نشریه علمی - پژوهشی

علـوم باغبـانی

(علوم و صنایع کشاورزی)

دانشگاه فردوسی مشهد

جلد ۲۹ شماره ۲

سال ۱۳۹٤

شاپا: ۲۰۰۸-۴۷۳۰

عنوان مقالات

ریز ازدیادی عناب (*Ziziphus jujuba*) ۱۵۱

علی خزاعی- نسرین مشتاقی- سعید ملک زاده شفارودی- کمال غوث

اثر محلول‌پاشی کلرید کلسیم و زمان مختلف محلول‌پاشی بر خصوصیات کمی و کیفی میوه انار رقم ملس ساوه ۱۵۸

وحید روحی- علی نیکبخت- سعدالله هوشمند

تأثیر تیمارهای پرایمینگ برخصوصیات جوانه‌زنی بذر دو رقم گیاه دارویی خردل (*Brassica compestris* var. Parkland and Goldrash) ۱٦۸

مرتضی گلدانی- صدیقه مزروعی

اثر اسید ایندول بوتیریک و بستر کشت بر ریشه زایی قلمه‌های دو هیبرید جدید انتخابی هلو×بادام ۱۷٦

غلامحسین داوری‌نژاد- علی‌اکبر شکوهیان- علی تهرانی‌فر

تأثیر کودهای آلی و زیستی بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) و کلونیزاسیون باکتری‌ها در خاک ۱۸۵

حسن مکاریان- حسن شهقلی

اثر تیمار پس از برداشت اگزالیک اسید و کلرید کلسیم بر خصوصیات کیفی گیلاس رقم تکدانه ۱۹٦

محمد صفا- جعفر حاجیلو- رحیم نقشی بند حسنی- محمد قنبری نجار

بررسی واکنش‌های بیوشیمیایی و فعالیت آنزیمی پایه GF (هیبرید هلو و بادام) به تنش شوری در شرایط درون‌شیشه‌ای ۲۰۷

مهری مشایخی- محمد اسماعیل امیری- فریبرز حبیبی

تأثیر منابع تغذیه‌ای مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) در یک نظام زراعی اکولوژیک ۲۱٦

محمد بهزاد امیری- علیرضا کوچکی- مهدی نصیری‌محلاتی- محسن جهان

اثر هرس سبز بر عملکرد و کیفیت میوه در بوته‌های خزندهٔ انگور رقم کشمشی در شرایط اقلیمی شیروان ۲۳۲

فاطمه صادقیان- اسماعیل سیفی- علی دادار - مهدی علیزاده- مهدی شریفانی

بررسی ویژگی‌های اگرواکولوژیکی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت تأثیر کاربرد سوپرجاذب رطوبت، اسیدهیومیک و دورهای آبیاری ۲٤۰

محسن جهان- شیوا قلعه‌نویی- امین خاموشی- محمد بهزاد امیری

اثر تنش شوری بر غلظت عناصر غذایی در رقم‌های بادام 'شکوفه'، 'سهند' و ژنوتیپ - پیوند شده روی پایه GF ۲۵۵

علی مومن پور- علی ایمانی- داود بخشی- حامد رضایی

تأثیر شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در توده‌های بومی گراس فسکویه بلند در ایران ۲٦۹

آزاده موسوی بزاز- علی تهرانی فر- محمد کافی- علی گزانچیان- محمود شور

نقش پایه در فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه مرکبات: مطالعه موردی، مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه دو رقم تجاری پرتقال با میوه چهار پایه ۲۷۷

نسترن همتی- عظیم قاسم نژاد- جواد فتاحی مقدم- پونه ابراهیمی

تاثیر نیتروژن و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر عملکرد و صفات کیفی گل شاخه بریده مریم (*Polianthes tuberose*) ۲۸۷

طیبه طاهر- احمد گلچین- سعید شفیعی

ادامه جدول داخل جلد

نشریه علوم باغبانی

(علوم و صنایع کشاورزی)

۲۱/۲۰۱۵ ۲۶۵۲۴

با شماره پروانه ــــــــ و درجه علمی - پژوهشی شماره ــــــــ از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

۶۸/۴/۱۱ ۷۳/۱۰/۱۹

جلد۲۹ شماره۲ تابستان۱۳۹۴

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 — استاد – تغذیه نشخوارکنندگان (دانشگاه فردوسی مشهد)

سردبیر: غلامحسین داوری نژاد — 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 واصلاح نباتات (دانشگاه فردوسی مشهد)
کافی، محسن	استاد- گلکاری ومهندسی فضای سبز (دانشگاه تهران)
لاهوتی، مهرداد	استاد- زیست شناسی (دانشگاه فردوسی مشهد)
مبلی، مصطفی	استاد- علوم باغبانی (دانشگاه صنعتی اصفهان)

ناشر: دانشگاه فردوسی مشهد (دانشکده کشاورزی) **چاپ:** مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

شمارگان: ۱۰۰نسخه **قیمت:** ۵۰۰۰ ریال (دانشجویان ۲۵۰۰ ریال)

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

این نشریه درپایگاههای 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.

بسم الله الرحمن الرحیم

مندرجات

ریز ازدیادی عناب (*Ziziphus jujuba*) ۱۵۱

علی خزاعی- نسرین مشتاقی- سعید ملک زاده شفارودی- کمال غوث

اثر محلول‌پاشی کلرید کلسیم و زمان مختلف محلول‌پاشی بر خصوصیات کمی و کیفی میوه انار رقم ملس ساوه ۱۵۸

وحید روحی- علی نیکبخت- سعدالله هوشمند

تأثیر تیمارهای پرایمینگ برخصوصیات جوانه‌زنی بذر دو رقم گیاه دارویی خردل (*Brassica compestris* var. Parkland and Goldrash) ۱۶۸

مرتضی گلدانی- صدیقه مزروعی

اثر اسید ایندول بوتیریک و بستر کشت بر ریشه زایی قلمه‌های دو هیبرید جدید انتخابی هلو×بادام ۱۷۶

غلامحسین داوری‌نژاد- علی‌اکبر شکوهیان- علی تهرانی‌فر

تأثیر کودهای آلی و زیستی بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) و کلونیزاسیون باکتری‌ها در خاک ۱۸۵

حسن مکاریان- حسن شهقلی

اثر تیمار پس از برداشت اگزالیک اسید و کلرید کلسیم بر خصوصیات کیفی گیلاس رقم تکدانه ۱۹۶

محمد صفا- جعفر حاجیلو- رحیم نقشی بند حسنی- محمد قنبری نجار

بررسی واکنش‌های بیوشیمیایی و فعالیت آنزیمی پایه GF (هیبرید هلو و بادام) به تنش شوری در شرایط درون‌شیشه‌ای ۲۰۷

مهری مشایخی- محمد اسماعیل امیری- فریبرز حبیبی

تأثیر منابع تغذیه‌ای مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) در یک نظام زراعی اکولوژیک ۲۱۶

محمد بهزاد امیری- علیرضا کوچکی- مهدی نصیری‌محلاتی- محسن جهان

اثر هرس سبز بر عملکرد و کیفیت میوه در بوته‌های خزندهٔ انگور رقم کشمشی در شرایط اقلیمی شیروان ۲۳۲

فاطمه صادقیان- اسماعیل سیفی- علی دادار - مهدی علیزاده- مهدی شریفانی

بررسی ویژگی‌های اگرواکولوژیکی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت تأثیر کاربرد سوپرجاذب رطوبت، اسیدهیومیک و دورهای آبیاری ۲۴۰

محسن جهان- شیوا قلعه‌نویی- امین خاموشی- محمد بهزاد امیری

اثر تنش شوری بر غلظت عناصر غذایی در رقم‌های بادام 'شکوفه'، 'سهند' و ژنوتیپ - پیوند شده روی پایه GF ۲۵۵

علی مومن پور- علی ایمانی- داود بخشی- حامد رضایی

تأثیر شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در توده‌های بومی گراس فسکویه بلند در ایران ۲۶۹

آزاده موسوی بزاز- علی تهرانی فر- محمد کافی- علی گزانچیان- محمود شور

نقش پایه در فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه مرکبات: مطالعه موردی، مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه دو رقم تجاری پرتقال بـا میـوه چهار پایه ۲۷۷

نسترن همتی- عظیم قاسم نژاد- جواد فتاحی مقدم- پونه ابراهیمی

تاثیر نیتروژن و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر عملکرد و صفات کیفی گل شاخه بریده مریم (*Polianthes tuberose*) ۲۸۷

طیبه طاهر- احمد گلچین- سعید شفیعی

تأثیر مخلوط کودهای آلی بر رشد و عملکرد گیاه تربچه (*Raphanus sativus* L.) ۲۹۶

مارال اعتصامی- فائزه تاج‌پور- مینا خسروی- عباس بیابانی

تأثیر کودهای آلی، تلقیح میکوریزایی (*Glomus mosseae* و *G. intraradices*) بر عملکرد کمی و کیفـی برداشـت مختلـف گیـاه دارویی کاسنی پاکوتاه (*Cichorium pumilum* Jacq.) ۳۰۲

راهله نقیبی- پرویز رضوانی مقدم- احمد بالندری - رضا قربانی

بررسی اثر مصرف توام کود دامی و کودهای شیمیایی بر برخی خصوصیات کیفی آب میوه پرتقال رقم تامسون ناول ۳۱۴

شاهین شاهسونی- مجتبی محمودی- شاهرخ قرنجیک- صدیقه گران ملک

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۱۵۷-۱۵۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 151-157
ISSN: 2008 - 4730

ریز ازدیادی عناب (*Ziziphus jujuba*)

علی خزاعی[۱]- نسرین مشتاقی[۲*]- سعید ملک زاده شفارودی[۳]- کمال غوث[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۵

چکیده

گیاه عناب (*Ziziphus jujuba*) یکی از مهم‌ترین درختان میوه بومی آسیا است که قدمت کشت آن در چین به بیش از سه هزار سال می‌رسد و از لحاظ خواص دارویی و تغذیه ای اهمیت ویژه‌ای دارد. این گونه چندمنظوره و مقاوم متعلق به خانواده Rhamnaceaeمی‌باشد که قابلیت رشد در زمین‌های خشک وشور اقلیم کشور ما را دارا می‌باشد. لذا توجه بیشتر به توسعه سطح زیر کشت آن ضمن بالا بردن تولید و ارزش افزوده در حفاظت خاک نیز می‌تواند موثر باشد. با توجه به نرخ پایین جوانه‌زنی بذور و هم‌چنین تولید کم پاجوش، در این بررسی افزایش ظرفیت تکثیر نهال از طریق کشت بافت مدنظر قرار گرفت. در این تحقیق به منظور باززایی مستقیم اکوتیپ کنگانعناب، از جوانه‌های انتهایی به عنوان ریزنمونه، جهت شاخه‌زایی در محیط‌کشت MSغنی شده با سطوح مختلف هورمون BA (mg/l) ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲در ترکیب بامقادیر مختلفی (mg/l)۰/۴، ۰/۲، ۰/۱ و ۰/۰۹ از هورمون‌هایIBAیا NAA کشت شدند. نتایج حاصل نشان داد که، محیط کشتMSحاوی ترکیب هورمونی IBA(۰/۲mg/l)+BA(۱mg/l) و NAA(۰/۴ mg/l) +BA (۱mg/l) بیشترین تعداد (۴/۲۵ عدد) و طول (۵/۸۷ سانتی‌متر) شاخساره را در عناب القا می‌نماید. به منظور ریشه‌زایی گیاهچه‌های باززایی شده، از محیط کشت½MS حاوی غلظت‌های مختلف IBAو IAA(۱۰mg/l، ۵، ۲، ۰/۵) استفاده شد. بیشترین میزان القای ریشه (۷ عدد) و طول آن (۵/۲۵سانتی‌متر)در گیاهچه‌های عناب با محیط‌کشت ½MS حاویIBA یا IAA (۲ mg/l) حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: باززایی، تنظیم کننده رشد، ریشه‌زایی، عناب، کشت بافت

مقدمه

گیاه عناب (*Ziziphus jujuba*) ازگذشته‌های بسیار دورکشت می‌شده و باتوجه به آثار و فسیل‌های به جا مانده قدمت آن به بیش از ۱۲ تا ۱۴ میلیون سال پیش می‌رسد. گرچه در ایران کشت عناب در بیشتر استان‌های کشور به صورت پراکنده دیده می‌شود ولی سطح عمده زیر کشت آن در استان خراسان جنوبی، اصفهان، گلستان، مازندران و فارس وجود دارد (۱). میوه عناب به صورت تازه و خشک مصرف می‌شود. این میوه سرشار از ویتامین ث است و دارای خواص ضد سرطانی و دارویی مختلف و مهم می‌باشد (۲). عناب از جمله درختان مقاومی است که قابلیت رشد و تولید در زمین‌های کم آب، شور و سبک را دارا می‌باشد و توجه بیشتر به آن ضمن بالا بردن ظرفیت تولید محصولات کشاورزی در حفاظت خاک نیز می‌تواند مؤثر باشد. اکثر زمین‌های کشاورزی در ایران به دلیل شوری خاک و آب برای کشت بیشتر محصولات باغی مناسب نیستند از این‌رو، در برخی مناطق کشور نظیر خراسان جنوبی به ویژه در۲۰ سال گذشته عناب، به عنوان محصول اصلی مطرح شده و هم اکنون تولید آن به بالای هزار تن و حدود ۹۸ درصد تولید عناب کشور رسیده است (۲). این آمار، گیاه عناب را به عنوان یک گیاه مناسب برای کشت در شرایط اقلیمی کشور معرفی می کند. روشهای تکثیر معمول عناب شامل پاجوش، بذر، قلمه، خوابانیدن و پیوند می باشد و باتوجه به تولید کم پاجوش در گیاه و هم‌چنین درصد پایین جوانه‌زنی بذور و ریشه‌زایی قلمه‌ها، میزان تکثیر رویشی در این گیاه پایین است و برای فائق آمدن به این مشکلات نیاز به تیمارهای خاص است که هزینه بر و وقت گیر می‌باشد (۳). عناب علی‌رغم تمام خصوصیات مهم ذکر شده آن‌گونه که شایسته است در کشور ما مورد توجه قرار نگرفته است که یکی از دلایل آن تکثیر مشکل و هزینه بر آن در سطح وسیع می‌باشد که مطالعات کشت بافتی این گیاه، در راستای افزایش تکثیر برای احیای باغات یکدست و بهره‌وری اقتصادی بالاتر با استفاده از ژنوتیپ‌های برتر اهمیت ویژه‌ای می‌یابد. در تحقیقی که توسط راتوره و همکاران (۱۰) بر روی شاخه‌زایی گونه‌های مختلف عناب انجام شد، مشاهده شد که محیط‌کشت MS غنی شده با BA (۵ mg/l) وIAA (۰/۰۵mg/l) در گونه *Z. nummularia* و محیط کشت حاوی BA (۷/۵mg/l) و IAA (mg/l) ۰/۱در گونه *Z. mauritiana*، بیشترین

