⁻² were 40, 38.1 and 29.1, respectively. Leaf dry matter percent was improved with foliar application of K in 8 dS m⁻¹ salinity. Effect of potassium, as modulators of salt in spinach, by researches of Shannon and Greve (24) and Kaya et al (14) have also been emphasized. Spinach leaves number was from 11.4 to 16.7 in different treatments. Foliar application of K in 4 and 8 dS m⁻¹ salt treatment was increase in the number of leaves. This increased in treatment of 4 and 8 dS m⁻¹ was 15.3 and 28.9 percent, respectively. In both saline treatments of 4 and 8 dS m⁻¹, leaf length was positively affected by the application of potassium but in salinity 4 dS m⁻¹ (unlike the eight salinity dS m⁻¹) leaf width was not affected by the potassium spraying. The ability of plants to maintain intracellular potassium to sodium ratio leaves in certain extent is necessary for a salt tolerance. In fact, the application of potassium in salinity conditions by increasing the concentration of the K in organs is a kind of acclimation to the salt stress and activates repair mechanisms of the damage against of stress agent. The length of tail leaves in 4 dS m⁻¹ salt was not significantly affected by the spraying of potassium while in 8 dS m⁻¹ salinity, spraying potassium led to an increase of 28 percent in length of leaf tail. The effect of K application on the dry matter content in the 8 dS m⁻¹ salinity was statistically significant. Potassium is the most abundant cation-forming in many plants (typically more than 10% of dry weight) and less than 10 grams per kg⁻¹ of dry weight appear deficiency symptoms in most plants.

Conclusion: According to the results, in salinity conditions, the foliar application of K can be used as a factor to reduce the harmful effects of salinity. While the lack of fresh water for irrigation in arid and semi-arid crops has become a challenge, attention to the moderated mechanisms of the harmful effects of salt, is one of the approaches to face the challenges ahead.

Keywords: Dry matter percentage, Length of blade, Modulators of salt, Sodium, Leaf width

1 and 2- Assistant Professor, and Research trainer, Seed and Plant Improvement Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran
(*Corresponding Author Email: Peimanjafare@yahoo.com)



The Effect of Salinity Stress on the Growth, quantity and quality of Essential oil of Lavender (*Lavandula angustifolia* Miller)

S. Khorasaninejad^{1*} - H. Soltanloo² - J. Hadian³ - S. Atashi⁴

Received: 18-08-2014

Accepted: 05-10-2015

Introduction: Plants are usually exposed to different environmental stresses which limit their growth and productivity as well as cause considerable loss of worldwide agricultural production. One of the most important factors affecting plant and production of secondary metabolites is the salt stress. Salinity of soil or water is one of major stress, obstacles to increase production in plant growing areas throughout the world and especially in arid and semi-arid regions it can severely limit plant production. Iran is among the world's arid and semi-arid land, and faces water resources shortage and saline lands. According to the concept of sustainable development and role of Agriculture, using saline water and soil resources seems mandatory. Recently, medicinal and aromatic plants have received much attention in several fields such as agroalimentary, perfumes, pharmaceutical industries and natural cosmetic products. Although, secondary metabolites in the medicinal and aromatic plants were fundamentally produced by genetic processing, but, their biosynthesis are strongly influenced by environmental factors. It means that biotic and abiotic environmental factors affect growth parameter, essential oil yield and constituents. Abiotic environmental stresses, especially salinity and drought have the most effect on medicinal plant. Medicinal plants cultivation is one of ways to exploit these resources. Essential oils help to easier adapt to the environmental stress conditions. Also, essential oils are not constantly in the quantitative and qualitative terms. They are changing continuously, due to the requirements of the environment, and to individual survival. The different results were dedicated from the effect of salinity stress on the quantitative and qualitative parameters. Lavender (*Lavandula angustifolia* Miller) is a perennial woody medicinal plant that cultivated for its an essential oil in leafs and flowers. Major parts of Lavender produces essential oil are flowers and leaves.

Materials and Methods: This experiment was carried out using a randomized complete block design with three replications to study the effect of salinity stress on growth parameters, essential oil constituents and yield of Lavender (*Lavandula angustifolia*) at the Horticultural Sciences Department, Plant Product faculty, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University. Lavender plants were obtained from seed plantation. The seeds in this investigation were obtained from the Institution of Forests and Range researches in Tehran. After three weeks stratification (4°C) and germination, five plants were transplanted into similarized pots that were filled with perlite and cocopeat (2:1). Irrigation treatments with hydroponic solution were completed during germination until stage of 6-8 leaf. Then, five levels of salt stress, including 0, 25, 50, 75 and 100 mM NaCl levels were investigated during four months, applied in hydroponic. Length, shoot wet weight, root wet weight and root dry weight were measured at full flowering stage (after five months). The same time in order to evaluate percentage and composition essential oil, each plant were harvested and dried under room condition. After two weeks, Clevenger method was used to extract the essential oil from the plant foliage. The obtained essential oil were measured for calculating of essential oils percentage and then, analyzed by using GC/MS (Gas chromatography-mass spectrometry) for identification and quantification of the components. Statistical analysis of data was used with SAS software and charts preparing was done with Excel software. Mean comparison with LSD's test in 5 percent probability was used.

Results and Discussion: Results indicated that salinity stress motivated a significant influence in all of the growth parameters and essential oil yield and percent in $P < 0.05$. Increasing salt of the soil led to reduce in stem length, shoot wet weight, root wet weight and root dry weight and increase length of root and leaf essential oil percent at first, and then led to reduce these two parameters.

The highest values of the essential oil percent were obtained from second level of salinity. Also, it was

1and 4- Assistant Professor and Msc. of Horticultural Sciences Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

(*-Corresponding Author Email: khorasaninejad@gau.ac.ir)

2- Associate Professor of Plant Breeding and Biotechnology Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

3- Assistant Professor of Medicinal Plant Research Institute of Shahid Beheshti University, Iran

reported that salt stress had a significant effect on yield and percent of essential oil that was similar to our finding. This was reported that percent of essential oil in each plant and composition of essential oil changed. According to the results of this research, salinity treatment significantly increased essential oil percentage in *Lavandula angustifolia*.

Conclusion: The most important of leaf essential oil component is Borneol that was increased. So, the medium level of salinity stress caused to increase in percent and quality of lavender essential oil.

Keywords: Borneol, Growth parameters, GC-MS, Hydroponic, Medicinal plant



Sugars, Organic Acids and Phenolic Compounds in Shahani, Piarom and Deiry Date Palm

S. Rastegar^{1*} - M. Rahemi²

Received: 24-08-2014

Accepted: 06-01-2016

Introduction: The fruit of the date palm (*Phoenix dactylifera* L.) is a basic dietary component of people living in the arid and semiarid regions in the world. It has a significant economic and social contribution in peoples livelihoods of particular regions. Although Iran with an annual production of more than 1,000,000 tonnes (15% of total world production) is the second largest producer of dates in the world, little is known about the composition of different varieties and the physicochemical changes of fruit during development.

Materials and Methods: In this research different compounds such as moisture percent, protein, minerals, fructose and glucose, carotenoid, organic acid, phenolic compounds of piarom, Shahani and Deiry were studied. Three types of dates, including soft date (Shahani), semi-dry date (Piarom) and dry date (Deiry) varieties were used. Fruit collected at tamar stage. A Number of fruit samples were sorted, cleaned and packed in polyethylene bags and stored at 4 °C for physical and chemical analysis. Another fruit samples were immediately frozen and kept at -80 °C until biochemical determinations. Total soluble solids (TSS) percentages were determined using hand refractometer. The pH values were determined by using pH-meter. The developed color (Carotenoid) was measured at 470 nm length, using UV-VIS spectrophotometer (Varian Cary 50 Australia). The amounts of pigments were calculated according to Lichtenthaler and Wellburn (2007) method. Glucose and fructose were analyzed by high-performance anion exchange chromatography (HPAEC-PAD) method. Total phenols were determined using Folin-Ciocalteu reagents. The determination of flavonoids was performed according to the colorimetric assay of Kim. Soluble tannins were colorimetrically determined as described by Taira (2007). Moisture contents were estimated in accordance with the methods of the AOAC. Organic and phenolic acid contents were measured by HPLC. Trace metals analysis were carried out with atomic absorption spectrophotometer.

Results and Discussion: According to our results, Shahani, Piarom and Deiry (soft, semi-dry and dry cultivars, respectively) showed significant differences ($p < 0.05$) in most properties. Shahani had higher moisture (%) rather than Piarom (%) and Deiry (%) indicated these Iranian date varieties have moisture close to Saudi date cultivars (7.8% and 27.6%). However, these values are very different from those reported for the Moroccan dates (4% and 11.90%). Deiry had the highest proteins (7.3%) as compared to other cultivars. Analysis of variance showed a significant difference ($p < 0.05$) between the values of reducing sugars (glucose and fructose) for all studied dates cultivars. Shahani had the highest reducing sugar (63.8%) and showed significant differences in comparison to Piarom (%) and Deiry (%). There were no significant varietal differences in the fructose/glucose ratio ($p < 0.05$). The glucose content was higher than the fructose content in all varieties. Consequently, glucose to fructose ratios were >1 . The total phenols content considerably varied from 18 to 40 mg gallic acid equivalents/ 100 g FW of the sample. According our result, total phenolic contents of dry dates were significantly ($p < 0.05$) higher than those of soft dates. Among the studied varieties, Deiry had the highest amount of total phenolics as others reported dry cultivars have more phenols compared with soft cultivars. Deiry showed the highest and Shahani the lowest concentration of flavonoid and tannin content. Potassium was the most abundant mineral with a concentration of 1170–2440 mg/100 g. A little significant varietal difference was existed in iron, zinc, sodium and magnesium minerals ($p < 0.05$). Interestingly, all the cultivars were extremely low in sodium (126–134 mg/100 g). Our result fell more or less within the ranges reported by other researchers. Piarom has the highest organic acid compared with other cultivars.