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیاران گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*-نویسنده مسئول: Email: moshtaghi@ferdowsi.um.ac.ir)
۴- کارشناس مرکز تحقیقات جهادکشاورزی، سربیشه، بیرجند

تعداد شاخه را القا نمود. جی یو و ژانگ (۶) تاثیر هورمون سیتوکینین بر تولید شاخه‌های نابجا در عناب را مورد بررسی قرار دادند. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که TDZدر تحریک باززایی شاخه از ریز نمونه‌های برگی عناب مؤثر است. هم‌چنین بین غلظت‌های مختلف ترکیب هورمونی TDZ و IAA از نظر تعداد شاخه‌های القا شده از ریزنمونه‌های برگی کشت شده در محیط کشت WPM تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. به‌طوری‌که بیشترین تعداد شاخه در محیط کشت WPM محتوی۴/۵۴ میکرومولار TDZ و ۲/۸۵ میکرومولار IAA به دست آمد. هم‌چنین شاخه‌هایی که در محیط کشت حاوی مقادیر اندک TDZ رشد کردند، به راحتی طویل شدند. در تحقیقی دیگر باززایی شاخه از ریز نمونه‌های برگی عناب و عملکرد دو هورمون سیتوکنینی مختلف TDZ و BA مورد آزمون قرار گرفت که نتیجه آزمایش نشان‌دهنده برتری هورمون TDZدر باززایی ریزنمونه‌های عناب بود (۱۱). همچنین در تحقیقی مشابه که به منظور باززایی شاخه از ریزنمونه‌های برگی انجام گرفت، محیط‌کشت MS حاوی TDZ (۲mg/l) و IBA (۰/۲mg/l) با میانگین بالای ۹۸ درصد باززایی به عنوان تیمار بهینه شناخته شد. به‌منظور واکشت ریزنمونه‌ها از محیط کشت ½MS حاوی IBA(۰/۲mg/l) و GA_3 (۰/۰۵mg/l) استفاده شد (۸). حسین و همکاران (۷) در آزمایشی که جهت بررسی القای ریشه در گیاه *Z. jujuba* با استفاده از غلظت‌های مختلف سه نوع هورمون NAA,IAA و IBA انجام دادند، محیط کشت حاوی IAA(۱ mg/l) را به عنوان بهترین تیمار جهت ریشه‌زایی در این گیاه معرفی کردند. در تحقیق دیگری که جهت بررسی ریشه‌زایی گیاه *Z. jujuba* انجام گرفت، گیاهچه‌ها در محیط کشت ½MSحاوی غلظت‌های مختلف NAA، IBA و IBA+NAA کشت شدند. بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق، ریشه‌زایی در تمام محیط کشت‌ها مشاهده شد ولی بهترین ریشه‌زایی در تیمار ۲/۶۹ میکرومولار NAA مشاهده گردید (۴). لذا در این مطالعه به بررسی روند شاخه‌زایی این گیاه از جوانه‌های انتهایی با استفاده از تیمارهای مختلف جهت افزایش راندمان تکثیر گیاه پرداخته شده است. بدین منظور از اکوتیپ‌های بومی کشور که در کلکسیون عناب شهرستان سربیشه استان خراسان جنوبی جمع آوری و نگهداری می‌شوند استفاده شد.

مواد و روش‌ها

در آغاز خرداد ماه جوانه‌های انتهایی و جانبی از درختان بالغ کلکسیون تحقیقاتی عناب جهاد کشاورزی خراسان جنوبی جمع‌آوری و پس از انتقال آن‌ها به آزمایشگاه، فلس های در برگیرنده جوانه بدقت جدا شده و پس از چند مرتبه شستشوی جوانه‌ها توسط آب، ضدعفونی گردیدند. بدین منظور از محلول اتانول ۷۰ درصد به مدت یک دقیقه و محلول ۲ درصد هیپوکلریت سدیم به مدت ۲۵ دقیقه به همراه یک قطره توین استفاده شد و سپس دو مرتبه به مدت بیست و پنج دقیقه در زیر هود لامینار شستشو شدند. به منظور بهینه سازی محیط کشت شاخه‌زایی و پرآوری نسبت‌های مختلف دو هورمون BA به‌همراه NAA یا BA به همراه IBA در محیط کشت MS پایه به همراه ۳ درصد ساکارز و ۰/۸ درصد آگار و pH برابر با ۵/۸ انتخاب شدند، جوانه‌ها در شیشه‌های ویال کشت حاوی محیط کشت MSبا تیمارهای هورمونیBA (۰/۵،۱،۱/۵ و۲میلی‌گرم در لیتر) و IBA و NAA(۰، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۴میلی‌گرم در لیتر) با ۴ تکرار کشت شده و سپس به اتاق رشد تحت شرایط محیطی با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انتقال یافتند. پس از گذشت یک ماه جهت القای ریشه، شاخه های حاصل از مرحله پرآوری با رشد مناسب (۵ – ۳ سانتیمتر طول شاخه)، به محیط‌کشت ریشه‌زایی ½MS غنی شده با ترکیب جداگانه از مواد تنظیم‌کننده رشد IBA و IAA (۰/۵، ۲، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر) در ۴ تکرار منتقل شدند. پس از یک ماه طول و تعداد شاخساره های القایی هر ریزنمونه و هم‌چنین طول وتعداد ریشه های تولیدی تیمارها پس از تبدیل داده به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی توسط نرم‌افزار SAS آنالیز و نتایج بررسی گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بین سطوح مختلف تیمارهای هورمونی IBA و BAبه تنهایی از نظر تعداد شاخساره القا شده و طول شاخساره تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. با وجود این‌که بین اثر سطوح مختلف ترکیب دو هورمون در عناب از نظر تعداد شاخساره القا شده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد به‌دست آمد ولی بین اثر متقابل دو هورمون از نظر طول شاخساره تفاوت معنی‌داری حاصل نشد. بر اساس نتایج، بیشترین طول (۵/۱۲ سانتی‌متر) و تعداد (۴/۲۵ عدد) شاخساره با استفاده از ترکیب هورمونی ۰/۲ میلی‌گرم بر لیتر IBA و ۱میلی‌گرم بر لیتر BA به‌دست آمد (شکل۱ و۲) (جدول۱).

در ترکیب سطوح هورمونی BAو NAA نشان داد بین سطوح مختلف ترکیب دو هورمون در عناب از نظر طول شاخساره تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بدست آمد ولی از نظر تعداد شاخساره‌ی القا شده تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۲). بیشترین تعداد (۳/۷۵ عدد) و طول (۵/۸۷ سانتی‌متر) شاخساره در ترکیب هورمونی۰/۴ میلی‌گرم بر لیترNAAو ۱ میلی‌گرم بر لیتر BA بدست آمد (شکل۴ و جدول۲). در شکل ۳طول شاخساره القایی از ریزنمونه جوانه انتهایی عناب مشاهده می‌شود.

شکل ۱- القاء جوانه و شاخساره‌زایی از ریزنمونه جوانه انتهایی عناب در محیط کشت حاوی IBA (۰/۲ mg/l) +BA (۱mg/l)

Figure 1- Bud and shoot induction from apical buds of jujube in medium supplemented by 0.2 mg/L IBA + 1 mg/L BA

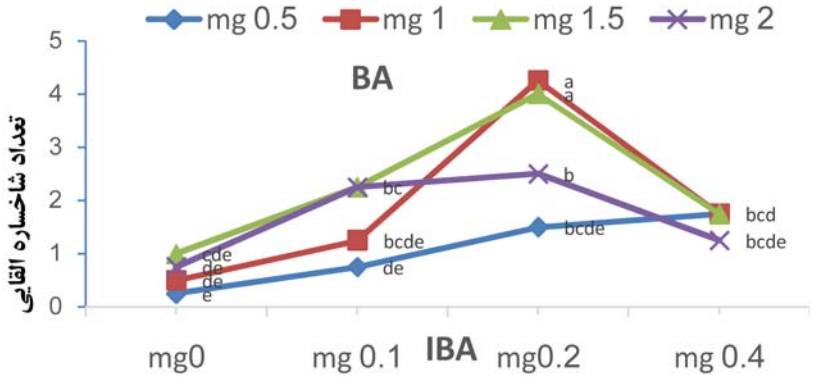
جدول ۱- تاثیر ترکیبات هورمونBA و IBAبر طول شاخساره القا شده در عناب

Table 1- The effect of BA and IBA combinations on length of induced shoots of jujube

طول شاخساره القا شده عناب Length of induced shoots (cm)	ترکیبات هورمونی Hormone combination	
	BA	IBA
0.25h	0.5	0
1.25efgh	0.5	0.1
2.75cdef	0.5	0.2
3.12bcde	0.5	0.4
0.5gh	1	0
1.37efgh	1	0.1
5.12 a	1	0.2
3bcde	1	0.4
0.75fgh	1.5	0
3bcde	1.5	0.1
5ab	1.5	0.2
3.62abc	1.5	0.4
0.75 fgh	2	0
2.5cdefg	2	0.1
3.5abcd	2	0.2
1.5defgh	2	0.4

اعداد با حروف مشترک با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Data with the same letter have not significant difference by Dunkantest (P<0.05)



شکل ۲- تاثیر سطوح مختلف هورمون IBA و BA برمیانگین تعدادشاخساره های القا شده با استفاده از ریزنمونه جوانه انتهایی در گیاه عناب.

اعداد با حروف مشترک با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند.

Figure 2- The effect of different levels of IBA and BA on average number of induced shoots using apical buds in jujube

Data with the same letter have not significant difference by Dunkantest (P<0.05)

شکل ۳- بالاترین طول شاخساره القایی در تیمار هورمونی NAA (۰/٤ mg/l) و BA (۱ mg/l)
Figure 3- The longest induced shoots in treatment 0.4 mg/L NAA and 1 mg/L BA

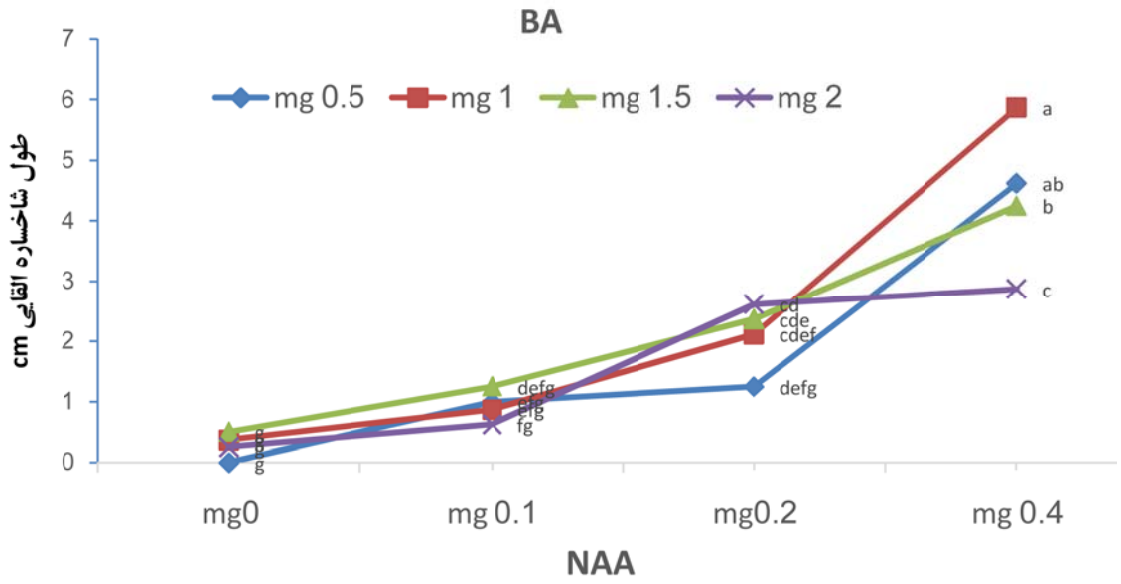
جدول ۲- تاثیر ترکیبات هورمونی BAو NAA بر تعداد شاخساره القا شدهدر عناب.
Table 2- The effect of BA and IBA combinations on the number of induced shoots of jujube

تعدادشاخساره القا شده عناب The number induced shoots in jujube	ترکیبات هورمونی Hormone combination	
	BA	NAA
0 d	0.5	0
0.75 cd	0.5	0.1
1.25bcd	0.5	0.2
2.5 b	0.5	0.4
0.5 cd	1	0
1 cd	1	0.1
1.75bc	1	0.2
3.75 a	1	0.4
0.75 cd	1.5	0
1.25bcd	1.5	0.1
1.75 bc	1.5	0.2
3.5 a	1.5	0.4
0.5 cd	2	0
0.5cd	2	0.1
2.5 b	2	0.2
2.5 b	2	0.4

اعداد با حروف مشترک با استفاده از آزمون چنددامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند.
Data with the same letter have not significant difference by Dunkantest (P<0.05)

بر پایه اطلاعات حاصل از مطالعات گذشته شاخه‌های حاصل از مرحله پرآوری شاخساره پس از شش هفته به محیط‌کشت القای ریشه شامل محیط‌کشت پایه ½MS غنی شده با سطوح مختلف ۰/۵، ۲، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتراز هورمونIBAیاIAAمنتقل شدند. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، بین سطوح مختلف هورمون IBA و IAA اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۱). با توجه بهطول وتعداد ریشه القایی، محیط کشت حاوی۲ میلی گرم بر لیتر IAAبیشترین تعداد (۷) و۲(mg/l) IBA بالاترین طول (۵/۲۵ سانتی‌متر) ریشه را ایجاد کرد (شکل ۵، ۶ و ۷). پس از رشد مناسب ریشه ها (۲ تا ۳ سانتی‌متر) گیاهچه‌ها از ویال ها خارج شده و پس از شستشوی ریشه‌ها از بقایای محیط‌کشت در گلدان‌های حاوی مخلوط ورمی کولیت و خاک استریل به نسبت ۱:۱ کشت شده و در گلخانه با شرایط رطوبت نسبی ۹۶ درصد و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد جهت سازگاری نگهداری شدند. سازگاری گیاهچه‌های ریشه‌دار با موفقیت و با قابلیت ماندگاری بالا (۹۲ درصد) انجام گرفت.

حسین و همکاران (۷) در گیاه *Zyziphus jujuba* باززایی شاخساره با استفاده از ریزنمونه جوانه انتهایی بر روی محیط‌کشت MSغنی شده با ترکیبی از سیتوکینین‌ها و اکسین‌ها را بررسی نمودند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که کاربرد NAA(mg/l)۰/۲در ترکیب با BA(mg/l) ۰/۵ بیشترین میزان شاخساره‌زایی را حاصل نمود، همچنین بیشترین طول شاخساره نیز در این محیط‌کشت بدست آمد. همچنین القا شاخساره در گیاه *Ziziphus mauritiana* Lam. توسط ترکیب BAو NAA در بسیاری از پژوهش ها انجام شده است (۵، ۹ و ۱۲).

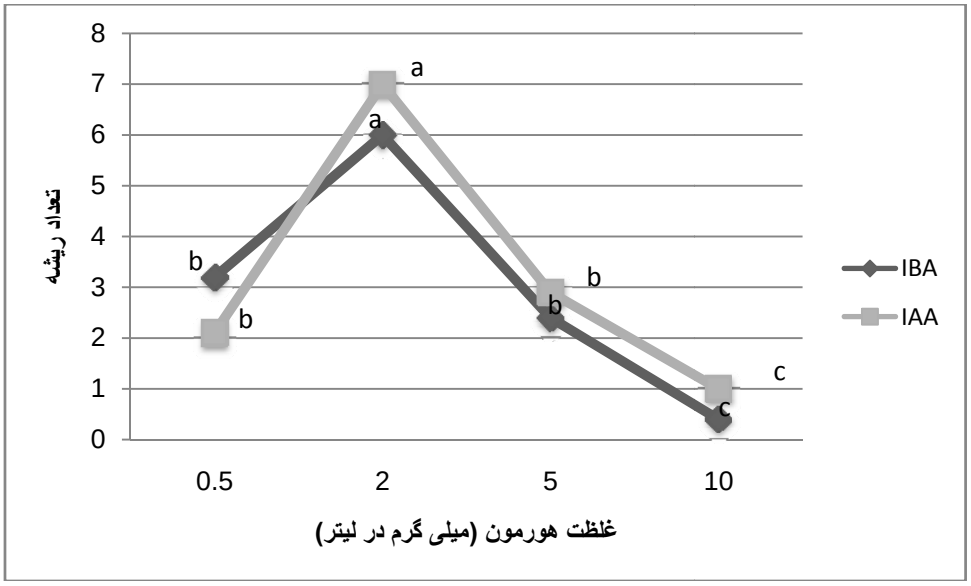


شکل٤- تاثیر سطوح مختلف هورمون NAAو BA برمیانگین طول شاخساره القا شده با استفاده از ریزنمونه جوانه انتهایی در گیاه عناب.

اعداد با حروف مشترک با استفاده از آزمون چنددامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند.

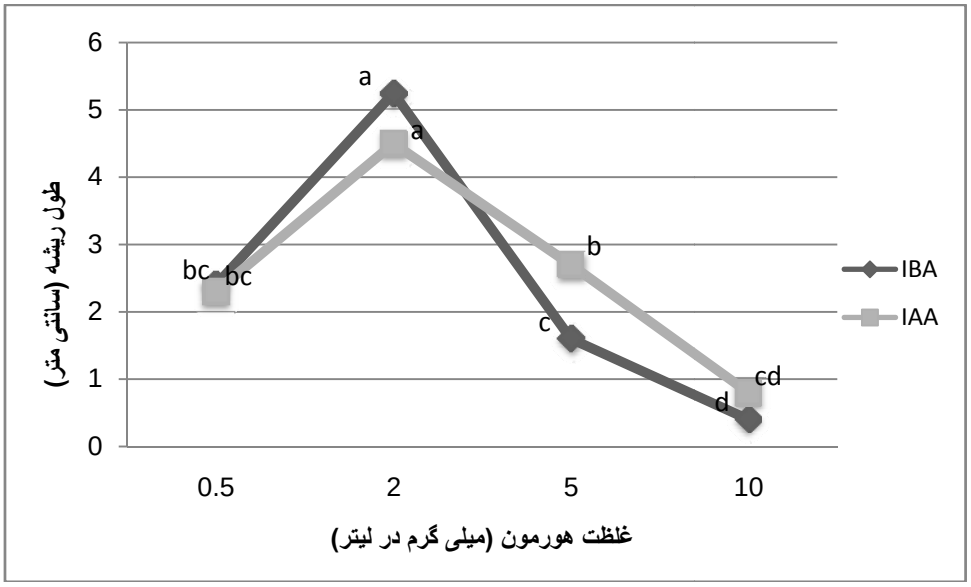
Figure4- The effect of different levels of BA and NAA on average length of induced shoots using apical buds in jujube.

Data with the same letter have not significant difference by Dunkantest (P<0.05)

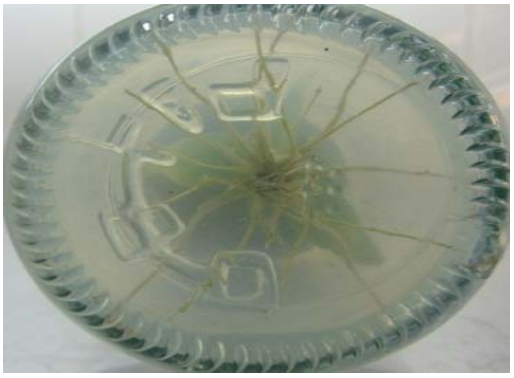


شکل٥- تاثیر سطوح مختلف هورمون IAAو IBA بر تعداد ریشه القا شده در گیاهچه های گیاه عناب (*P*<۰/۰۵)

Figure 5- The effect of different levels of IAA and IBA on the number of roots in jujube plantlets



شکل ٦-طول ریشه القا شده تحت تاثیر سطوح مختلف هورمونIBAو IAAدر گیاهچه های گیاه عناب. (*P*<۰/۰۵)



شکل ۷- القاء ریشه و رشد آن در گیاهچه‌های عناب در محیط کشت حاوی ۲ میلی گرم بر لیتر IAA
Figure 7- Root inducing and its growth of jujube in medium containing 2 mg/L IAA

در تحقیقی که توسط حسین و همکاران (۷) برروی باززایی شاخساره در گیاه *Zyziphus jujuba* Lam. انجام گرفت، از میان سه تنظیم کننده رشدی (IBA، IAAو NAA) که برای ریشه‌زایی استفاده شده بودند، محیط کشت ½MSغنی شده با IBA(۱mg/l) بعنوان بهترین محیط کشت جهت ریشه‌زایی این گیاه معرفی شد. در تحقیقی که توسط زو و لیو (۱۳) بر روی اثر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در کشت بافت عناب انجام شد نتایج مشابهی در مورد ریشه-زایی به‌دست آمد به طوری‌که در این تحقیق نیز IAAبهترین تنظیم کننده رشد در ریشه‌زایی این گیاه معرفی شد. در این پژوهش بطور کلی با افزایش غلظت BA افزایش در روند شاخه زایی مشاهده گردید. علیرغم انتظار، در برخی از تیمارها کالوس‌زایی و بد فرمی ریزنمونه نیز مشاهده شد.

نتایج این بررسی نشان داد که نسبت‌های تقریباً برابر اکسین و سیتوکنین سبب کاهش روند شاخه‌زایی و افزایش کالوس‌دهی می‌گردد. شاخه‌های تولیدی در تیمارهای بهینه از رشد طولی مناسب برخوردار بوده و ظاهری مناسب و طبیعی داشتند. بر طبق نتایج این بررسی، ترکیب غلظت‌های پایین BA (۱ یا ۱/۵ میلی گرم در لیتر) با غلظت ۰/۲ میلی‌گرم در لیترIBA یا ۰/۴ میلی‌گرم در لیترNAA می‌تواند نتیجه مناسبی را در باززایی شاخه‌های عناب در پی داشته باشد. در مرحله ریشه‌زایی نیز با افزایش غلظت هر دو اکسین از غلظت بهینه ۲ میلی‌گرم بر لیتر، کاهش در تعداد و طول ریشه مشاهده می‌شود.

منابع

1- Abdel Ebrahim M., Jasim A.M., and Abbas M.F. 2012. In vitro plant regeneration of Indian jujube (*Ziziphus*

mauritiana Lamk.) cv.Zaitoni via indirect organogenesis. IraqActa Agriculturae Slovenica, 1- 99.
2- Feng J.C., Yu X.M., Shang X.L., Li J.D., and Wu Y.X. 2010. Factors influencing efficiency of shoot regeneration in *Ziziphus jujuba* Mill. 'Huizao'. Plant Cell Tissue and Organ Culture 101:111–117.
3- Ghouth K. 2009. Ziziphus jujube The neglected Fruit, Saeedimanesh Press. Iran.
4- Goyal Y., and Arya H.C. 1985. Tissue culture of desert trees II. Clonal multiplication of *Zizyphus in vitro*. Journal of Physiology 119: 398-404.
5- Gu X.F. and Zhang J.R. 2005. An efficient adventitious shoot regeneration system for Zhanhua winter jujube (*Zizyphus jujuba* Mill) using leaf explants. Plant Cell Report 23:775–779.
6- Hossein S.N., Munshi M.K., Islam M.R., Hakim L., and Hossein M. 2003. *In vitro* propagation of Plum (*Ziziphus jujuba* Lam.). Plant Tissue Culture 13:14-17.
7- Jiang H., Fengwang M., Janfeng F., Xingang L., and Jinxia T. 2006. *In vitro* plant regeneration with adventitious buds of *Ziziphus jujube* leaves. Acta Botanica Boreali Occidentalic Sinica 26: 942 – 948.
8- Mathur N., Ramawat K.G., and Nandwani D. 1995. Rapid *in vitro* multiplication of jujube through mature stem explants. Palnt Cell,Tissue and Organ Culture 43: 75-77.
9- Rathore T.S., Sing R.P., Dora N.S., and Shekhawat N.S. 1992. Clonal propagation of *Zizyphus* species through tissue culture. Scientia Hort 51: 165-168.
10- Ruijing Z., and Mengjan L. 2006. Establishment of high efficient *in vitro* leaf regeneration system in chinese jujube. Acta Horticulturae Sinica 33: 625 – 628.
11- Sudhersan C., Abo el-Nil M., and Hussain J. 2001. *In vitro* propagation of *Ziziphusmauritiana* cultivar Umran by shoot tip and nodal multiplication. Current Science 80: 290-292.
12- Zargari A. 1993. Pharmaceutical Plants, volume 1, fifth press, Tehran University Press. Iran.
13- Zhou R.J., and Liu M.J. 2011. Effect of plant growth regulators on tissue culture in chinese Jujube. Acta Horticutural (ISHS) 840:309-314.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۱۶۷-۱۵۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 158-167
ISSN: 2008 - 4730

اثر محلول‌پاشی کلرید کلسیم و زمان مختلف محلول‌پاشی بر خصوصیات کمی و کیفی میوه انار رقم ملس ساوه

وحید روحی[۱*]- علی نیکبخت[۲]- سعدالله هوشمند[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۰۷