Conclusions: This study provides an overview of the physico-chemical properties of date varieties. Our results showed that compounds and chemical compound variations mainly depended on the cultivar. Generally, It could be inferred from the present study that Iranian date palms would serve as an important source of mineral for human beings.

Keywords: Chromatography, Physico-Chemical properties, Reducing sugars, Trace minerals

1- Assistant professor of Horticulture, Hormozgan University, Hormozgan, Iran
(*-Corresponding Author Email: rastegarhort@gmail.com)

2-Professor of Horticulture, Shiraz University, Shiraz, Iran



The Effect of Different Cucurbit Rootstocks on Some Morphological and Physiological Traits of Cucumber (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus)

R. Mesgari^{*1}-T. Barzegar²- Z. Ghahremani³

Received: 06-09-2014

Accepted: 03-11-2015

Introduction: Cucumber is one of the most important vegetable crops for the local consumption and exportation. The use of grafted vegetable seedlings has been popular in many countries during recent years. Growing fruit-bearing vegetables, chiefly tomato, cucumber and watermelon through grafted seedlings become a widespread practice worldwide. Grafting is a valuable technique to avoid soil-borne diseases, provide biotic and abiotic stress tolerance, enhance nutrient uptake, optimize water use, and increase fruit yield and quality. Vegetable grafting is a new topic in Iran and there are a limited number of studies on grafted vegetable production. However, attention to grafting by researchers has recently increased. Suitable rootstocks should be identified and characterized for the effective utilization of grafting. The rootstock's vigorous root system increases the efficiency of water and nutrient absorption, and may also serve as a source of endogenous plant hormones, thus leading to increased growth and yield in addition to disease control. In the present study, we investigated the response of two *Cucurbita* sp. and an Iranian melon as rootstocks for cucumber.

Materials and methods: In order to study the effect of cucurbit rootstocks and grafting method on growth, yield and fruit quality of cucumber (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus), an experiment was conducted as a factorial design in the base of RCBD with three replications in the greenhouse and research farm, University of Zanjan. Treatments were included three rootstocks (*Cucurbita moschata* L., *Lagenaria siceraria* and *Cucumis melo* L.) and ungrafted plants (control) and two grafting method (hole insertion and splice grafting). Seeds were sown simultaneously in plastic pots. For obtaining the same stem diameter of scion and rootstocks, cucumber seeds were planted four days earlier than rootstocks seeds. The seedlings were grown in an environment-controlled greenhouse with 25/20 day/night temperatures. When seedlings reached the first true leaf stage (diameter of the leaf was about 2 cm) the grafting was performed. After grafting, grafted plants were transferred to a mist chamber for post-graft care (>95% RH, 27-30 °C) for 10 days, after which the relative humidity was reduced gradually for acclimatization. After 20 days of grafting, surviving grafted plants and ungrafted plants were transplanted to the field. Common agricultural practices like fertilizer application, insects and disease control were adopted. Vegetative growth, yield and fruit quality were measured. Data were analyzed using the SAS statistical program (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), and means were compared by Duncan's multiple range tests at the 5% probability level.

Results and Discussion : The result showed that rootstocks had a significant effect on growth indexes. Cucumber was grafted on *cucurbita moschata* L. rootstock had the highest stem length and leaf numbers, while, the lowest values of plant height, leaf area, leaf number and yield were recorded with grafted plant on melon rootstock. Fruit numbers were significantly influenced by rootstock. The highest fruit number per plant was observed in cucumber plants that were grafted on *cucurbita moschata* rootstock. The results of the study showed that cucumber grafting on suitable rootstocks had positive effects on the yield. But rootstock had no significant effects on fruit quality like flesh firmness and total soluble solid. The Soluble solid content of fruit was reported to decrease in tomato, cucumber and eggplant due to grafting. chlorophyll content of leaf showed significantly different between grafted and non-grafted plants. The highest amount of leaf area was obtained from non-grafted plants. Grafting methods had no significant difference in growth, yield and fruit quality. Nitrogen and potassium leaf contents of grafted cucumber and ungrafted plants had no significant difference. The interaction between rootstocks and grafting method had no significant effect on yield and the other growth indexes.

Conclusion: Our findings showed that vegetative growth and yield of cucumber were affected by grafting. On the basis of these results, *Cucurbita moschata* rootstock had the highest effect on growth and yield of cucumber. It may also be concluded that the grafting method had relatively same growth response. Although the cost of a grafted seedling is surely one of the main concerns of growers, especially since grafted seedling costs

1, 2 and 3- M.Sc. Student and Assistant Professors, Department of Horticultural Sciences, University of Zanjan, Respectively

(*-Corresponding Author Email: Ri.mesgari22@gmail.com)

from three to five times more than non-grafted seedling. However, investigation proved that, on-farm grafted cucumber transplant production can be successful and the results indicate that grafting of cucumber onto cucurbit rootstocks can increase on-farm net returns due to improve growth and yield.

Keywords: Fruit quality, Growth, Rootstock, Scion, Yield



Assessing The Effect of Carbon Dioxide on Physio-Morphological Traits of Bitter Olive (*Melia azedarach* Linn.) Under Greenhouse Conditions

P. Yousefvand^{1*} - A. Mosleh Arani² - A. Tabandeh Saravi³

Received: 09-09-2014

Accepted: 29-07-2015

Introduction: Climate change has great impact on global production of several major plants. Negative effects of increasing carbon dioxide concentration in the world, on the one hand, and positive effects of the gas on plants, on the other hand, are the most important reasons for investigating the gas effects on different plants. Many studies have been conducted to examine the effects of elevated CO₂ on plants during the past several decades. Carbon dioxide enrichment in greenhouses can be used as a mechanism for reducing production time, improving quality and increasing plant vigor. The world is facing an increase in the concentration of carbon dioxide in the coming years. The physiological responses of plant are affected by CO₂ concentration, among which changes in nitrogen, chlorophyll content, proline and soluble sugar have been observed in many studies. The significant changes in the levels of these characteristics are likely to cause marked effects on the entire metabolism of plant. Since the proteins of the Calvin cycle and thylakoid represent the majority of leaf nitrogen, chlorophyll content is the central part of the energy manifestation and can directly determine photosynthetic response and primary production. This study was aimed to investigate the effects of elevated concentration of CO₂ on some morphological and physiological traits of *Melia azedarach* under greenhouse conditions.

Materials and Methods: The experiment was conducted in a CO₂ – controlled glasshouse in a completely randomized design with three replications in Yazd University. The glasshouse consisted of three separate chambers with three CO₂ levels of control (450 ppm), 750 ppm, and 1100 ppm. The concentration of CO₂ within each chamber was monitored constantly three times a week. After two months, morphological characteristics such as diameter of the collar, height of stem, number of leaves, wet weight of shoots, root wet weight, wet matter biomass, dry weight of shoots, root dry weight, dry matter biomass, and physiological characteristics including proline content of leaves, soluble sugar of leaves, and chlorophyll content, total chlorophyll content, carotenoid, nitrogen, phosphorus, potassium and water content of leaves were measured. To analyze the data, normality was assessed using Kolmogorov-Smirnov test. Analysis of variance was performed to detect the difference between the different levels of treatment for all traits. Difference among treatments means were compared by using Duncan test. All the analyses were performed using SAS statistical software.

Results and Discussion: The results showed that CO₂ at the concentrations of 750 and 1100 ppm affected significantly all the measured morphological properties except for plant height, root dry weight and physiological traits such as proline, N, and leaves relative water content. However, CO₂ concentration of 750 ppm had the highest effect on the studied parameters, so that mean dry weight of shoot, dry matter biomass and proline increased up to more than three times, and shoots and roots wet weight and wet matter biomass increased up to more than two times compared to control. The greatest diameter of the collar and the amount of nitrogen were observed at 750 ppm concentration. Concentrations of 750 and 1100 ppm caused a significant increase in the number of leaves (up to two times) and the height of stem compared to control. The increase observed in morphological characteristics may be owing to photosynthesis stimulation during the experiment in CO₂-elevated chamber. Soluble sugar as an important product of photosynthesis increased but the differences were not significant. Soluble sugar may be used for synthesis of morphological characteristics.

Conclusion: Growth of *Melia azedarach* in elevated-CO₂ chamber strongly reacted to the increase in photosynthesis. Therefore, based on the results of this study, CO₂ elevation in glasshouse can be proposed for increasing the growth of plant. Considering the continued increase in CO₂ concentrations as a result of continued use of fossil fuels in the world, cultivation of *Melia azedarach* in urban areas seems an appropriate option. The results of the present study also showed that there is not generally a significant difference between CO₂ concentrations of 750 and 1100 ppm in *Melia azedarach*. Therefore, it can be concluded that CO₂ up to 750

1 and 3-M.Sc Student and Assistant Professor, Department of Forestry, Natural Resources Faculty, University of Yazd
(*-Corresponding Author Email: Parvaneh.yousefvand@yahoo.com)

2- Associate Professor, Department of Environment, Natural Resources Faculty, University of Yazd

ppm can cause a significant increase in the growth of this species, because no significant effect was observe between the two concentrations (750 and 1100 ppm) on growth factors.

Keywords: Carbon dioxide concentration, *Melia azedarach*, Morphological traits, Physiological traits



Effects of Foliar Application of Nano Zinc Chelate and Zinc Sulfate on Zinc Content, Pigments and Photosynthetic Indices of Holy Basil (*Ocimum sanctum*)

Z. Moghimipour¹ - M. Mahmoodi Sourestani^{2*} - N. Alemzadeh Ansari³

Received: 14-09-2014

Accepted: 09-08-2015

Introduction: Holy basil is a perennial plant belongs to Lamiaceae family. The plant is a perennial and thrives well in the hot and humid climate. Its aerial parts have been in use for food, pharmaceuticals, cosmetics and perfumery industries. Leaves contain 0.5-1.5% essential oil and main oil components are eugenol, methyl eugenol, carvacrol, methyl chavicol and ^{1,8-cineole}. A balanced fertilization program with macro and micronutrients is very important in producing high quality yield. Zinc is involved in IAA production, chlorophyll biosynthesis, carbon assimilation, saccharids accumulation, reactive oxygen radicals scavenging and finally carbon utilization in volatile oil biosynthesis.