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول پاشی کلرید کلسیم بر خصوصیات کمی و کیفی میوه انار رقم ملس ساوه پژوهشی در سال ۱۳۹۰ در بخش جرقویه سفلی از توابع شهرستان اصفهان اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل کلریدکلسیم (صفر، ۵ و ۱۰ در هزار) و زمان های مختلف محلول‌پاشی (۱۵، ۴۵ و ۷۵ روز قبل از برداشت) بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام گرفت. فاکتورهای اندازه‌گیری شده شامل درصد ترکیدگی میوه، درصد آفتاب سوختگی، وزن کل میوه، وزن تر دانه، وزن خشک دانه، استحکام پوست میوه، اسید کل، اسیدیته، کل مواد جامد محلول و ویتامین ث بود. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD (در سطح احتمال ۵ درصد) انجام شد. نتایج نشان دادند کاربرد کلریدکلسیم میزان ترکیدگی میوه انار را در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری کاهش داد. مراحل مختلف محلول‌پاشی کلریدکلسیم روی درصد ترکیدگی تفاوت معنی‌داری داشت، با نزدیک شدن به مرحله سوم و زیاد شدن غلظت کلرید کلسیم از میزان ترکیدگی میوه‌ها کاسته شد. اثر کلریدکلسیم در مراحل مختلف و غلظت‌های متفاوت بر روی وزن کل میوه و وزن تر دانه میوه معنی‌دار بود. میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم میزان استحکام بافت میوه و مواد جامد محلول آن‌ها را افزایش و میزان ویتامین ث آن‌ها را کاهش داد. بطور کلی کلریدکلسیم باعث کاهش درصد ترکیدگی و آفتاب‌سوختگی شد. غلظت بالاتر و محلول‌پاشی زودتر باعث افزایش فاکتورهای کمی میوه گردید و استحکام بافت پوست میوه با افزایش غلظت و محلول‌پاشی دیرتر افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: انار، ترکیدگی، کلریدکلسیم، ملس ساوه

مقدمه

ایران به عنوان اولین و مهم‌ترین تولیدکننده و صادرکننده انار در جهان شناخته شده است (۲۰). انار از خانواده Punicaceae که دارای یک جنس *Punica* و دو گونه به نام‌های *P. granatum* (گونه خوراکی) و *P. protopunica* (گونه غیرخوراکی) می‌باشد. انار درخت یا درختچه ای است که در اقلیم‌های نیمه گرمسیری و مدیترانه‌ای می روید. این میوه عمدتاً در مناطق حاشیه کویر که دارای تابستان‌های گرم و خشک، آفتاب سوزان، زمستان‌های نسبتاً سرد و آب و خاک نسبتاً شور دارند پرورش می‌یابد. مناطق مذکور برای تولید اقتصادی بسیاری از میوه‌های دیگر چندان مناسب نمی‌باشند. نواحی حاشیه‌ای و کویرها سطح بسیاری از مناطق ایران را دربرگرفته است. لذا کشت و کار گیاهان مقاوم به شرایط نامساعد محیطی از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. این موضوع از جنبه‌های مختلفی از جمله اقتصادی، فضای سبز و تغذیه برای ساکنین مناطق کویری حایز اهمیت می‌باشد. باتوجه به افزایش جمعیت کشور و افزایش مصرف سرانه و هم‌چنین اهمیت آن از نظر صادرات، لازم است در مورد مسائل مختلف آن تحقیقات وسیع و عمیقی صورت گیرد (۲۵). سالانه خسارات هنگفتی از ناحیه آفات، بیماری‌ها و عوارض فیزیولوژیک از جمله آفتاب سوختگی، ترکیدگی، سرمازدگی به باغ های انار وارد می‌شود (۲۶). ازمشکلات عمده تولید انار که در تمام مناطق انارکاری دنیا خصوصاً در نواحی گرم و خشک شایع است عارضه ترکیدگی میوه انار است. از آن‌جا که استان‌های تولید کننده انار در کشور ما در ناحیه گرم و خشک و حاشیه کویر قرار دارند لذا مطالعه ترکیدگی کاملاً ضروری است. این عارضه نه تنها قبل از برداشت بر روی درخت بلکه طی مراحل حمل و نقل و انبارداری نیز خسارت عمده‌ای را به همراه

۱ و ۲- استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
(*-نویسنده مسئول: (Email: v.rouhi@gmail.com
۳- استاد گروه بیوتکنولوژی و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

دارد. یکی از علل ترکیدگی میوه فشار ناشی از بافت های داخلی و عدم انعطاف پذیری کافی پوست میوه بیان شده است (آبیاری پس ازیک دوره خشکی). البته عواملی مانند رقم، مرحله رشد میوه و رطوبت خاک و محیط بر ترکیدگی میوه تاثیر بسزایی دارند. میوه های ترکیده مستعد پوسیدگی می شوند، قابلیت انبارداری خود را از دست داده و درنتیجه ارزش اقتصادی خود را از دست خواهند داد (۵ و ۱۱). برای کاهش ترکیدگی و زیان اقتصادی ناشی از آن مطالعاتی صورت گرفته است. کاربرد چندین ماده شیمیایی از جمله جیبرلین و عناصر غذایی مثل بر، کلسیم و سولفات روی پیشنهاد شده است (۸ و ۹).

انار از جمله درختان میوه مهم بومی ایران محسوب می شود. کشور ما از نظر تولید این میوه مقام اول را در جهان به خود اختصاص داده است (۲۸). ترکیدگی انار یکی از عوارض فیزیولوژیکی است که باغداران با آن روبرو هستند. بر اساس گزارش ها در حدود ۷/۵ تا ۳۹ درصد میوه تولید شده در اصفهان دچار ترکیدگی می شوند (۲). تضعیف تدریجی اپیدرم، تشکیل توده‌های سلول‌های اسکلرانشیمی و حفره‌های هوا در بافت زمینه، انعطاف پذیری پوست را کاهش داده و سبب مستعد شدن پوست برای ترکیدگی می‌شود. محقق نامبرده در تحقیقی دیگر گزارش نمود انار رقم آلک قرمز با حداکثر وزن دانه دارای کم‌ترین ترکیدگی بوده است (۲۶). طبق تحقیقات در استان یزد انار آبان ماهی حساس‌ترین رقم به ترکیدگی و ملس دانه سیاه، گبری دانه سیاه و شهوار دانه قرمز در گروه ارقام مقاوم قرار دارند (۲۶). گزارش شده که کمبود کلسیم و بر در میوه‌های سیب، گیلاس، آلو و گوجه فرنگی باعث ترکیدگی میوه‌های آن‌ها می شود (۸، ۱۲و ۱۳). همچنین در تحقیقی مشاهده شده که استفاده از محلول پاشی کلسیم در میوه‌های هلو باعث افزایش سایز میوه‌ها و افزایش کیفیت میوه‌های هلو می‌گردد (۱۴). در تحقیقاتی دیگر بر روی گوجه فرنگی، استفاده از محلول‌پاشی کلسیم باعث کاهش ترکیدگی میوه شده است (۲۳). محلول پاشی کلسیم بر روی میوه‌های گیلاس قبل از برداشت باعث کاهش ترکیدگی آن‌ها می‌شود (۲۴). کلسیم به دلیل به تاخیر انداختن پیری دیواره‌ی سلولی و نگهداری و ثبات غشاء، تنظیم بسیاری از فرآیندهای متابولیسمی و حالت نیمه‌تراوایی غشای سلولی، تقسیم سلولی، نشت یونی و افزایش سختی در غشای میانی دیوارهٔ سلولی باعث کاهش درصد ترکیدگی میوه‌ها می‌شود (۲۲). محققین (۱۵) با بررسی رابطهٔ بین ترکیدگی میوه‌های انار و فعالیت‌های فیزیولوژیکی و مواد غذایی گیاه روی چند رقم انار (۱- حساس به ترکیدگی Koycegis و Siyah، ۲- مقاوم به ترکیدگی Kadi و Lefon و ۳- نیمه مقاوم Cekirdeksiz و Feyiz) دریافتند که میزان غلظت بالای عنصر نیتروژن و نسبت K/(Ca+Mg) در ارقام حساس دیده می‌شود. بنابراین غلظت بالای نیتروژن و پتاسیم نسبت به عناصر کلسیم و روی، در میوه‌های انار، ترکیدگی را افزایش می‌دهد. زیرا وجود عناصرآمونیم و پتاسیم در خاک از جذب کلسیم جلوگیری می‌کند. بر این اساس (۲۱) گزارش شده؛ محلول‌پاشی درختان انار با بوراکس (borax) و هیدروکسید کلسیم پس از تشکیل میوه و محلول‌پاشی درختان گیلاس با کلریدکلسیم (۰/۳۵-۱۰درصد)، باعث کاهش درصد ترکیدگی میوه‌های این درختان می‌شود. با توجه به این که ترکیدگی یکی عوامل کاهش دهنده کیفیت میوه انار محسوب می‌شود و سالانه خسارات اقتصادی قابل توجهی را منجر می‌گردد، این تحقیق به منظور بررسی امکان استفاده از کلریدکلسیم در کاهش ترکیدگی و افزایش خصوصیات کمی و کیفی میوهٔ انار اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار در سال ۱۳۹۰ و در در بخش جرقویه سفلی از توابع شهرستان اصفهان با طول جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی نسبت به خط گرینویچ و بلندی از آب‌های آزاد ۱۵۶۵ متر انجام شد. فاکتورها شامل کلرید کلسیم (صفر ، ۵ و ۱۰ در هزار) و زمان های مختلف محلول-پاشی (۱۵، ۴۵ و ۷۵ روز قبل از برداشت) بودند. محلول‌پاشی کلرید کلسیم در سه زمان پانزدهم ماه‌های مرداد، شهریور و مهر سال ۹۰ به فاصله ۱۵ روز قبل از برداشت و با غلظت‌های مذکور (صفر و ۵ و ۱۰ در هزار) انجام گردید و درختان شاهد (غلظت صفر) با آب معمولی که برای ساخت محلول‌های دیگر بکار برده شده، محلول‌پاشی شدند. تیمارها روی درختان ۷ ساله که در ابعاد ۲ متر در ۴ متر و در خاک لومی شنی حاوی ۰/۱۴درصد مواد آلی، ۰/۱درصد ازت، ۱۳/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر، ۲۸۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم پتاسیم و pH=۷/۸ کشت شده بودند اعمال گردید. با توجه به این‌که درختان انار در سه مرحله تولید گل می‌نمایند، تمام محلول‌پاشی‌ها روی میوه‌های انتخابی مرحله اول روی یک سوم میانی تاج درختچه صورت گرفت، جهت جلوگیری از تداخل گل‌های مراحل مختلف، گل‌های جدیدی که بعد از مرحله اول روی درخت تولید گردید، حذف شدند.

میوه‌ها در تاریخ ۳۰ مهر ۱۳۹۰، از درخت برداشت شدند. پس از برداشت به آزمایشگاه منتقل و درصد ترکیدگی میوه، وزن کل میوه، وزن تر و خشک دانه ،استحکام پوست ویتامین ث (۲۵) اندازه‌گیری گردید. همچنین استحکام و سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه پنترومتر (Penetrometer) یا فشارسنج دستی (مدل: FT327، کمپانیGFFECI و ساخت ایتالیا)، با دقت ۰/۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. به این صورت که دستگاه فشارسنج دستی را با فشار وارد پوست میوه کرده و عدد نشان داده شده، توسط دستگاه یادداشت شد. این عدد، بیان‌گر میزان استحکام و سفتی بافت میوه می‌باشد. مواد جامد محلول کل به وسیله دستگاه رفرکتومتر (مدل: ATAGO PAL-3،

ساخت ژاپن) در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، اسید کل به روش تیتراسیون و اسیدیته آب میوه با pH متر اندازه‌گیری شد (۲۸). تجزیه داده‌های حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و برنامه آماری MSTAT-C به روش تجزیه مرکب انجام گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد و نمودارهای مربوطه نیز با استفاده از نرم افزار اکسل رسم گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر زمان و غلظت محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر درصد ترکیدگی در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (داده‌ها آورده نشده است). بیشترین و کم‌ترین میزان این صفت به ترتیب در سومین و دومین زمان محلول‌پاشی کلریدکلسیم به دست آمد (شکل۱). همچنین مقایسه میانگین درصد ترکیدگی میوه انار در سه غلظت کلرید کلسیم نشان داد بیشترین درصد ترکیدگی در تیمار شاهد مشاهده گردید و کمترین درصد ترکیدگی در غلظت ۱۰ گرم بر لیتر کلرید کلسیم حاصل شد (شکل ۱).

اثرات متقابل زمان و غلظت محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر درصد ترکیدگی در سطح ۵ درصد معنی دار بود. جدول مقایسه میانگین اثر متقابل دو عامل مذکور نشان می‌دهد کمترین درصد ترکیدگی در مرحله دوم محلول‌پاشی و با غلظت ۱۰گرم در لیتر بدست آمد (جدول ۱). بیشترین درصد ترکیدگی میوه‌ها، در زمان رشد سریع اتفاق می‌افتد. زیرا در این زمان میوه‌ها آبدار شده و در نتیجه پوست نازک می‌شود. عدم رشد پوست، همراه با افزایش حجم گوشت میوه در زمان رشد سریع آن و انتقال آب و مواد غذایی به درون میوه یکی از دلایل اصلی ترکیدگی میوه‌های انار می‌باشد (۲۷). به نظر می‌رسد محلول‌پاشی در مرحله رشد سریع میوه، دارای بیشترین تاثیر در کاهش ترکیدگی میوه‌ها می‌باشد. بنابراین دانستن زمان رشد سریع میوه‌ها اهمیت بسیار دارد. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که در میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم در مرحله اول و دوم که همزمان با رشد سریع میوه است باعث کاهش ترکیدگی میوه شده است (شکل ۱). در مرحله سوم بعد از رشد سریع میوه بوده و محلول‌پاشی با کلرید کلسیم باعث افزایش استحکام پوست و کاهش رشد آن می‌شود. با سخت‌تر شدن و کاهش رشد پوست میوه تحمل پوست به فشار ناشی از رشد و جذب آب بافت‌های داخل میوه کمتر شده و میوه در این مرحله بیشتر ترک می‌خورد (۲۳).