Material and methods: In order to evaluate the effect on zinc foliar application on zinc content of leaves, photosynthetic indices and pigments of holy basil, an experiment was carried out in 2013 at a research farm of Horticultural Science, Shahid Chamran University (31°20'N latitude and 48°40'E longitude and 22.5 m mean sea level), Ahvaz (Iran), a region characterized by semi-dry climate. The experiment was arranged based on Randomized Complete Block Design (RCBD) with six treatments and three replications. The treatments were nano zinc chelate (0, 0.5, 1 and 1.5 g.l⁻¹) and zinc sulfate (1 and 1.5 g.l⁻¹) fertilizers. Land preparation includes disking and the formation of raising beds (15cm high and 45cm wide across the top) using a press-pan-type bed shaper. Holy basil seeds were sown on two rows on each bed, with 15 cm in-row and 40 cm between-row spacing. The plants were irrigated weekly as needed. Foliar application of zinc fertilizers was done at six-eight leaf stage and were repeated with interval 15 days until full bloom stage. Zinc content, stomata conductance (gs), CO₂ under stomata (Ci), transpiration rate (E), net photosynthesis (Pn), light use efficiency (LUE), water use efficiency (WUE) and also chlorophyll a, chlorophyll b, chlorophyll a+b and carotenoid contents were measured at beginning of flowering stage. Photosynthetic parameters were measured by Infra-red gas analyzer (LCA₄, ADC Co. Ltd., Hoddesdon, UK). Instantaneous water use efficiency (WUE_{inst}) was calculated as Pn/E ratio. Light use efficiency was calculated as Pn/PPFD ratio.

Result and discussion: The results showed that the effect of foliar application of zinc fertilizers on all measured traits except C_i and WUE was significant ($p \geq 0.01$). The highest values of zinc content (110.53 mg.kg⁻¹), chlorophyll a (0.99 mg.kg⁻¹ fresh weight), chlorophyll b (0.30 mg.kg⁻¹ fresh weight), chlorophyll a+b (1.29 mg.kg⁻¹ fresh weight) and carotenoid (0.18 mg.kg⁻¹ fresh weight) traits were obtained in plants sprayed with 1.5 g.l⁻¹ nano zinc chelate. The lowest amount of zinc content (21.37 mg.kg⁻¹), chlorophyll a (0.58 mg.kg⁻¹ fresh weight), chlorophyll b (0.14 mg.kg⁻¹ fresh weight), chlorophyll a+b (0.72 mg.kg⁻¹ fresh weight) and carotenoid (0.13 mg.kg⁻¹ fresh weight) traits were obtained in control plants. Foliar application of holy basil with 1.5 g.l⁻¹ nano zinc chelate led to increase in stomata conductance (322.22 mm H₂O.m⁻².s⁻¹), transpiration rate (2.86 mm H₂O.m⁻².s⁻¹), net photosynthesis (11.75 μm CO₂.m⁻².s⁻¹) and light use efficiency (6.10 μm CO₂. μm photon⁻¹). The minimum amount of stomata conductance (172.00 mm H₂O.m⁻².s⁻¹), transpiration rate (2.16 mm H₂O.m⁻².s⁻¹), net photosynthesis (8.23 μm CO₂.m⁻².s⁻¹) and light use efficiency (4.46 μm CO₂. μm photon⁻¹) were observed in control plants. There were positive correlation ($p \geq 0.01$) between zinc content and chlorophyll a, chlorophyll b, chlorophyll a+b and carotenoid. Zinc content also had positive and significant correlation ($p \geq 0.01$) with stomata conductance, CO₂ under stomata, transpiration rate, net photosynthesis and light use efficiency. So, providing zinc by foliar application with 1 and 1.5 g.l⁻¹ nano zinc chelate and 1.5 g.l⁻¹ zinc sulfate can lead to increase in chlorophyll and carotenoid contents. Increase in net photosynthesis may be due to higher photosynthesis pigments and also stomata conductance and CO₂ under stomata. In the other hand, zinc is an essential micronutrient that acts either as a metal component of various enzymes or as a functional, structural, or regulatory cofactor such as carbonic anhydrase, ribulose 1, 5-bisphosphate carboxylase/oxygenase and fructose-1, 6-bisphosphate, and is thus associated with saccharide metabolism and photosynthesis.

Conclusion: Although the highest amount of most measured traits was obtained in plants that treated with 1.5 g.l⁻¹ nano zinc chelate, there were no significant difference between 1 and 1.5 g.l⁻¹ nano zinc chelate and 1.5

1, 2 and 3-MSc student, Assistant Professor and Associated Professor of Horticultural Science Department, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran, respectively

(*-Corresponding Auothor Email: f_mahmoodi2000@yahoo.com)

g.l⁻¹ zinc sulfate treatments for zinc content, stomata conductance, CO₂ under stomata, transpiration rate, net photosynthesis, water use efficiency and light use efficiency. Therefore, in order to increase zinc content and photosynthetic traits of holy basil, foliar application of with 1.5 g.l⁻¹ zinc sulfate is recommended.

Keywords: Carotenoid, Chlorophyll, Holy basil, Net photosynthesis, Stomatal conductance



Effect of Application Potassium Nitrate and Azospirillum on Growth and Flowering of *Polianthes tuberoses* cv. Double

H. Ghasemi^{*1}- M. Rezaei²- H.R. Asghari³- H. Ghorbani-Ghujdi⁴

Received: 15-09-2014

Accepted: 08-06-2015

Introduction: Tuberose (*Polianthes tuberos*.Linn) is one of the ten best cut flowers in the world that mostly cultivated in greenhouse and field at the tropical and subtropical regions. Tuberose with attractive, elegant, fragrant and very aromatic flowers belongs to the *Agavacea* family and it is a native plant of Mexico. Tuberose needs light and fertile soil and prefers sunny places, also it is very sensitive to temperature fluctuation. In cold areas, it must be cultivated in the greenhouse. Temperature is the most important effective factor in vegetative growth and flowering in tuberose. The long day increases vegetative growth, flowering and earlier emergence of the first flowers. Fragrant tuberose needs good nutrition. Nitrogen and phosphorus are essential elements for growth and improves its growth and productivity. Several researches indicated that chemical fertilizer with nitrogen, phosphor and potassium elements can significantly increase flowering and bulb yield. Nitrogen can increase flower stalk height, spike length and stem diameter in tuberose. The microorganisms have a special role in plant nutrition. *Azospirillum* was known as an important nitrogen fixation microorganism which used to improve plant growth and increase yields in many of agronomic crops. *Azospirillum* is not only capable to nitrogen fixation, but also it can be having symbiotic relation with other fixation bacterium such as *Azotobacter*. With regard to the sufficient nutrient requirement of tuberose and low soil fertility in Iran, in this research, the effects of *Azospirillum* supplement and potassium nitrate on growth and flowering of tuberose were studied.

Materials and methods: The field experiments were carried out during the two successive seasons in spring and summer of 2012 at the faculty of agriculture, Shahrood University of Technology, Bastam (36.29°N latitude and 55°E longitude with an average altitude of 1366 Mt above mean sea level). A factorial experiment on the base of complete randomized block design was conducted with three replications on *Polianthes tuberos* Linn cv Dobell. The first factor was potassium nitrate at 0, 100 and 150 Kg/ha and the second factor was used (2%) and non-used of *Azospirillum*. In this way, before culturing tuberose bulbs, they were inoculated in solution with 20 g/lit of *Azospirillum*. Leaves number and dry and fresh weight of leaves were measured at starting of the reproductive growing stage. The fresh weigh was measured immediately after the harvest and the dry weight was measured after drying for 48h in oven at 70° C. After harvesting bulbs, the weight of total and main bulbs were measured by digital scales. Plant height and length of spike in plant were measured at full bloom stage with a ruler. Number of spike and florets per spike were counted at full open stage and the number of bullets was measured after harvesting. The diameters of inflorescence stem, floret and flower bud at the balloon stage and size of the bulb were recorded by electronic digital caliper. Leaf area was measured with Level gauge leaf (model Delta-t, made in England). The average of chlorophyll amount was measured by sampling of top, middle and the terminal leaves of four random plants in each plot with the Minolta SPAD 502 (made in Japan). Flowering percent was calculated with percent of flowering plants to total of plant. The data analysis was performed by statistical comparison of averages, using the LSD's (Least Significant Difference) multiple range test method with SAS 9.1 software.

Result and discussion: The results showed that leaf characteristics chlorophyll content, main bulb weight, bulb total weight, offset and bulblet numbers and leaf potassium content were significantly affect by potassium nitrate treatment. *Azospirillum* also significantly increased leaf wet weight, stem diameter and leaf potassium content. On the other hands, leaf wet weight, weight and diameter of main bulb, offset numbers, bulblet numbers and leaf potassium content were significantly affected by interaction effects of potassium nitrate and *Azospirillum* treatments. However other characteristics such as leave numbers, days to bolting, day number of bolting to flowering and flowering stem length were not significantly affected by any of fertilizer treatment. Almost all measuring traits, especially flowering characters were affected by 150 Kg/ha of potassium nitrate application and bulblet numbers was increased around 20 in this treatment.