همچنین استفاده از کلرید کلسیم با غلظت ۵ و ۱۰ در هزار نسبت به شاهد باعث کاهش ترکیدگی میوه‌ها شده است، و غلظت ۱۰ در هزار بیشتر باعث کاهش ترکیدگی میوه انار شده است. با توجه به معنادار شدن اثر متقابل زمان و غلظت متفاوت کلرید کلسیم در این تحقیق کمترین درصد ترکیدگی در مرحله دوم محلول‌پاشی و با غلظت ۱۰ گرم در لیتر کلرید کلسیم بدست آمد. بنابراین به نظر می‌رسد که کلریدکلسیم به دلیل نقشی که در دیواره سلولی و ساختمان سلولی دارد (۴)، باعث کاهش ترکیدگی نسبت به شاهد شده باشد.

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات میوه انار رقم ملس ساوه تحت اثر متقابل زمان محلول‌پاشی و غلظت کلرید کلسیم

Table 1- Mean comparison of fruit traits of pomegranate cv. Malase Saveh under interaction effect of spraying time and calcium chloride concentration

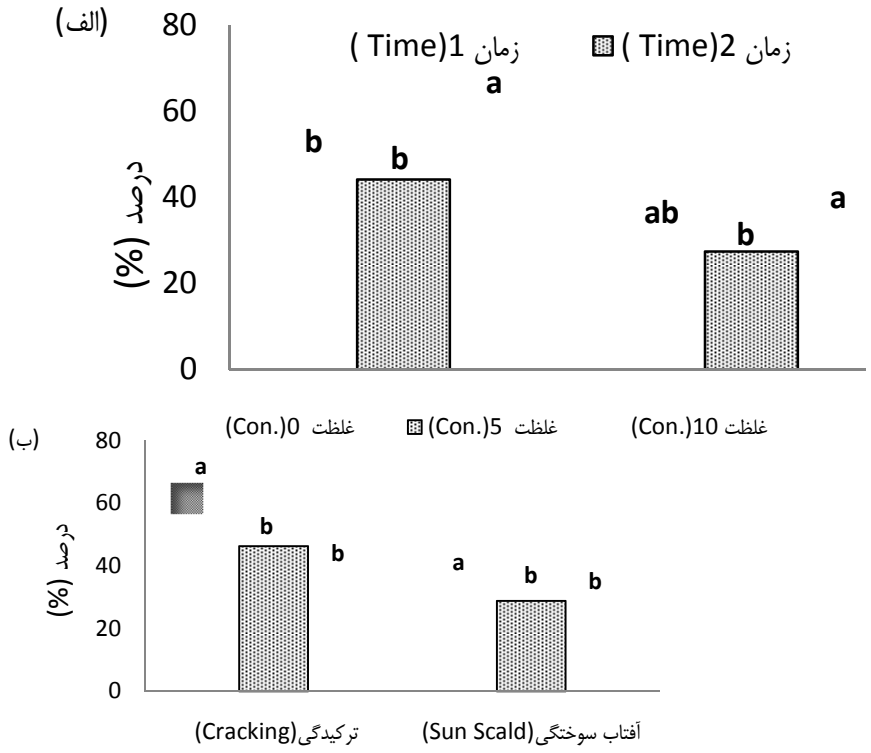
زمان	غلظت	ترکیدگی	وزن تر دانه	استحکام بافت	کل مواد جامد محلول	ویتامین ث
Time (day)	Concentration (g/l)	Cracking (%)	Fresh seed weight(g)	Firmness (kg/cm^2)	TSS (%)	Vitamin C (mg/g)
۱	۰	a۶۶/۲	^{c}۱۳۰/۴	^{cd}۸/۵	^{b}۱۲/۴	^{a}۱۱/۵
	۵	^{b}۴۳/۶	^{a}۱۷۵/۸	^{de}۸/۰	^{a}۱۴/۵	^{b}۹/۱
	۱۰	^{b}۳۳/۷	^{b}۱۵۱/۱	^{bc}۹/۱	^{a}۱۴/۶	^{c}۷/۷
۲	۰	^{a}۶۶/۴	^{c}۱۳۸/۶	^{e}۷/۵	^{b}۱۲/۶	^{a}۱۱/۶
	۵	^{b}۳۳/۸	^{bc}۱۴۱/۵	^{cde}۸/۴	^{a}۱۴/۷	^{b}۹/۱
	۱۰	^{b}۳۲/۱	^{a}۱۷۲/۴	^{cde}۸/۲	^{a}۱۵/۴	^{bc}۸/۵
۳	۰	^{a}۶۶/۴	^{c}۱۳۸/۸	^{ab}۱۰/۱	^{b}۱۳/۱	^{a}۱۱/۹
	۵	^{a}۶۲/۸	^{c}۱۳۶/۹	^{ab}۹/۸	^{a}۱۴/۵	^{a}۱۱/۷
	۱۰	^{a}۵۸/۵	^{b}۱۳۵/۵	^{a}۱۰/۱	^{a}۱۴/۳	^{a}۱۱/۹

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی باشد.

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

کلسیم از عناصر مهم وتأثیرگذار در افزایش استحکام دیواره سلولی و فعال‌شدن سیستم ایمنی در برابر تنش‌های محیطی از جمله ترکیدگی قبل از برداشت و از عوامل مهم در تعیین میزان مقاومت پوست در برابر فشارهای اعمال شده از طرف گوشت میوه می‌باشد (۶). کلسیم با جلوگیری از آنزیم پلی‌گالاکتوروناز سبب پایداری دیواره سلولی و حفظ الاستیسیته دیواره سلولی و کاهش ترکیدگی می‌شود (۱۹). فرهی آشتیانی (۱۱) بیان می‌کند کلسیم به دلیل به تاخیر انداختن پیری دیواره سلولی و نگه‌داری و ثبات غشاء، تنظیم بسیاری از فرآیندهای متابولیسمی و حالت نیمه‌تراوایی غشای سلولی، تقسیم سلولی، نشت یونی و افزایش سختی در غشای میانی دیواره سلولی باعث کاهش درصد ترکیدگی میوه‌ها می‌شود (۲۲).

اثر مراحل محلول‌پاشی کلسیم بر آفتاب‌سوختگی معنی‌دار بود و کمترین درصد آفتاب سوختگی در دومین مرحله محلول‌پاشی کلسیم به‌دست آمد (شکل۱) و در مرحله سوم بیشتر از دو مرحله قبلی بود. به نظر می‌رسد، به دلیل این‌که این مرحله به برداشت نزدیک شده، میوه رشد سریع خود را پشت سر گذاشته و مکانیزم‌هایی که باعث آفتاب‌سوختگی می‌شوند، قبل از این مرحله به وجود آمده‌اند، لذا آفتاب‌سوختگی افزایش یافته است. با افزایش غلظت کلریدکلسیم از میزان آفتاب‌سوختگی کاسته شده‌است، به طوریکه کمترین میزان درصد آفتاب‌سوختگی در غلظت‌های ۵ و ۱۰ گرم در لیتر کلرید کلسیم حاصل شده‌است. هرچند بین دو غلظت مذکور تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌گردد (شکل۱). کلسیم به سنتز و فعالیت اکسین کمک کرده و اکسین باعث رشد و نمو و توسعه شاخه و برگ‌ها و عدم ریزش برگ‌ها شده و میوه‌ها کمتر آفتاب‌سوخته می‌شوند (۱۰). ضمناً کلسیم از تولید اتیلن در گیاه جلوگیری می‌کند (۴). کلسیم از عوامل مهم و تأثیرگذار در افزایش استحکام دیواره سلولی و فعال شدن سیستم ایمنی گیاه در برابر تنش‌های محیطی از جمله آفتاب سوختگی می‌باشد (۲۵). اثرات متقابل غلظت و زمان بر درصد درصد آفتاب‌سوختگی معنی‌دار نشد.



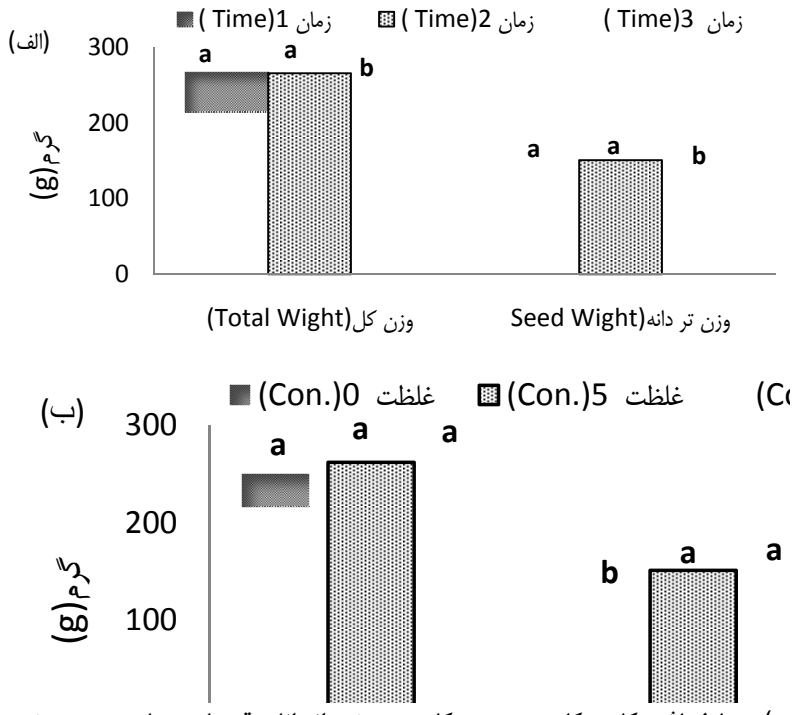
شکل۱- اثر زمان (الف) و غلظت (ب) محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر درصد ترکیدگی و آفتاب‌سوختگی میوه انار رقم ملس ساوه.

حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در آزمون LSD در سطح ۵ درصد است.

Figure 1 - The effect of the time (a) and concentration (b) of calcium chloride spraying on cracking and sun scald percentage of pomegranate fruit cv. Malase Saveh. Means with different letter are significant in LSD test at 5% level.

اثر زمان مختلف محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر وزن کل معنی‌دار گردید. نمودار مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که بیشترین میزان وزن کل در مرحله اول محلول‌پاشی به‌دست آمد و کمترین آن در سومین زمان محلول‌پاشی کلریدکلسیم به‌دست آمد و مرحله سوم محلول‌پاشی کلرید کلسیم تفاوت معناداری با مراحل اول و دوم داشته‌است (شکل ۲). به نظر می‌رسد کلرید کلسیم با نزدیک شدن به مرحله سوم باعث افزایش استحکام بافت میوه شده و در نتیجه با ممانعت از رشد و ابعاد میوه باعث عدم افزایش وزن میوه می‌گردد و ضمناً در این مرحله باتوجه به اینکه به مرحله برداشت خیلی نزدیک می‌باشد میوه حداکثر رشد و نمو خود را تا قبل از این مرحله انجام داده است و محلول‌پاشی در این مرحله اثر بارزی مثل مراحل اول و دوم نخواهد داشت. غلظت‌های مختلف کلریدکلسیم و اثرات متقابل غلظت و زمان محلول‌پاشی بر وزن کل معنی‌داری نگردید.

اثر زمان و غلظت مختلف کلریدکلسیم و اثرات متقابل آن دو بر میزان وزن تر دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. بیشترین وزن تر دانه در اولین مرحله محلول‌پاشی و کمترین آن در مرحله سوم حاصل شد. یعنی هرچه به مرحله سوم نزدیک‌تر شده است از میزان وزن تر دانه کاسته شد. روند تغیرات وزن تر دانه با افزایش غلظت افزایشی بوده است به طوری که کمترین وزن تر دانه در تیمار شاهد و بیشترین میزان آن در غلظت ۱۰ گرم بر لیتر بدست آمد (شکل ۲). با توجه به جدول مقایسه میانگین ۱ اثر متقابل دو عامل مذکور بالاترین وزن تر دانه در مرحله اول و با غلظت ۵ گرم در لیتر بدست آمد. درتحقیقی (۱۸) محققان با محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف کلریدکلسیم (۰/۱، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۵ درصد)، در دو زمان ریزش گلبرگ‌های سیب و بعد از تشکیل میوه مشاهده کردند کلریدکلسیم باعث افزایش وزن میوه‌های سیب رقم Anna می‌شود. نقش کلریدکلسیم در افزایش اندازه میوه شاید به دلیل انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ به میوه و یا نقش آن در افزایش ریشه‌های موئین، تقسیم سلولی ریشه و مقاوم کردن ریشه به پوسیدگی باشد؛ که باعث افزایش جذب مواد غذایی و آب از آن می‌شود. محلول‌پاشی درختان انار با کلریدکلسیم در زمان تمام‌گل و یک‌ماه پس از تمام‌گل، سبب افزایش وزن کل میوه‌ها شد. محلول‌پاشی این درختان، در زمان تمام‌گل باعث کاهش وزن دانه و یک‌ماه پس از تمام‌گل باعث افزایش وزن دانه گردیده است (۲۱). تفاوت اثر زمان محلول‌پاشی وغلظت متفاوت کلرید کلسیم و اثرات متقابل آن‌ها بر وزن خشک پوسته معنی دار نبود.