Conclusion: Application of potassium nitrate in pollinates showed positive effects on vegetative and productive growth and leaf mineral content. Bulb yield and flowering percent were increased when potassium

1,2, 3 and 4- Graduated master of Horticultural science, Assistant professor Horticulture science, Associate professor of Agriculture science and M.phill Horticulture science, Shahrood University of Technology, Respectively
(* - Corresponding Author Email: hadighasemi_68@yahoo.com)

content increased. On the other hands, with regards to non-promising results of *Azosperillum*, it has a little effect on vegetative and productive traits.

keyword: Biological and chemical fertilizers, Ornamental plant and yield



Evaluation of Paclobutrazol Spraying on Salinity Hardiness of Peach- Almond Hybrid (GF₆₇₇) Rootstock

A. Amiri^{1*}- B. Baninasab²

Received: 15-10-2014

Accepted: 08-11-2015

Introduction: Salinity is a common abiotic stress that seriously affects crop production in some parts of the world, particularly in arid and semi-arid regions. The deleterious effects of salinity on plant growth are associated with low osmotic potential of soil solution (water stress), nutritional imbalance, specific ion effect (salt stress), or a combination of these factors. Paclobutrazol (PBZ), a member of the triazole plant growth inhibitor group, is a broad-spectrum gibberellin biosynthesis inhibitor. Triazoles have both fungal toxicity and plant growth regulatory effects. They also increase tolerance of various plant species to biotic and abiotic stresses, including fungal pathogens, drought, air pollutants, and low- and high-temperature stress. According to our knowledge, there are no reports on the effects of exogenous PBZ enhancing vegetative peach- almond hybrid (GF₆₇₇) rootstock tolerance to salt stress. Therefore, the objective of this work was the possibility test of this idea that PBZ application would protect GF₆₇₇ rootstock from damaging effects of salinity.

Materials and Methods: One-year-old rooted cuttings of GF₆₇₇ were grown in plastic pots in the research greenhouse of Agricultural College, Isfahan University of Technology of Iran. The minimum and maximum temperatures during the experiment period were 19 and 32°C, respectively. After cutting establishment (3 months), the plants were sprayed twice (with a 7 days interval) with 0 (control), 20 and 40 mg l⁻¹ PBZ to the point of run-off. One week after the second foliar application of PBZ, each plants was subjected to one of several salt stress treatments. The salt treatments (0, 25 and 50 mM NaCl) were applied to the pots intervals in 0.5 l of irrigation water. To avoid osmotic shock, the NaCl concentration was increased gradually. The layout was a 3×3 factorial experiment in a completely randomized design, with four replications. The experimental measurements were carried out 60 days after beginning the salt treatments.

Results and Discussion: The results showed that salt stress and application of PBZ significantly affected injury rating valve (IRV). The Injury rating value of plants was found to increase significantly as the salt concentration was raised. After exposure to salt stress those plants that did not receive PBZ exhibited higher symptoms of salt injury. There was a significant interaction between salinity and PBZ application. The lowest IRV in all NaCl concentrations observed when 20 mg l⁻¹ PBZ was applied. Salinity caused significant decrease leaf parameters so that the lowest means of leaf number (12.5) and leaf fresh weight (6.52 g) were recorded at 50 mM NaCl treatment, showing a 55.80% and 41.78% decrease compared with the control, respectively. The application of PBZ significantly increased leaf number, with the largest increase when 40 mg l⁻¹ PBZ was applied. The interaction between salinity and the application of PBZ showed that at 25 mM NaCl maximum value of leaf number was observed in plants after spraying with 40 mg l⁻¹ PBZ. Relative leaf chlorophyll (RLC) was not affected by salt stress. Application of PBZ significantly increased relative RLC value compared with the control, with the largest increase in RLC measured when 20 mg l⁻¹ PBZ was applied. The interaction between salinity and the application of PBZ showed that at 50 mM NaCl maximum value of RLC was observed in plants after spraying with 20 mg l⁻¹ PBZ. The proline content of leaves was significantly influenced by the salt stress and PBZ application, but not their interaction. Salinity stress, increased proline content in the leaves of salt-treated plants. At 50 mM NaCl, proline content was maximum compared to those of the controls and other salt levels. PBZ treatment increased proline content in leaves. The highest proline content was obtained from leaves of the plants treated with 40 mg l⁻¹ PBZ (55.62 μmol g⁻¹ FW), which was 39.18 % more than the control. Salt stress significantly reduced the relative water content (RWC) with maximum reduction observed in plants grown by 50 mM NaCl. Application of PBZ significantly increased RWC compared with the control, with the largest increasing in RWC at 20 mg l⁻¹ PBZ application. Leaf electrolyte leakage was affected by both salt stress and PBZ application. Salt stress significantly increased leaf electrolyte leakage, with a maximum increase observed in plants grown by 50 mM NaCl. The application of PBZ significantly decreased electrolyte leakage in leaf discs, with the largest decrease in leaf electrolyte leakage measured at 20 mg l⁻¹ PBZ application. There was a

1 and 2- MS.c Graduate Student and Associate Professor of Horticultural Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Respectively

(*-Corresponding Author Email: amiriazam23@yahoo.com)

significant interaction between salinity $\times$ PBZ concentrations. However, the greatest decreasing in leaf electrolyte leakage occurred at 40 mg l⁻¹ PBZ in non-saline condition. In this study, the correlation between vegetation and physiological parameters of GF₆₇₇ plants subjected to salt stress was analyzed. These correlations suggested that salt injury symptoms was negatively correlated with number and fresh weight of a leaf, RWC, RLC, but positively correlated with proline content and leaf electrolyte leakage.

Conclusions: in overall, this investigation revealed that salt stress had an inhibitory effect on the vegetative growth of GF₆₇₇ plants. The responses of GF₆₇₇ plants to the PBZ treatments suggest that the application of PBZ could partially increase the survival capacity of GF₆₇₇ plants and protect the plants against injuries such salt stress.

Keywords: Almond, Morphological and biochemical parameters, Triazole, Salt stress



Antibacterial Activities of *Kelussia odoratissima* and *Teucrium polium* Essential Oils in Combination with Synthetic Silver Nanoparticles against Food-borne Pathogens

M. Azizi^{1*}- M. Mashreghi²- F. Oroojalian³- N. Shahtahmasebi⁴

Received: 27-10-2014

Accepted: 30-09-2015

Introduction: Foods contaminated with pathogenic bacteria can cause gastrointestinal disease. Inappropriate use of antibiotics and non-compliance with the recommended dose of antibiotics have led to increased bacterial resistance, which further emphasizes the need for discovery; and use of natural compounds with antimicrobial properties may be suitable against multi-drug resistant bacteria. For this reason, pharmaceutical research has turned its attention to herbal products, looking for new leads to develop better drugs against multi-drug resistant microbial strains.

Material and Methods: Essential oils (EOs) of *Kelussia odoratissima* and *Teucrium polium* extracted by hydrodistillation. The oils and their colloidal preparations with silver nanoparticles were then subjected to microdilution technique using an ELISA reader to determine their minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) on *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella enterica* and *Pseudomonas aeruginosa*. In vitro assessment of combinations of antibacterial effects of EOs and SNPs were attempted by the modified dilution checkerboard technique. Briefly, the MIC of each EO alone and in combination with SNPs was determined. Then, the FIC_{Index} of the EOs and SNPs were calculated by summing the separate fractional inhibitory concentrations (FICs) of EOs and SNPs. With this method, synergistic activities are defined in a range of $FIC_{Index} \leq 0.9$, additive effects in a range $0.9 < FIC_{Index} < 1.1$ and antagonistic effects in a range $FIC_{Index} > 1.1$. Isobologram also used for the determination of interaction type between essential oils and silvernanoparticles.

Results and Discussion: The MIC of the *K. odoratissima* EO against *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* and *Listeria monocytogenes* (Gram positive bacteria) was between 0.31-1.25 mg/ml and was equal to the corresponding MBC. The most efficient antibacterial activity of the *K. odoratissima* EO was against *S. aureus*, with MIC=0.31 mg/ml, followed by *L. monocytogenes* and *B. cereus* with 0.62 and 1.25 mg/ml respectively.

The MIC of the *T. polium* EO against Gram positive bacteria were between 0.16-0.62 mg/ml. Similar to the *K. odoratissima* EO, the bacterium sensitive to the *T. polium* EO was *S. aureus*. The MBC evaluation of the *T. polium* EO against Gram positive bacteria showed that of the MBC is twice that of the MIC except in *Bacillus cereus*, whose MBC was equal to the MIC. In Gram negative bacteria the MIC of the EO was lower than with the Gram positive and determined as 0.31-1.25 mg/ml. *T. polium* EO has more potent antibacterial property at MIC of 0.16-1.25 mg/ml compared to *K. odoratissima* (MIC of 0.3-2.5 mg/ml) which may be linked to phenolic constituent of *T. polium* EO. This activity relates to the main constituents of *T. polium* EO, especially pinene, camphore, cadinene, caryophyllene and germacrene D in comparison to *K. odoratissima*, in which more than 68% of the EO were ligustilide and (Z)-3-butylidene-phthalide. The antibacterial activity of the silver nanoparticles was very high as the MIC in Gram positive bacteria determined 0.012-0.025 mg/ml, which was lower than the EOs tested in the experiment. SNPs' MIC against Gram negative bacteria measured between 0.006 and 0.012 mg/ml. In all the pathogenic bacteria the MBC of the SNPs were higher (two-fold) than the MIC. Although the exact mechanism of the bactericidal effect of SNPs has not yet been elucidated, many possible mechanisms have been proposed. The SNPs have efficient antibacterial activity due to their extremely large surface area, which provides better contact with microorganisms. SNPs get attached to the cell membrane and also penetrate inside the bacteria and disturb the permeability and respiration functions of the cell. The FIC_{index} showed the synergistic activity ($FIC < 0.9$) of the *K. odoratissima* EO with SNPs against *L. monocytogenes* (Gram positive) and *S. enterica* and *Ps. aeruginosa* (Gram negative). In *S. aureus*, *B. cereus* (Gram positive) and *E. coli* (Gram negative) additive activity ($0.9 > FIC > 1.1$) was recorded. In *T. polium* EOs there was synergistic activity ($FIC <$

1 - Professor, Department of Horticulture, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
(*-Corresponding Author Email: azizi@um.ac.ir)

2- Associate Professor, Department of Microbiology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

3- PhD, Department of Life Science Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran.

4- Associate Professor, Department of Physics, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

0.9) with SNPs against Gram negative bacteria and additive activity ($0.9 > \text{FIC}_i < 1.1$) against Gram positive bacteria when the EOs were used in combination with SNPs. There was no antagonistic activity between the Eos and SNP.

Conclusion: Synergism between EOs and SNPs was observed based on the calculated FICs. Colloidal suspension of silver nanoparticles with plant EOs revealed a pathogen-dependent synergistic and additive effect based on calculated fractional inhibitory concentration index (FIC_i). This finding points specifically to the potential use of colloidal suspension of EOs and SNPs in combating multidrug-resistant bacteria.

Keywords: Antibacterial activity, Essential oils, Silver nanoparticles, Synergism interaction



Investigation on Morphological and Physiological diversity of Iranian Watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) Accessions

A. Hajiali^{1*} - B. Zahedi² - R. Darvishzadeh³ - J. Abbaskohpayegani⁴

Received: 02-11-2014

Accepted: 02-06-2015

Introduction: Watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb) belongs to Cucurbita genus and Cucurbitaceae family. Some people know Watermelon native to India and other thought of it as native to African countries. The greatest diversity can be seen in West Africa, China and parts of India. Near East and Mediterranean countries are also good places to find relatives and ancestors of watermelon. Like all Cucurbita genus crops, Watermelon has a variety of flowers including base, male and female separately located on one slip. In terms of production at global level, China is located in the first place followed by America, Iran and the Republic of Korea, respectively.

Materials and Methods: In order to evaluate genetic diversity among Iranian watermelon landraces by morphological traits, 16 landraces along with two commercial watermelon cultivars were planted in completely randomized block design with three replications in Agricultural Research Center of Urmia in 2013.

Morphological markers can be an effective means to determine genetic relationships among cultivars and among selections used in watermelon breeding programs. 18 traits including cotyledon length, fruit length, fruit weight, fruit mass, fruit skin, rind thickness, flesh thickness, yield, seed length, seed width, weight of 100 seeds, vitamin C, pH, TSS, EC, chlorophyll content and plant length were assessed in the studied genotypes. During the fruit ripening, four fruits were selected randomly from each plot and according to the International Institute of Germplasm (IBPGR / IBGRI), solids content (TSS) was measured by using refractometer, pH by using pH meter, and fruit and seed weight by using digital scale. The amount of vitamin C (milligram per 100 grams) was measured using iodometry.

Results and Discussion: Results of variance analysis showed that there were significant differences among watermelon cultivars in terms of cotyledon length, fruit length, fruit weight, flesh weight, yield, seed length, seed width, seed weight, vitamin C, soluble solids and EC at the 1% level, while the level of significance with respect to skin weight, chlorophyll content and photosynthetic rate was 5%. The results also showed that there were not significant differences among the cultivars in terms of pH, skin and flesh thickness, and plant length, suggesting that there is no diversity among the masses. Based on the means comparison table, the highest fruit length (39 cm), fruit weight (8.03 kg), flesh weight (4.3 kg), skin weight (3.36 kg) and performance rate (24926 kg in hectare) were observed in Charleston Gray. Isfahan 808 mass showed the minimum fruit length (23.66 cm); Khorasan 806 mass had the least fruit weight (3.33 kg) and skin weight (1.8 kg); and East Azerbaijan 800 and Hamedan 817 masses showed the lowest fruit flesh weight (1.5 kg) and performance (13444 kg per hectare), respectively. The highest positive phenotypic correlation (0.968) was observed between fruit mass and fruit weight, while the highest negative correlation (-0.815) existed between TSS and seed length. The highest positive (0.987) and negative (-0.990) genetic correlation was found between fruit weight and fruit length, and between flesh thickness and photosynthesis, respectively. The greatest heritability was related to 100-seed weight, whereas minimum heritability was due to pH. The studied accessions were classified into three different groups by using Cluster analysis based on Ward method. Based on the interval table, the highest space rate was observed between groups one and three (8.985). The results also showed that the maximum expected heterosis obtained in crosses between genotypes one and three.

Conclusion: Based on the results of this research, improved varieties (Charleston Gray and Crimson Sweet) had the highest level of performance, TSS, fruit weight and flesh weight compared to the native masses.

Keywords: Breeding Watermelon, General heritability, Genetic correlation, Morphological traits

1, 2- Master Student and Assistant Professor of Productoin Plant, Department of Agriculture, Lorestan University
(*-Corresponding Author Email: ahmadhajali@yahoo.com)

3- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding Faculty, Agriculture Uromiya, Urmia University

4- Research scientist on Vegetables Crops Genetic Resources Department of Plant Genetics and Genetic Resource



Effects of Organic and Chemical Fertilizers on Leaf Yield, Essential Oil Content and Composition of Lemon Verbena (*Lippia citriodora* Kunth)

M.T. Ebadi¹ - M. Azizi² - F. Sefidkon³ – N. Ahmadi^{4*}

Received: 23-11-2014

Accepted: 25-02-2015

Introduction: Organic fertilizers with beneficial effects on soil structure and nutrient availability help maintain yield and quality, and they are less costly than synthetic fertilizers. Vermicompost and vermiwash are two organic fertilizers that they contain a biologically active mixture of bacteria, enzymes and phytohormones, also these organic fertilizers can supply the nutritional needs of plants. Lemon verbena (*Lippia citriodora* Kunth, Verbenaceae) is an evergreen perennial aromatic plant. The lemon-scented essential oil from the lemon verbena has been widely used for its digestive, relaxing, antimalarial and lemony flavor properties. In order to decrease the use of chemical fertilizers for reduction of environmental pollution, this research was undertaken to determine effects of vermicompost and vermiwash in comparison with chemical fertilizer on leaf yield, essential oil content and composition of lemon verbena.

Materials and Methods: A pot experiment based on a completely randomized design with six treatments and three replications on Lemon verbena was carried out in the experimental greenhouse of the Department of Horticulture Sciences, Tarbiat Modares University, 2012. Treatments consisted of 10, 20 and 30 % by volume of vermicompost and vermiwash (with an addition to irrigation in three steps, including: two weeks after the establishment of plants in pots, the appearing of branches and three weeks before harvest), complete fertilizer and control without any fertilizer. Each replication contained six pots and each pot contained one plant of Lemon verbena provided from Institute of Medicinal Plants, Karaj, therefore 108 pots were used in this experiment. The pots were filled up by a mixture contained 3/5 soil and 2/5 sand (v/v). After three months, plant aerial parts were harvested concomitantly at starting of the flowering stage. Aerial parts were dried at room temperature for 72 hours and dry weights of dried branches and leaves were measured. For isolation of essential oils, about 20 g of dried leaves (three replications of each treatment) was subjected to hydro-distillation for 2 h with a Clevenger apparatus. The extracted essential oils were dried over anhydrous sodium sulphate and then they analyzed by GC and GC/MS. The data were subjected to analysis of variance using SAS software and means compared with Duncan's multiple range test.

Results and Discussion: The results showed that differences between treated plants with organic fertilizers were not significant for aerial part yield, but leaf yield and essential oil content were affected by fertilizer type ($p < 0.05$). The maximum amount of leaf yield (7.73 g) and essential oil (1.1 %) was in using of 30 % vermicompost in the pots and the lowest (4.75 g and 0.8 %) belonged to the control treatment. Twenty-two compounds were identified in the essential oils and neral, geranial, limonene, 1, 8-cineole were the most important compounds of the essential oils. The highest amount of citral (54.9 %) obtained from the complete fertilizer treatment but the maximum amount of limonene and 1,8- cineol (respectively 7.4 and 8.8 %) determined in the treatment of using 30 % vermicompost in the pot. In survey of the groups of essential oil components, the maximum amount of monoterpene hydrocarbons and oxygenated monoterpenes (respectively 12.4 and 63.3 %) belonged to using 30 % vermicompost in the pot. It would be suggested that Vermicompost by improving the bacterial activity, water holding capacity and physical properties of the soil promotes growth of plants. Also vermicompost and vermiwash contain cytokinins, auxin, amino acid, vitamins and enzymes that they can promote growth factors and aerial parts yield. Essential oils are terpenoid compounds that they need NADPH and ATP for their biosynthesis in medicinal and aromatic plants and N and P are major elements for them. Vermicompost can increase the essential oils in plants with providing more N and P elements.

Conclusion: The application of organic fertilizers may help alleviate soil erosion and saline and sodium

1 & 4- PhD and Assistant Professor Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

(*-Corresponding Author Email: ahmadin@modares.ac.ir)

2- Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

problems as a result of excessive chemical fertilization. The results showed that vermicompost compared to vermiwash and chemical fertilizer had greater impact on yield and essential oil content of lemon verbena. Vermicompost also has a positive impact on the major components of the essential oil and the highest level of monoterpene hydrocarbons and oxygenated monoterpenes belonged to this treatment. According to the results, it seems that the application of vermicompost is an ideal alternative for chemical fertilizers in organic farming of Lemon verbena with high quantity and quality of active substances.

Keywords: Citral, Medicinal plant, Vermicompost, Vermiwash



Effect of Irrigation CutOff on Flowering Stage and Foliar Application of Spermidine on Some Quantitative and Qualitative Characteristics of Various Ecotypes of Cumin

S. Bakhtari¹- Gh.R. Khajoei Nejad²- Gh. Mohamadi Nejad³- R. Moradi^{4*}

Received: 17-12-2014

Accepted: 31-10-2015

Introduction: Medicinal plants play major roles in human health. . Cumin (*Cuminum cyminum* L.) is an annual plant that commonly cultivated in arid and semiarid regions of Iran. The crop has a wide range of uses including medicinal, cosmetic and food industry. Cumin occupies about 26% of the total area devoted to medicinal plants in Iran. However, cumin is seriously affected by the Fusarium wilt and blight diseases. The diseases usually increase under warm and wet conditions. It was demonstrated that the peak of the disease incidence is occurring at the flowering stage and irrigation cutoff at this time may be reduced the diseases density.