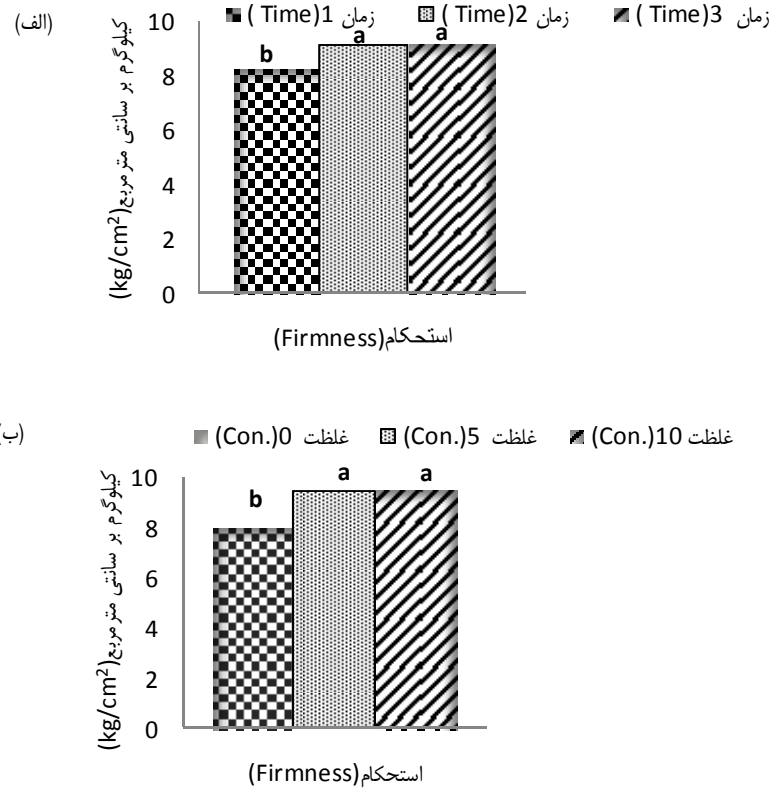
شکل۲ – اثر زمان (الف) و غلظت (ب) محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر وزن کل و وزن تر دانه انار رقم ملس ساوه. حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در آزمون LSD در سطح ۵ درصد است.

Figure 2 - The effect of the time (a) and concentration (b) of calcium chloride spraying on total fruit and fresh seed weight of pomegranate cv. Malase Saveh. Means with different letter are significant in LSD test at 5% level.

اختلاف اثر سه زمان مختلف محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر استحکام بافت در سطح ۵ درصد معنی دار شد به طوری که بیشترین و کمترین میزان این صفت به ترتیب در سومین و اولین زمان محلول‌پاشی کلریدکلسیم به دست آمد (شکل ۳).

اثر کلرید کلسیم بر استحکام بافت میوه‌ی انار در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است. به طوری که بیشترین استحکام بافت در غلظت ۱۰ گرم در لیتر کلرید کلسیم بدست آمد (شکل ۳). اثرات متقابل زمان و غلظت محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر استحکام بافت در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است. با توجه به جدول مقایسه میانگین اثر متقابل دو عامل مذکور، بالاترین استحکام بافت در مرحله سوم محلول‌پاشی و با غلظت۱۰ گرم در لیتر کلرید کلسیم به‌دست آمد (جدول۱). کلسیم جزء اصلی ساختمان دیواره سلول می‌باشد و در تیغه‌ی میانی سلول نقش اساسی دارد، افزایش میزان کلسیم در سلول باعث افزایش میزان پکتات‌کلسیم و ضخامت دیوارهٔ سلول شده و در نتیجه استحکام بافت را افزایش می‌دهد. هم‌چنین دلیل این امر را جلوگیری کلریدکلسیم از تبدیل پکتین نامحلول به محلول و کاهش استحکام بافت بیان کردند. علاوه بر این پژوهشگران دلیل افزایش استحکام بافت میوه توسط کلریدکلسیم را نقش کلیدی کلسیم در کاهش تولید CO_2 و C_2H_2، جلوگیری از کاهش اسید آسکوربیک، کاهش خروج آب از سلول و درنتیجه کاهش پلاسمولیز و پیری میوه می‌دانند و بیان می‌کنند که کلسیم عامل اتصال‌دهنده بین سلولی است و به ترکیبات پکتین در تیغه میانی ثبات می‌بخشد (۲۷). در پلی‌مرهای پکتین دو زنجیره اسیدگالاکترونیک از طریق پیوند کلسیم به هم متصل می‌شود. کلسیم با برقرار کردن اتصالات عرضی بین مولکولی درون قالب پلی‌مرهای پکتین مواد اولیه کم‌تر یا مقاوم‌تری را در برابر آنزیم پلی‌گالاکتروناز قرار می‌دهد (۶ و ۱۶).

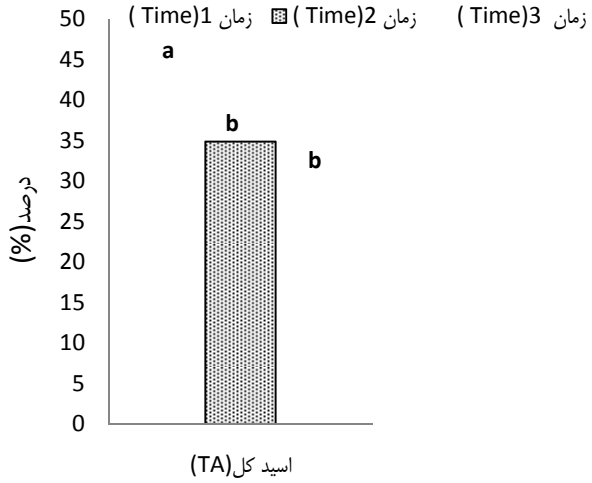
اثر زمان محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر میزان اسید کل معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین میزان اسید کل به ترتیب در اولین و سومین مرحله پاشش کلرید کلسیم به دست آمد (شکل ۴). در تحقیقی که روی انار رقم ملس ترش ساوه صورت گرفت، مشاهده شد اسیدیته آب میوه در ابتدای دوره رشد میوه بالا بوده، ولی به سرعت طی ۵۰ الی ۶۰ روز پس از تشکیل میوه کاهش می یابد و سپس با پیشرفت دوره رشد میوه و نزدیک شدن به مرحله بلوغ اسیدیته آب میوه به تدریج افزایش یافته و در انتهای دوره رشد به ۳/۴۸ می رسد (۳۰ و ۳۱). اثر کلرید کلسیم و اثرات متقابل دو فاکتور بر اسید کل میوه انار معنی‌دار نگردید.



شکل۳ – اثر زمان (الف) و غلظت (ب) محلول‌پاشی کلرید کلسیم براستحکام بافت میوه انار رقم ملس ساوه.

حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در آزمون LSD در سطح ۵ درصد است.

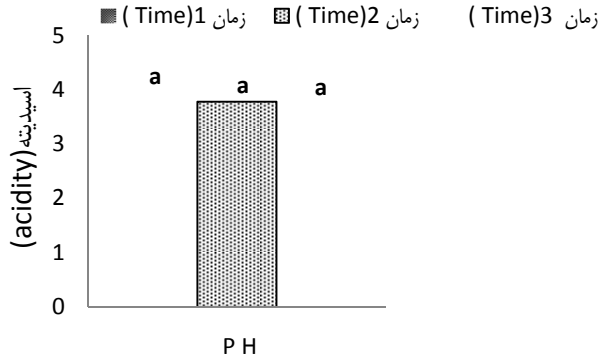
Figure 3 - The effect of the time (a) and concentration (b) of calcium chloride spraying on fruit skin firmness of pomegranate cv. Malase Saveh. Means with different letter are significant in LSD test at 5% level.



شکل٤- مقایسه میانگین اثر زمان محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر اسید کل میوه .

حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در آزمون LSD در سطح ۵ درصد است.

Fig. 4. Mean comparison of effect of time (a) and concentration (b) of calcium chloride spraying on total acid (TA) of pomegranate fruit cv. Malase Saveh. Means with different letter are significant in LSD test at 5% level.



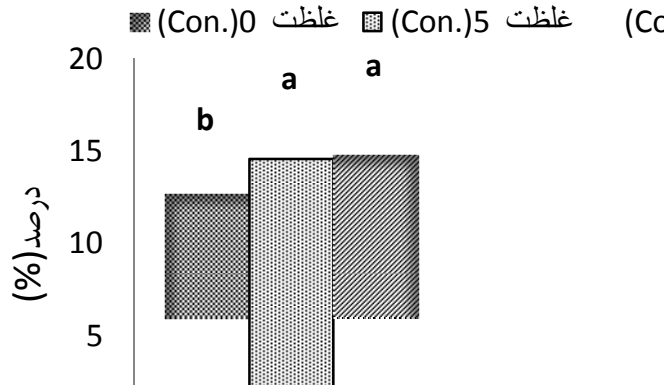
شکل۵ - اثر زمان محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر pH میوه انار رقم ملس ساوه.

حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در آزمون LSD در سطح ۵ درصد است.

Figure 5 - The effect of the time (a) and concentration (b) of calcium chloride spraying on fruit pH of pomegranate cv. Malase Saveh. Means with different letter are significant in LSD test at 5% level.

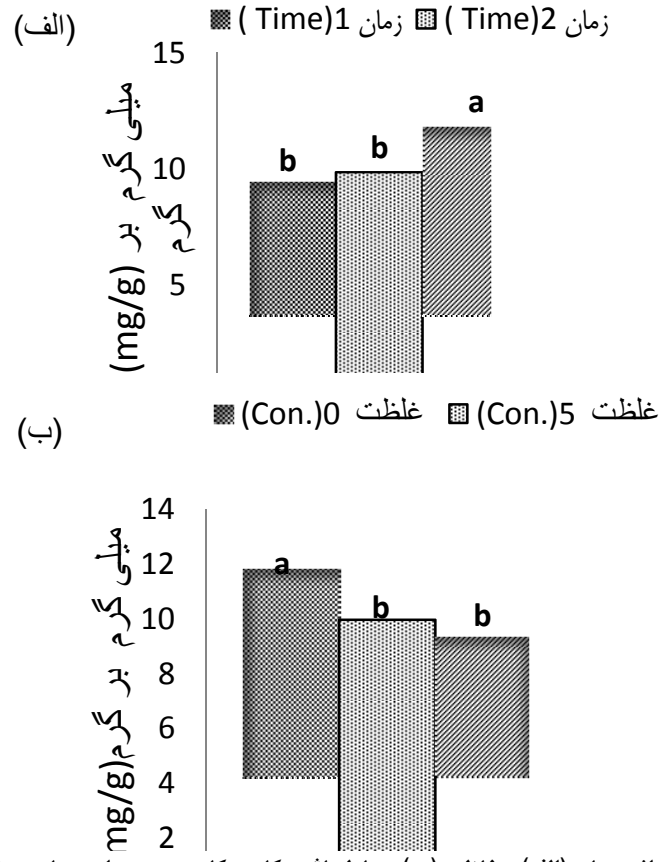
اثر زمان محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر میزان pH در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. نمودار مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد تغییرات pH با نزدیک شدن به مرحله سوم روند کاهشی داشته است به طوری‌که بیشترین و کمترین میزان pH به ترتیب در اولین و سومین مرحله پاشش کلرید کلسیم به‌دست آمد (شکل ۵). اثر کلرید کلسیم و اثرات متقابل دو فاکتور بر میزان pH معنی‌دار نبوده است. کلسیم باعث کاهش تولید اتیلن، کاهش تنفس و در نتیجه تعویق پیری گیاه، رسیدن میوه، دوام فسفولیپیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه در گیاه می‌شود (۱) هم‌چنین بلوغ و رسیدن میوه را به تاخیر می‌اندازد (۷). لذا به نظر می‌رسد، کلسیم با به تاخیر انداختن فرایندها و مکانیزم‌هایی که در مرحله رسیدن میوه اتفاق می‌افتد، باعث جلوگیری از افزایش اسیدیته میوه می‌شود.

اختلاف اثر سه غلظت مختلف کلرید کلسیم بر مواد جامد محلول میوه‌ی انار در سطح ۵ درصد نسبت به شاهد معنی‌دار بوده است. بیشترین مواد جامد محلول در غلظت ۱۰ گرم در لیتر کلریدکلسیم بدست آمد (شکل ۶). اثر زمان و اثرات متقابل دو تیمار بر میزان مواد جامد محلول در سطح احتمال ۵ درصد معنادار نبود.



شکل٦ – اثر غلظت محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر کل مواد جامد محلول (TSS) و نسبت اسید کل بر کل مواد جامد محلول (TSS/TA) میوه انار رقم ملس ساوه. حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در آزمون LSD در سطح ۵ درصد است.

Figure 6 - The effect of the time (a) and concentration (b) of calcium chloride spraying on fruit total soluble solid (TSS) and total acid (TA) to TSS ratio (TSS/TA) of pomegranate cv. Malase Saveh. Means with different letter are significant in LSD test at 5% level.



شکل۷ – اثر زمان (الف) و غلظت (ب) محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر میزان ویتامین ث میوه انار رقم ملس ساوه.

حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در آزمون LSD در سطح ۵ درصد است.