Materials and methods: In order to evaluate the effects of irrigation cutoff in flowering stage and foliar application of spermidine on some characteristics of various ecotype of cumin, an experiment was conducted in a split-split-plot arrangement in randomized complete block design with three replications at the research farm of Shahid Bahonar University of Kerman at 2014. The experimental treatments were irrigation in two levels (complete irrigation and cutoff the irrigation in flowering stage) assigned to main plots, foliar application of spermidine in three levels (0, 1 and 2 Mm) as a subplot and cumin ecotypes in three levels (Kerman, Khorasan and Esfahan) that was randomized in sub-subplot. Plots size under the trial was 4 m × 3 m so as to get 50 cm inter row spacing in six rows. The ideal density of the crops was considered as 120 plant m⁻². As soon as the seeds were sown, irrigation was applied every 10 days. Foliar application of spermidine was done at three stages (after thinning, before flowering stage and in the middle of flowering stage). No herbicides and chemical fertilizers were applied during the experiments.

Results and discussion: In this study the number of branches, umbels per plant, 1000-seed weight, seed yield per plant and hectare, harvest index, essential oil percentage and yield, infected plants and proline contents were assessed. The results showed that irrigation treatment had a significant effect on all the studied traits except number of branches and umbels per plant. The irrigation cutoff at flowering stage caused a significant increase in seeds per umbel, infected plants and seed yield per plant and hectare Whereas harvest index, essential oil percentage and yield and proline contents were higher in irrigation cutoff treatment compared to completely irrigated treatment. The value of decrease in seed yield per hectare as affected by irrigation cutoff was so lower than that per plant; because more infected plants were observed in completely irrigated treatment in comparison with cutoff irrigated treatment. Decreasing the value of the seed yield per plant and hectare affected by irrigation cut-off were 58 and 15%, respectively. Proline contents in irrigation cut-off treatment were about two times more than completely irrigated treatment. Khorasan and Kerman ecotypes had higher value in comparison with Esfahan in all studied traits.. Seed yield per hectare for Kerman, Khorasan and Esfahan ecotypes were 525, 306 and 525 kg, respectively. The highest essential oil yield (14.92 kg ha⁻¹) was gained in 1 Mm spermidine for Khorasan ecotype and the lowest (6.87 kg ha⁻¹) was observed in 0 Mm spermidine for Esfahan ecotype. There was no significant difference between foliar application levels in terms of the studied traits such as....

Conclusion: Irrigation cutoff at flowering stage caused a significant increase in seeds per umbel, infected plants and seed yield per plant and hectare Whereas harvest index, essential oil percentage and yield and proline contents were higher in irrigation cutoff treatment compared to completely irrigated treatment. Khorasan and Kerman ecotypes achieved higher potential for cultivation in Kerman climate condition compared to Esfahan ecotype.

Key words: Essential oil, Drought stress, Medicinal plants, Poly-amine, Proline

1, 2 and 3- MSc Student, Assistant Professor and Associate Professor, Department of Agronomy, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran

4- Assistant Professor, Department of Plant Productions, Agricultural Faculty of Bardsir, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran

(*- Corresponding Author Email: r.moradi@uk.ac.ir)



Role of Brassinosteroid on Qualitative Characteristics Improvement of Strawberry Fruit cv. Paros

S. Mohammadrezakhani^{1*} - Z. Pakkish² – S. Rafeii³

Received: 27-12-2014

Accepted: 02-02-2016

Introduction: Recently, strawberry growers have been mostly interested in growing cultivars for the fresh market because of its profitability, but on the other hand it requires more complicated technologies and well-educated workers. High quality of the fruit for the fresh market is an important factor attracts customers and determines their choice and prices. Fruit production cost for the fresh market needs to be calculated and efficient methods and technologies also should be taken into consideration. New environmentally friendly mineral-organic fertilizers can improve fruit quality and yield of dessert strawberry cultivars. The desired effects was obtained through the activity of fertilizer's components, which very often belong to different groups of natural hormones, elicitors, vitamins, flavonoids, amino acids, etc. Numerous breeding programs have been aimed at improving strawberry taste and disease resistance. Three major components of fruit organoleptic quality are flavor, sweetness, and acidity. Several studies have been devoted to strawberry aroma. Fruit with intense flavor also have high titratable acidity and high soluble solids. Numerous studies have addressed strawberry sweetness and acidity. Fruit soluble solids, sugars, titratable acidity, and organic acids at maturity are quantitatively inherited. Moreover, there appears to be genetic variations for these fruit quality traits. Numerous biochemical changes are observed during strawberry development and especially during fruit ripening. The major soluble constituents of maturing and ripe strawberries are soluble sugars and organic acids. The major soluble sugars in strawberries are glucose, fructose, and sucrose. The major organic acid is citric acid. This acid contributes greatly to fruit titratable acidity, which declines gradually during fruit development. The sugar/ organic acid ratio is a major parameter of strawberry taste. Brassinosteroids (BRs) are a class of poly hydroxyl steroids, which have been recognized as a class of plant hormones. These were first explored when Mitchell et al. (1970) reported that cell division and elongation were promoted by the treatment of organic extracts of rape (*Brassica napus* L.) pollen. Brassinolide (BL) was the first isolated brassinosteroid when Michael et al. (1979) isolated the biologically active molecule. Researches showed that brassinosteroids are essential for many physiological functions in plants, however little is known concerning where and when they are synthesized. In young tomato seedlings BR synthesis activity was observed mainly in apical and root tissues undergoing expansion. In flowers, synthesis activity was observed in the pedicel joints and ovaries, whereas in the fruits it was strongest during early seed development and was associated with the locular jelly and seeds. Quantitative measurements of endogenous BR indicated intense biosynthesis in developing tomato fruits, which were also found to contain high amounts of brassinolide. Moreover, brassinosteroids stimulate cell elongation and cell division, and BR has a specific effect of differentiation. Underling physiological pathways include modification of cell wall properties, effects on carbohydrate assimilation, allocation, and control of aquaporin activities. Brassinosteroids apparently coordinates and integrates diverse processes required for growth, partly via interactions with phytohormones setting the frame for BR responses. The aim of present study was investigation of the role of brassinosteroid on qualitative characteristics improvement of strawberry fruit.

Materials and Methods: In this research the effect of different concentrations (0, 0.25, 0.50, 0.75 and 1 mg l⁻¹) of brassinosteroid spray at different stages of strawberry growth (30 days after planting, first blooming, green fruit, and pink fruit) on some qualitative characteristics of the strawberry Paros cultivar was considered. This experiment was conducted as factorial on a randomized complete block design with 4 replications in greenhouse conditions. Parameters such as total soluble solid, inducing sugar, titratable acidity, anthocyanin, phenol, fruit dry weight, fruit water and vitamin C were measured after....

Results and Discussion: Results showed treated plants by brassinosteroid, compared to control, improved fruit qualitative characteristics. So, brassinosteroid application increased total soluble solid, inducing sugar, titratable acidity, anthocyanin, phenol, dry weight, vitamin C. The best effective treatment and the best spraying

1 -Student of Ph.D. Department of Horticultural Sciences, Tabriz University, Azarbaijan Sharghi, Iran

(*-Corresponding Author Email: smohammadrezakhani@yahoo.com)

2, 3- Assistant Professor and Master of Science (M Sc.) Student of Department of Horticultural Sciences, Shahid Bahonar University

time was brassinosteroid at 1 mg l^{-1} in pink fruit stage, respectively for qualitative characteristics improvement. Because, Brassinosteroid growth induced has been related to increase in RNA and DNA content, polymerase activity, protein synthesis carbohydrate fraction, reducing sugars, non-reducing sugars and starch. The yield increase in fruit trees may be related to improvement in the assimilation efficiency of photosynthetic carbon of the sprayed trees. The brassinosteroid application in wheat and mustard plants stimulated photosynthetic activity expressed by acceleration in CO_2 fixing, increase protein biosynthesis and in mustard, increased photosynthetic rates that were directly related to growth and seed production. In accordance, researchers explained that BRs have been shown to enhance tracheary element differentiation, stimulate membrane hyperpolarization and ATPase activity, promote ethylene biothynsesis, control microtubule orientation and alter the mechanical properties of cell walls. In addition, brassinosteroid treatment greatly stimulated accumulation of photosynthates in the treated internode. This suggests a possible mobilization role for BR in the intact plant. As well as, in persimmon, grapevine and citrus, reported that BR compound showed, the practical effects for fruit setting. While, showed that brassinolide increased fruit weight and sugar content of oranges. In passion fruit orchards, brassinosteroid increased fruit number of plant and in turn yield per hectare and soluble solids content was 1° Brix greater than the control.

Conclusions: From this study, it is evident that the application of plant biostimulants such as brassinosteroid significantly improved qualitative characteristics. So, brassinosteroid application increased total soluble solid, inducing sugar, titrable acidity, anthocyanin, phenol, dry weight, vitamin C and effective treatment and best spraying was brassinosteroid at 1 mg l^{-1} at pink fruit stage for qualitative characteristics improvement.

Keywords: Anthocyanin, Total soluble solid, Vitamin C



The Effect of Reduced application of Water and Nitrogen on Growth Management of mixed Turf-Grass

A. Khandan Mirkohi^{1*} -N. Baie² -E. Hadavi³

Received: 20-01-2015

Accepted: 29-08-2015

Introduction: Regular watering and application of nitrogenous fertilizers in turf-grasses is a conventional operation, especially in warm and dry or semi-dry climates, which are common in many parts of Iran. Nitrogen is a mobile nutrient in soil or substrates, especially in the form of nitrate. Nitrate leaching due to the regular watering has been reported in many sources. The managing nitrogen application can help to minimize the loss of this element regarding the ability of soil-plant system. Attempts have been made to control the growth of turf-grass using various types of chemicals, but similar to the concerns associated with the consumption of nitrogenous fertilizers, this is also concerned with environmental pollutions. Therefore, the growth of turf grasses can be controlled without using chemicals and by limiting the use of nitrogen and managing the irrigation. The purposes of this study were to limit the application of nitrogen in order to control vegetative growth of the turf grass and maintain its visual quality, and to manage irrigation in order to preserve this mobile element (nitrogen) near the root system and prevent its leaching.

Materials and Methods: The effects of reduced water and nitrogen supply on the control of vegetative growth of turf grasses, commonly named as sport turf, were evaluated. Therefore, an experiment was designed in a factorial based on randomized complete block design with three replications. Mixed seeds of sport turf grass were planted with the density of 40 g m⁻² in boxes, which placed at the depth of 30 cm and leveled with sandy loam soil in mid-spring. Nitrogen was applied as ammonium nitrate via fertigation in five levels of 0, 0.5, 1, 1.5 and 2 mg m⁻² month⁻¹, and irrigation treatments performed at four levels of 100%, 80%, 60 % and 40% of field capacity. Watering was done every two days for 5 months during the warm season of the year after the first mowing on June 2013. Some traits such as plant height, fresh and dry weight, density, color and quality, and chlorophyll and proline contents were evaluated during growth period or at the end of the experiment. The data were subjected to an analysis of variance (SAS, 1996), and differences among the treatments were compared using Duncan's multiple range test at 95% probability level.

Results and Discussion: The results showed that decrease in nitrogen level up to 0.5 g did not significantly change density index, while the index showed a significant reduction in treatment containing zero nitrogen application and the lowest irrigation regime (40% of the field capacity). Quality and color of the turf grass had no significant correlation with nitrogen treatment, while the factor was significantly decreased when irrigation regime of 40% of the field capacity was applied. It was determined that although color of the turf grass was greener with lower levels of water, a good color was found with high level of non-organic fertilizer at the time that the amount of nitrogen leaching was also limited. Therefore, regardless of the different nitrogen levels applied, quality and color indices were the lowest when irrigation at 40% of field capacity was applied. Limiting the level of nitrogen up to 0.5 gram and irrigation up to 60% of field capacity was desirable to control and reduce the height of turf grass. Reduction in water level up to 80% of field capacity caused no significant changes in fresh weight, but a significant decrease was resulted with the reduction of water consumption up to 60% of field capacity. The maximum fresh weight was found with 1.5 grams nitrogen. However, reducing nitrogen level up to 0.5 gram did not bring about significant changes in this trait. Dry weight also followed the same pattern as fresh weight. Although reduction in the level of applied nitrogen did not reduce the height, it caused a significant reduction in fresh and dry weight of the turf grass. The highest chlorophyll content was found when 2 grams of nitrogen and irrigation regime of 40% of field capacity were used. Regardless of the nitrogen level, the highest chlorophyll content was found in irrigation of 40% of field capacity, while the lowest amount was observed in the treatment containing irrigation at 100 and 80% of field capacity. Plants were dark green in 40% of field capacity. Proline content showed increase along with the decrease in irrigation as well as nitrogen levels.

Conclusion: Plant height, fresh and dry weight, chlorophyll and proline contents were significantly affected

1-Assistant Professor, Department of Horticulture Sciences, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(*Corresponding Author Email: khandan.mirkohi@ut.ac.ir)

2 and 3- Former M.Sc. Student and Assistant Professor of Department of Horticulture, Islamic Azad University, Karaj Branch, Iran.

by limiting the use of nitrogen and water, but density and quality indices were not significantly influenced. Regardless of the nitrogen levels applied, quality and color traits were the lowest only in irrigation regime of 40% of field capacity. Therefore, it was concluded that reduction of nitrogen supply to $1 \text{ mg m}^{-2} \text{ month}^{-1}$ and irrigation regime up to 60% of field capacity could result in the reduction of vegetative growth of turf grass, while quality traits were not affected negatively.

Keywords: Ammonium nitrate, Field capacity, Growth rate, Landscape, Quality



The Effect of Paclobutrazol on Morphological, Physiological and Gas Exchange Charactersitics of Pear (*Pyrus communis* cv. Shah Mive) under Different Irrigation Regimes

T. Javadi¹

Received: 25-01-2015

Accepted: 28-11-2015

Introduction: Drought is a major environmental stress that affects agricultural systems and induces several physiological, biochemical and molecular responses in plants. Drought inhibits the plant photosynthesis causing changes of chlorophyll contents, damage the photosynthetic apparatus and decreases plant growth and development. Generally, the environmental stresses, especially drought stress, give rise to accumulation of soluble carbohydrates, proline and free amino acids as well as antioxidant compounds. Triazoles are the active ingredient of fungicides (propiconazole, penconazole, epixiconazole) and some growth regulators. The fungicidal properties of triazoles depend on inhibition of the C4-demethylase reactions in sterol biosynthesis of fungi. However, triazole-based fungicides induce a suite of morphological and physiological adaptations and allow plants to tolerate a broad range of environmental stresses including drought, herbicide treatment and elevated temperatures. The growth inhibitor paclobutrazol (PBZ) is a triazole and has been reported to protect plants against several environmental stresses, i.e. drought, low and high temperature. The purpose of this study was to evaluate the effect of palobutrazol on vegetative, physiological and gas exchange characteristics of pear (*Pyrus communis* cv. ShahMive) under different irrigation regimes.

Materials and Methods: In March, 2011, 1-year-old pear (*Pyrus communis* cv. ShahMive) saplings 80 ± 2 cm high were planted in 20-l plastic pots filled with loamy sand soil (8% clay, 15% silt, 77% Sand) in experimental greenhouse. Paclobutrazol was added to soil at the same time with sapling cultivation at rates of 0, 0.15 and 0.3 g active ingredient per pot. PBZ was diluted in 500 ml distilled water and solution applied to the soil at the base of the saplings on pots. The control saplings were treated with distilled water of equal volume. Vegetative (stem growth, stem diameter, leaf number, shoot dry weight, root dry weight and plant dry weight), physiological and biochemical (leaf relative water content (RWC), total soluble sugar(TSS), proline and membrane stability index (MSI)) and gas exchange (Photosynthetic rate, sub-stomatal CO_2 , stomata conductance (g_s) and transpiration) characteristics were measured.

Results and Discussion: The results showed that paclobutrazol treatments had significant effect on growth parameters, except root dry weight. Paclobutrazol significantly reduced stem height and stem diameter increment, mean leaf area, shoot dry weight and whole plant dry weight. Root: shoot ratio was increased in paclobutrazol-treated saplings. No significant differences in any characteristic were found between 0.15 and 0.3 g active ingredient PBZ per pot for growth parameter. Waters stress decreased leaf relative water content (RWC), photosynthetic rate, stomatal conductance and transpiration rate, membrane stability index and chlorophyll content and increased leaf proline content, total soluble sugar and sub-stomatal CO_2 . Significant interaction between PBZ and irrigation regimes was seen for RWC, proline and sub-stomatal CO_2 . PBZ-treated saplings had higher RWC than untreated ones. The effects of treatments on physiological and gas exchange traits were significant. RWC was high in all non-water-stressed (with or without paclobutrazol) treatments and decreased in water stressed treatments. It was higher in PBZ-treated than PBZ-untreated treatments in similar water stress condition. But there was not significant differences between 0.15 and 0.3 g PBZ in a given water stress condition. For example, RWC was 89.76 and 85.56 percent in -0.4 MPa water stress plus 0.15 and 0.3 gr PBZ treatments, respectively. The results showed that leaf proline content was increased under water stress condition. Leaf proline content of the PBZ-untreated sapling, subjected to water stress increased to 32.13 and $61.82 \mu\text{mol.gr}^{-1}\text{DW}$ in -0.4 and -0.8 MPa water stress conditions, respectively. The PBZ-treated saplings accumulated less proline content than the PBZ-untreated ones. The highest proline concentration was founded in PBZ-untreated and -0.8 MPa water stress treatment. TSS was decreased in water stress treatments. TSS

1 -Assistance Professor of pomology, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

(* -Corresponding Author Email: tjavadi@uok.ac.ir)

concentration was increased in water stress treatments. The highest TSS concentration was founded in PBZ-treated and untreated -0.8 MPa water stress treatments. PBZ- treated saplings had more TSS than untreated ones in -0.4 MPa treatments. Water stress was decreased leaf chlorophyll (a, b and total) content of saplings. PBZ-treated saplings had higher leaf chlorophyll content than PBZ-untreated ones in non-water stress treatments. The interaction of PBZ treatment and water stress moderated the negative effect of water stress on the chlorophyll b and total chlorophyll.

Conclusions: Generally, the results showed that PBZ allowed plants to tolerate water stress by morphological and physiological traits modification. On the other hand, paclobutrazol stimulated a more efficient stomatal regulation, which affected photosynthesis, but permitted significantly better levels of water status in treated plants.

Keywords: Photosynthesis, Plant growth retardant, Vegetative traits, Water stress



Effect of Gibberellic Acid under Deficit Irrigation on Physicochemical and Shelf Life Attributes of Pomegranate Fruit (cv. Shahvar)

Y. Selahvarzi¹- Z. Zamani^{2*}- A.R. Talaie³- M.R. Fattahi Moghaddam⁴

Received: 07-07-2015

Accepted: 06-10-2015

Introduction: Pomegranate (*Punica granatum* L.) belongs to the family of Punicaceae and is native to subtropical regions of Iran and adapted to arid or semi-arid climates with mild winters. Limited water resources in subtropical regions as well as long flowering period habit of the fruit tree are considered two major problems making fruit production management difficult. Pomegranate is fairly drought tolerant but requires regular irrigation to produce fruit with high yield and weight. Large parts of Iran within the boundaries of central deserts (Dasht-e-kavir and Kavir-e-Loot) have arid or semi-arid conditions which are suitable for pomegranate production. However, drought crisis and water resources restriction are very serious in these areas.