Figure 7 - The effect of the time (a) and concentration (b) of calcium chloride spraying on fruit vitamin C amount of pomegranate cv. Malase Saveh. Means with different letter are significant in LSD test at 5% level**.**

رنجبر و همکاران (۲۲) با محلول‌پاشی قبل از برداشت غلظت‌های مختلف کلریدکلسیم (صفر، ۱ و ۲ درصد) روی میوه انار به این نتیجه دست یافتند که کلریدکلسیم پس از خروج میوه‌ها از انبار باعث کاهش اسید کل و افزایش نسبت مواد جامد محلول به اسید کل نسبت به شاهد می‌شود. در تحقیقی (۱۷) با محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف کلریدکلسیم (۰/۱، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۵ درصد) در زمان ریزش گلبرگ‌های سیب و بعد از تشکیل میوه محققان دریافتند که کلریدکلسیم باعث افزایش مواد جامد محلول و کاهش اسید کل (غلظت ۰/۵درصد) میوه‌های سیب رقم Anna می‌شود. همچنین گزارش شده (۳) غوطه‌ور ساختن میوه‌های لاکووات (Loquat) در کلریدکلسیم باعث افزایش مواد جامد محلول میوه‌ها می‌شود. محلول‌پاشی میوه‌های انار با پتاسیم و بر (۱/۵ و ۳ میلی‌گرم بر لیتر) باعث افزایش مواد جامد محلول میوه‌ها نسبت به شاهد می‌شود. درحالی‌که اثر پتاسیم روی اسید کل افزاینده و اثر بر کاهنده می‌باشد (۲۹). محققی (۲۳) بامحلول‌پاشی کلرید کلسیم باغلظت‌های ۵ و ۱۰ درصد در انار نشان داد که با افزایش غلظت میزان مواد جامد محلول و نسبت این مواد به اسید کل افزایش و میزان اسید کل کاهش می‌یابد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت اثر زمان محلول–پاشی و غلظت متفاوت کلرید کلسیم و اثرات متقابل آن‌ها بر میزان ویتامین ث در سطح ۵ درصد معنی دار شد. نمودار مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که با نزدیک شدن به مرحله سوم محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر میزان ویتامین ث افزوده شد و همچنین با محلول‌پاشی کلرید کلسیم و افزایش غلظت، تغییرات ویتامین ث روند کاهشی نسبت به شاهد داشته‌است به طوری که بیشترین میزان ویتامین ث در تیمار شاهد به‌دست آمد (شکل۷). با توجه به جدول مقایسه میانگین اثر متقابل دو عامل مذکور بالاترین میزان ویتامین ث در مرحله سوم و در تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول۱).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی کلریدکلسیم باعث کاهش درصد ترکیدگی و آفتاب‌سوختگی شد و غلظت بالاتر و محلول پاشی زودتر باعث افزایش فاکتورهای کمی میوه گردید و استحکام بافت با افزایش غلظت و محلول‌پاشی دیرتر افزایش یافت.

منابع

1- Aboot J.A. and Conway W.S. 1989. Postharvest calcium chloride infiltration affects textural attributes of apples. Journal of American Horticulture Sciences 114:932-936.
2- Akhiyani A. 1988. Important pomegranate pests and diseases in Yazd and Esfahan providence. Seminar of pomegranate problem investigation in Iran. Jahad Daneshgahi publishers, Tehran University 47-62. (in Persian)
3- Akhtar A., Nadem A. and Hussain A. 2010. Effect of calcium chloride treatments on quality haracteristics of Loquat fruit during storage. Pakistanian Journal of Botanny 42(1):181-188.
4- Andris H. 2003. Preventing cherry cracking challenge for state's growers. Western Farm Press 3.
5- Asgari N. 1998. Pomegranate and society link. Geographical Research. (in Persian)
6- Atarzadeh M. and Mahdavinia Z. 2008. Pre-harvest fruit cracking problem in citrus. Agriculture Research, Education and Extension Organization, Agriculture Education Publisher, Karaj. (in Persian)
7- Basirat M., Dorodi S. and Malakooti M.J. 2001. Calcium Chloride spraying necessary and protocol applying in fruit orchard, tomato, strawberry and watermelon farm and ornamental flower. Special Paper 174, Agriculture Research, Education and Extension Organization, Agriculture Education Publisher, Karaj. (in Persian)
8- Brown.G., Wilson S., Boucher W., Graham B. and Mcglason B. 2000. Effects of copper-calcium sprays on fruit cracking in sweet cherry (*Prunus avium*). Scientia Horticulturae 62:75-80.
9- El-Khawaga A.S. 2007. Reduction in fruit cracking in manfaluty pomegranate following a foliar application with paclobutrazol and zinc sulphate. Journal of Applied Sciences Research 3(9):837-840.
10- Fageria M.S., Dhaka R.S. and Chaudhary N.L. 1995. Determination of maturity standards of dates. Acta Horticultura 426-432.
11- Farahi Ashtiani S. 1994. Fruit cracking and mineral element of pomegranate skin in different cultivation condition. Modares Technical and Engineering 1(1): 5-13. (in Persian)
12- Farahi M.H., Aboutalebi A. and Panahi Kordlaghari Kh. 2008. Study on the changes of post harvest red and golden delicious apple flesh firmness in relation with rootstock, cultivar, and calcium chloride treatments. Pajouhesh and Sazandegi 78: 74-79. (in Persian with English abstract)
13- Ghrahshikh Biat R. 2005. Anatomy study of pomegranate fruit cracking in Malas Saveh cultivar. Pajouhesh and Sazandegi Organization in Agronomy and Horticulture 69. (in Persian)
14- Glenn A.S., Gregory M., Reddy N. and Poovaiah B.W. 1988. Effect of calcium on cell wall structure, protein

phosphorylation and protein profile in senescing apples. Plant and Cell Physiology 29(4): 565-572.
15- Hepaksoy S., Aksoy. U., Can. H.Z. and Uei M.A. 2000. Determination of relationship between fruit cracking and physiological responses, leaf characteristics and nutritional status of some Pomegranate varieties. CIHEAM-Option Mediterranean 1062: 87-92.
16- Hepaksoy. S., Aksoy U. and Can H.Z. 1998. Determination of relationship between fruit cracking and some physiological responses,leaf characteristic and nutritional status of some pomegranate varieties. CIHEAM- Options Mediterranean 42:87-92.
17- Kathryn C. and Brannen P. 2008. Effect s of foliar calcium application on peach fruit quality, shelf-life, and fruit rot. Albion Conference on Plant Nutrition. Utah. USA.
18- Khalifa R. Kh.M., Omania M., Hafez S. and Abd-El khair H. 2009. Influence of foliar spraying with boron and calcium on productivity, fruit quality, nutritional status and controlling of blossom end rot disease of anna apple trees. World Journal of Agriculture Sciences 5(2):237-349.
19- Khoshgoftar Manesh A. 2007. Principal of plant nutrition. Isfahan University of Technology Publisher, First Edition, Esfahan. (in Persian)
20- Mirjalili A. 2002. Recognition of pomegranate. Agriculture Education Publisher, Tehran.
21- Ramezanian A., Rahemia M. and Vazifehshenas M.R. 2009. Effects of foliar application of calcium chloride and urea on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate Fruits. Scientia Horticulturae 121:171-175.
22- Ranjbar H., Hassanpour Asil M., Asgari M.A., Sameeizadeh H. and Baniasadi A. 2007. The effects of calcium chloride, hot water treatment, and polyethylene bag packaging on the storage life and quality of pomegranate cv. Malas-Saveh. Iranian Journal of Food Science and Technology 4(2): 1-10.
23- Rouhi V. and Esmilzde A. 2013. Effect of gibberellin concentration and spraying time on cracking of pomegranate fruit (Punica granatum L. CV. “Malas Esfahan”). Journal of Horticultural Science 27 (3): 310-317. (in Persian with English abstract)
24- Sandesh K. 2010. Fruit cracking: A challenging problem of fruit industry. Annals of botany company. Committed to promote agriculture oxford journals. Oxford University Press 1095-8290.
25- Shabani Sangtarashani A., Tabatabaei S.J. and Bolndnazar S. 2011. Effect of potassium on proline, lycopeneand C vitamin concentration of cherry tomato under NaCl salinity conditions. p. 1236–1238. In Proceedings of the 7th Iranian congress of Horticulture, 9-11 Sep. 2011. Isfahan University of Technology, Esfahan, Iran. (in Persian with English abstract)
26- Shakeri M. and Dehghani A. 2007. Comparison of 11 cultivars of Yazd province pomegranates. Pajouhesh and Sazandegi 77: 131-142. (in Persian with English abstract)
27- Singh R.P. 1990. Influence of different cultural practice on premature fruit cracking of pomegranate. Progressive Horticulture 22:92-96.
28- Tabatabaei Ardekani Z. 1997. Effect of soil applying of paclobutrazol and uniconazole on yield component and flower morphological of pomegranate “CV. Shahsavar and Zagh” in Yazd region. Msc. Thesis, Shiraz University, Shiraz.. (in Persian with English abstract)
29- Tehranifar A. and Mahmoodi Tabar S. 2009. Foliar aplication of polassium and boron during pomegranate fruit developnent can improve fruit quality. Horticulture, Environment and Biotechnology 50(3):191-196.
30- Varasteh F. 2006. Physico-chemical seasonal changes of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit ‘Malas-e-Torsh-e-Saveh’ in Iran. Acta Horticurae 769: 255-258.
31- Varasteh F., Arzani K., Tabatabaei S.Z. and Zamani Z. 2008. Physico-chemical seasonal changes of pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit ‘Malas-e-Torsh-e-Saveh’ in Iran. Acta Horticurae 769:255-258.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۱۷۵-۱۶۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 168-175
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر تیمارهای پرایمینگ برخصوصیات جوانه‌زنی بذر دو رقم گیاه دارویی خردل (*Brassica compestris* var. Parkland and Goldrash)

مرتضی گلدانی[1*] - صدیقه مزروعی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۰۲

چکیده

آبدهی بذر قبل از کاشت منجر به جذب فیزیکی آب و شروع فرآیندهای بیوشیمیایی و هیدرولیز قندها می‌شود، به‌طوری‌که شرایط جوانه‌زنی و قدرت رویش بذر و گیاهچه بهبود می‌یابد. این تحقیق به منظور تعیین اثرات پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر، تعیین مناسب‌ترین روش پرایمینگ و هم‌چنین تعیین غلظت محلول پرایم بر جوانه‌زنی بذر ارقام Parkland و Goldrash گیاه دارویی خردل بصورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۲ انجام شد. در این آزمایش بذور تحت تاثیر تیمارهای هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ با محلول‌های۴- و۱۶- مگاپاسکال اوره و سولفات روی قرار گرفتند و شاهد نیز شامل تیمار بدون پرایم بود. نتایج حاکی از آن بود که خصوصیات جوانه‌زنی شامل سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه رقم Goldrash مناسب‌تر بود و حداکثر بهبود جوانه‌زنی در بذور هیدروپرایمینگ شده مشاهده شد، به طوری‌که در این تیمار اختلاف سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه نسبت به سایر تیمارها معنی‌دار بود. ولی بذور اسموپرایمینگ شده مشابه و حتی در برخی موارد ضعیف‌تر از شاهد بودند. به طوری‌که در تیمار اسموپرایمینگ با سولفات روی صفات جوانه‌زنی هر دو رقم کاهش نشان دادند و بیشترین کاهش با محلول ۱۶- مگا پاسکال سولفات روی در رقم Parkland به دست آمد، به طوری‌که درصد جوانه‌زنی در تیمار اسموپرایمینگ با محلول‌های۱۶- مگاپاسکال سولفات روی در مقایسه با شاهد ۸۶ درصد کاهش نشان داد. به طورکلی نتایج نشان داد که شاخص‌های جوانه‌زنی واریته Goldrash در شرایط هیدروپرایمینگ مطلوب‌تر بود.

واژه‌های کلیدی: اسموپرایمینگ، هیدروپرایمینگ، شب بو، درصد و سرعت جوانه‌زنی

مقدمه

خردل (*Brassica compestris*) گیاهی قدیمی است که به طور وسیعی در نواحی خشک و نیمه خشک رشد می‌کند. سلول‌های اپیدرمی دانه آن دارای موسیلاژ است. این گیاه دارای گونه‌هایی با فرم و خصوصیات رشدی متفاوتی می‌باشد. خردل دارای ریشه مسطح، بدون طوقه طویل، ساقه ۳۰ تا ۱۲۰ سانتی متر است. برگ‌های آن صاف، پهن و کرکی می‌باشد و دارای گل‌های زرد و کوچک است (۲۴). استقرار گیاهچه یک مرحله حساس در فرآیند تولید محصولات گیاهی است. یکنواختی و میزان درصد سبز شدن بذور در کشت مستقیم می‌تواند تاثیر زیادی روی میزان عملکرد و کیفیت تولید داشته باشد (۱ و ۲۴). در سال‌های گذشته تلاش‌های زیادی برای بهبود شرایط جوانه‌زنی و قدرت رویش بذر و گیاهچه گیاهان مختلف برای کاشت در محیط‌های ویژه انجام شده است. یکی از روش‌های پیشرفته استفاده از تکنولوژی پرایمینگ (آبگیری بذر) است با این روش می‌توان قدرت جوانه‌زنی و رویش بذور را در شرایط کاهش پتانسیل اسمزی، افزایش داد (۱۰ و ۲۳). پرایمینگ بنا به تعریف به تیمار بذر قبل از کاشت اطلاق می‌شود که به وسیله آن بذر مرحله اول جوانه‌زنی را طی می‌کند ولی به دلیل پایین بودن میزان آب جذب شده از خروج ریشه‌چه ممانعت به عمل می‌آید. به عبارت دیگر در جریان پرایمینگ بذر از مرحله جوانه‌زنی تا شروع تقسیم سلولی تحریک می‌شود و پس از خشک شدن و آبگیری مجدد از همان نقطه‌ای که خشک شده بود شروع به فعالیت می‌کند (۵). هدف از تکنولوژی آبگیری بذر افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، خروج یکنواخت‌تر و سریع‌تر نهال‌ها، پیشرفت بلوغ و افزایش یکنواختی استقرار گیاهچه، تحمل درجه حرارت‌های وسیع برای جوانه‌زنی، اصلاح سلول‌های آسیب دیده، ضعیف کردن مانع برای رشد جنین، مقابله با آفات و بیماری‌ها، کاهش زمان نگهداری، حذف خفتگی، بهبود کیفیت محصول و برداشت، مقاومت به شرایط نامساعد محیطی

۱ و ۲- دانشیار و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*-نویسنده مسئول: Email: goldani@um.ac.ir)

در هنگام کاشت و افزایش در قدرت نمو گیاه اشاره کرد (۴، ۷، ۹ و ۱۹).