Materials and Methods: This experiment was conducted on 7-year old pomegranate cv. *Shahvar* from 2013 to 2014 in Torbat-e-Heydarieh, Razavi Khorasan province, Iran. Irrigation treatments and Gibberellic acid application were used in a Completely Randomized Split-Plot Design with four replications. Irrigation treatments included [1-control: 100% of estimated crop evapotranspiration (Etc) 2-Sustained deficit irrigation (SDI): watering was constantly used at Etc50%, and 3-Regulated deficit irrigation (RDI): no watering was imposed until fruit set and then irrigation was applied the same as control]. Foliar application of Gibberellic acid was done with two concentrations (0 and 150 ppm) at early May and September. Precipitation and pan evaporation (Ep) were recorded by weather station located at 15 km distance from the studied orchard. Daily crop reference evapotranspiration (ET_o) was estimated by Penman-Monteith equation. Trees were drip-irrigated by two lateral lines parallel to the trees row and four emitters, each delivers 4 liters per hour. Fruit weight and numbers, tree production (yield), peel, arils and juice percent and finally fruit cracking of each treatment were determined at ordinary harvest time in late of October. Some uniform and intact fruits per treatment were transferred to cold storage (T= 5 °C, RH= 85-90%). After storage period, the fruits were transferred to shelf life conditions (7 days at 20 °C and RH= 65-70%), and physiochemical traits at 2 different storage periods (9 and 18 weeks) were evaluated. Weight loss and chilling index were determined during 3-week intervals of storage. Weight loss was evaluated by using gravimetric method and the results were expressed as percentage of initial fresh weight. Chilling index was quantified by 5 point scale of fruit husk injury: (1: without disorder, 2: slight disorder signs 3: moderate signs 4: severe signs and 5: unmarketable).

Results and Discussion: In the present research, the effects of deficit irrigation treatments on all the measured attributes were significant at harvest time ($p \leq 0.01$), but Gibberellic acid spray had significant effect only on fruit weight, juice percentage and fruit cracking disorder. Likewise, deficit irrigation and Gibberellic acid interaction showed significant difference for fruit weight and cracking disorder. The results indicated that fruit weight, total yield and fruit juice in regulated deficit irrigation increased by 39.6, 17.1 and 16.6%, respectively, in compare is on with control. Fruit numbers in control trees (108.3) were higher than sustained (93.6) and regulated (87) deficit irrigation treatments. It is possible that sustained (SDI) and regulated (RDI) deficit irrigations decreased sprouting growth and consequently second or third waves of pomegranate flowers forming on these shoots. Pomegranate peel percentage in the studied deficit irrigation strategies was less than control and therefore aril percentage was higher in these treatments. In other hand, the highest fruit cracking (9.1%) and lowest fruit weight (205.8 g) were found in sustained deficit irrigation. However, Gibberellic acid application could increase fruit weight and alleviate cracking disorder. The results of cold storage experiment showed that maturity index, antioxidant activity, total anthocyanin and chilling index were improved by sustained deficit irrigation. Ripening index showed variations during cold storage because of sugar conversion, not the changes of organic acids content. Indeed, the rate of starch degradation to simple carbohydrates in fruits increased under drought conditions. Probably drought in deficit irrigation treatments as an oxidative stress motivates antioxidant system and consequently increases chilling resistance in pomegranate fruits. Preharvest application of Gibberellic acid reduced weight loss and increased total anthocyanin and antioxidant

1, 2, 3, 4- Ph.D. student, Professors and Associate Professor, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Respectively

(*- Corresponding Author Email: zzamani@ut.ac.ir)

activity during cold storage.

Conclusions: On the basis of this study, using deficit irrigation strategies seems to have acceptable consequences on pomegranate fruit production under the conditions of water resources restriction. Similarly, Gibberellic acid application on trees that were subjected to deficit irrigations ameliorated the adverse effects of drought stress.

Keywords: Fruit cracking, Irrigation stop, Total anthocyanin, Water requirement, Yield

The Effect of Paclobutrazol on Morphological, Physiological and Gas Exchange Charactersitics of Pear (<i>Pyrus communus</i> cv. Shah Mive) under Different Irrigation Regimes	63
T. Javadi	
Effect of Gibberellic Acid under Deficit Irrigation on Physicochemical and Shelf Life Attributes of Pomegranate Fruit (cv. Shahvar)	62
Y. Selahvarzi - Z. Zamani- A.R. Talaie- M.R. Fattahi Moghaddam	

Contents

Effect of Media Culture on Growth and Sucker Pandanus Plant	30
A. Salehi Sardoei - P. Rahbarian	
Effects of Organic and Chemical Fertilizers on some Quantitative Traits and Anthocyanin of Roselle under Zabol conditions	32
R. Ebrahimzadeh abdashti - M. Galavi- M. Ramroudi	
Effect of Vermicompost and Nitroxin on Vegetative Growth and some Biochemical Properties of Rosemary Herb (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	34
F. Nourbakhsh- V. Chalavi- V. Akbarpour	
Investigation on the Protective Role of Nitric Oxide in Reducing Damages Induced by Salinity Stress in <i>Calendula officinalis</i> L.	35
M. Jabbarzadeh - A. Tehranifar - J. Amiri - B. Abedy	
Evaluating the Changes in Some Physical and Chemical Properties of Olive Fruit during Storage	37
R. Montaghemi Rad - E. Ahmadi- H. Sarikhani	
Impact of Potassium Foliar Application in Alleviating the Harmful Effects of Salinity in Spinach	39
A. H. Jalali - P. Jafari	
The Effect of Salinity Stress on the Growth, quantity and quality of Essential oil of Lavender (<i>Lavandula angustifolia</i> Miller)	40
S. Khorasaninejad - H. Soltanloo- J. Hadian- S. Atashi	
Sugars, Organic Acids and Phenolic Compounds in Shahani, Piarom and Deiry Date Palm	42
S. Rastegar - Majid Rahemi	
The Effect of Different Cucurbit Rootstocks on Some Morphological and Physiological Traits of Cucumber (<i>Cucumis sativus</i> cv. Super Dominus)	43
R. mesgari -T. Barzegar- Z. Ghahremani	
Assessing The Effect of Carbon Dioxide on Physio-Morphological Traits of Bitter Olive (<i>Melia azedarach</i> Linn.) Under Greenhouse Conditions	45
P. yousefvand - A. Mosleh Arani - A. Tabandeh Saravi	
Effects of Foliar Application of Nano Zinc Chelate and Zinc Sulfate on Zinc Content, Pigments and Photosynthetic Indices of Holy Basil (<i>Ocimum sanctum</i>)	47
Z. Moghimipour - M. Mahmoodi Sourestani- N. Alemzadeh Ansari	
Effect of Application Potassium Nitrate and Azosprillume on Growth and Flowering of <i>Polianthes tuberoses</i> cv. Double	49
H. Ghasemi - M. Rezaei- H.R. Asghari- H. Ghorbani-Ghujdi	
Evaluation of Paclobutrazol Spraying on Salinity Hardiness of Peach- Almond Hybrid (GF₆₇₇) Rootstock	51
Amiri - B. Baninasab	
Antibacterial Activities of <i>Kelussia odoratissima</i> and <i>Teucrium polium</i> Essential Oils in Combination with Synthetic Silver Nanoparticles against Food-borne Pathogens	53
M. Azizi - M. Mashregi - F. Oroojalian - N. Shahtahmasebi	
Investigation on Morphological and Physiological diversity of Iranian Watermelon (<i>Citrullus lanatus</i> Thunb.) Accessions	55
A. hajiali - B. Zahedi - R. Darvishzadeh - J. abbaskohpayegani	
Effects of Organic and Chemical Fertilizers on Leaf Yield, Essential Oil Content and Composition of Lemon Verbena (<i>Lippia citriodora</i> Kunth)	56
M.T. Ebadi - M. Azizi- F. Sefidkon – N. Ahmadi	
Effect of Irrigation CutOff on Flowering Stage and Foliar Application of Spermidine on Some Quantitative and Qualitative Characteristics of Various Ecotypes of Cumin	58
S. Bakhtari - Gh.R. Khajoei Nejad- Gh. Mohamadi Nejad- R. Moradi	
Role of Brassinosteroid on Qualitative Characteristics Improvement of Strawberry Fruit cv. Paros	59
S. Mohammadrezakhani - Z. Pakkish – S. Rafeii	
The Effect of Reduced application of Water and Nitrogen on Growth Management of mixed Turf-Grass	61
A. Khandan Mirkohi -N. Baie –E. Hadavi	

HORTICULTURAL SCIENCES

(AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY)

Vol. 30 No. 2 Summer 2016

Published by: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

Editor in charge: Valizadeh,R.(Ruminant Nutrition) Prof. Ferdowsi University of Mashhad.

General Chief Editor: Davarynejad, GH. (Horticultural Sciences) Asso. Prof. Ferdowsi University of Mashhad.

Editorial Board:

TehraniFar,A.	Horticultural Sciences	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Khosh khui Zehtab, M.	Horticultural Sciences	Prof. Shiraz University.
Davarynejad, GH.	Horticultural Sciences	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Talaie, A.	Pomologist	Prof. Tehran University.
Azizi, M.	Medicinal Plants	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Ebadi,A.	Horticultural Sciences	Prof .Tehran University.
Farsi, M.	Plant Breeding and Genetics	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Kafi, M.	Floriculture and landscaping	Prof .Tehran University.
Lahouti, M.	Biology	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Mobli,M.	Horticultural Sciences	Prof. Isfahan University of Technology.

Publisher: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

Printed by: Ferdowsi University of Mashhad, press.

Address: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

P.O.BOX: 91775- 1163

Tel: +98-0511- 8795620

Fax: +98-0511- 8787430

E-Mail: Jhorts4@um.ac.ir

Web Site: <http://jm.um.ac.ir>