رایج‌ترین روش‌های پرایمینگ شامل هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ می‌باشد که اسموپرایمینگ نوع خاصی از آماده‌سازی پیش از کاشت بذور بوده که از طریق خواباندن بذور در محلول‌های با پتانسیل اسمزی پایین حاوی مواد شیمیایی مختلفی هم‌چون پلی‌اتیلن گلیکول، کلریدسدیم، نیترات‌پتاسیم، گلیسرول و مانیتول به دست می‌آید (۲، ۱۰، ۱۲ و ۱۶). اسموپرایمینگ توسط اوره برای تقویت بنیه بذور استفاده می‌شود، به‌طوری‌که در فرایند آنزیم‌های دخیل در فرآیند جوانه‌زنی به درصد و سرعت جوانه‌زنی کمک کند (۲۳). از طرفی توقف رشد سیستم ریشه‌ای دانهال در حضور عناصر مانند سولفات روی و مس به‌دلیل تخریب موضعی مراحل متابولیکی دانهال دانسته‌اند (۲۵). در روش هیدروپرایمینگ بذور با آب خالص و بدون استفاده از هیچ ماده شیمیایی تیمار می‌شوند، که این نوع پرایمینگ بسیار ساده و ارزان بوده و مقدار جذب آب، از طریق مدت زمانی که بذور در تماس با آب هستند، کنترل می‌شود (۲، ۱۳ و ۱۸). بعضی از محققین اثرات مثبت پرایمینگ روی جوانه‌زنی گیاهان مختلف را مورد بررسی قرار دادند و اظهار داشتند که این روش‌های تیماری در افزایش جوانه‌زنی موثر بوده و باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌شوند (۶، ۹، ۱۵ و ۲۱). هدف کلی پرایمینگ بذر، آبدهی جزئی بذر می‌باشد به‌طوری‌که بذور مرحله اول (جذب فیزیکی آب) و دوم (شروع فرآیندهای بیوشیمیایی وهیدرولیز قندها) جوانه‌زنی را پشت سر گذاشته ولی از ورود به مرحله سوم جوانه‌زنی (مصرف قند توسط جنین و ر شد ریشه‌چه) باز می‌ماند (۵). بنابراین با توجه به اهمیت فرایند پرایمینگ در افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی بیشتر در استقرار گیاهچه، مقاومت به شرایط نامساعد محیطی از جمله رکود بذر خردل، تنش شوری و خشکی در هنگام کاشت و افزایش در قدرت نمو گیاه، این تحقیق با هدف مطالعه تاثیر بهترین تیمارهای هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام خردل اجراء شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در پتری‌دیش (نه سانتیمتری حاوی یک ورق کاغذ واتمن شماره یک) در آزمایشگاه تحقیقات عالی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۲ انجام شد، عامل اول شامل دو رقم خردل Golarash و Parkland (تهیه شده از مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی) و عامل دوم شامل شش سطح پرایمینگ (تیمارهای اسموپرایمینگ با اوره۵۰ ppm و ۱۰۰ ppm، سولفات روی ۵۰ ppm و ۱۰۰ ppmو هیدروپرایمینگ (آب مقطر) و بدون پرایم (شاهد)) بود.

ابتدا به منظور جلوگیری از آلودگی، پتریدیش‌ها با هیپوکلریت ۵ درصد ضدعفونی شده و با آب مقطر شستشو داده شدند و در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت در آون قرار گرفتند. پیش از شروع آزمایش، بذرها نیز در محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به مدت ۶۰ ثانیه خیسانده و سپس با آب مقطر شستشو داده شدند. تعداد ۵۰ عدد بذر به طور تصادفی در هر یک از محلول‌های تهیه شده (اوره ۵۰ و ppm ۱۰۰، سولفات روی ۵۰ و ppm ۱۰۰ و آب مقطر) روی پتری‌دیش (نه سانتی‌متری حاوی یک ورق کاغذ واتمن شماره یک) چیده شد و به مدت ۱۶ ساعت در محیط آزمایشگاه قرار گرفتند. سپس بذور در محیط آزمایشگاه خشک شدند و سپس کشت انجام شد و در هر پتری آزمایشی، پنج میلی‌لیتر آب مقطر و یا محلول مورد آزمایش اضافه شد، و برای جلوگیری از تبخیر رطوبت، پتری‌ها درون پلاستیک‌های قرار گرفتند و درب آن‌ها توسط چسب نواری محکم شد، و در صورت نیاز یک تا دو میلی‌لیتر محلول مورد نظر به ظروف پتری در طول آزمایش افزوده شد. و در ژرمیناتور با دمای ۱±۲۵ قرار داده شدند. شمارش بذرهای جوانه‌زده هر روز در زمان مشخصی پس از شروع آزمایش انجام شد. در روز چهاردهم بعد از انجام آزمایش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه اندازه‌گیری و ثبت گردید.

برای محاسبه درصد و سرعت جوانه زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT[1]) و بنیه بذر طبق معادله الیس و روبرت (۱۱) از روابط ۱، ۲، ۳ و ۴ استفاده شد.

(۱) تعداد کل بذور/ (۱۰۰× تعداد بذور جوانه زده تا روزi)Σ= درصد جوانه زنی

(۲) i/(۱۰۰ × تعداد بذور جوانه زده تا روزi)Σ= سرعت جوانه زنی

(۳) $MGT=\Sigma\ Dn/N$

(۴) درصد جوانه زنی × وزن خشک = بنیه بذر

که در این معادله‌ها، i = شماره روزهای مورد نظر پس از شروع آزمایش، n = تعداد بذر جوانه‌زده در روز D اُم، D = تعداد روزها از شروع جوانه‌زنی و N تعداد کل بذور جوانه‌زده می‌باشد. البته وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه به علت بسیار کوچک بودن در مقایسه‌ها آورده نشده است.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها تجزیه واریانس داده ها از نرم افزارهای آماری MSTAT-C، MINTAB، رسم نمودارها از نرم-افزار Excel و از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

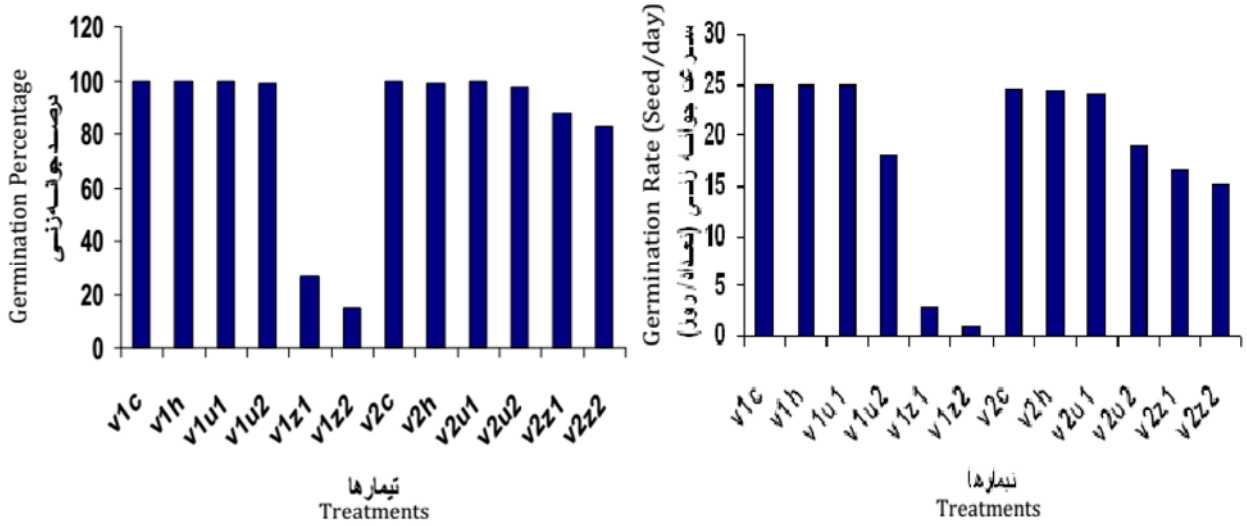
نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس اثر تیمارهای پرایمینگ بر خصوصیات جوانه‌زنی دو رقم خردل حاکی از این است که تیمارهای پرایمینگ

1- Mean germination time

صفات طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی و بنیه بذر را در سطح ۵ درصد تحت تاثیر قرار داد (جدول ۳). به طوری‌که حداکثر درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمارهای شاهد و هیدروپرایمینگ و حداقل آن‌ها در اسموپرایمینگ سولفات روی ۱۶- مگاپاسکال (به‌ترتیب ۱۴/۶ درصد و ۰/۹۲ برای Parkland و ۸۲/۶ درصد و ۱۵ برای Goldrash) بدست آمد (جدول‌های ۱ و۲). البته با افزایش غلظت محلول اوره و سولفات روی شدت کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت (شکل ۱) به طوری‌که درصد جوانه‌زنی در تیمار اسموپرایمینگ با محلول‌های۱۶- مگاپاسکال سولفات روی در مقایسه با شاهد ۸۶ درصد کاهش نشان داد (جدول ۱). حداقل متوسط زمان جوانه‌زنی که بیان‌گر سرعت بالاتر جوانه‌زنی است در بذور هیدروپرایمینگ مشاهده شد (جدول‌های ۱ و ۲ و شکل ۳). در هر دو واریته کاربرد سولفات روی باعث کاهش بنیه بذر شد ولی این کاهش در واریته Goldrash از شیب کمتری برخوردار بود. با توجه به این‌که اغلب عناصر کم مصرف مانند روی، مس، کبالت جز فلزات سنگین نیز طبقه‌بندی می‌شوند زمانی‌که غلظت آن‌ها در خاک و بافت‌های گیاهی بالاتر از حد کفایت گیاهی باشد به‌علت ایجاد مسمومیت، رشد و عملکرد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهند. لذا استفاده از عناصر سنگین مانند عنصر روی به علت ایجاد سمیت در بافت‌های گیاه، باعث اختلال و ممانعت از رشد گیاه می‌شود، که البته خسارت ناشی از عنصر روی بسته به گونه گیاهی و غلظت عنصر متفاوت است (۱۹). حداکثر شاخص قدرت گیاهچه در بذور هیدروپرایمینگ به دست آمد و به طور کلی تاثیر تیمارهای اسموپرایمینگ در بیشتر موارد ضعیف‌تر از شاهد بود (شکل ۳). تقی زاده و همکاران (۲۵) اظهار داشتند که در اسموپرایمینگ توسط سولفات روی، رشد سیستم ریشه بدلیل تخریب موضعی مراحل متابولیکی متوقف می‌شود. بذرها در هیدروپرایمینگ تا اندازه‌ای هیدراته شده و آماس سلولی در آن‌ها اتفاق می افتد، که در این آزمایش در مقایسه با اسموپرایمینگ، فرایند هیدراته شدن در تیمار هیدروپرایمینگ تسریع یافت و شاخص‌های جوانه‌زنی مطلوبتر بود.

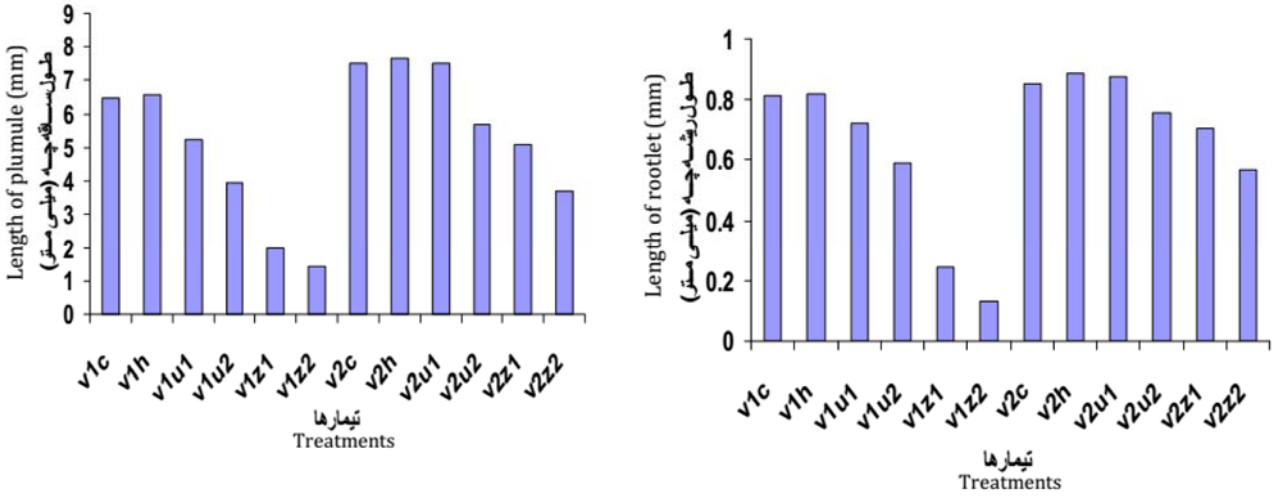
نتایج نشان داد که تیمارهای هیدروپرایمینگ در مقایسه با اسموپرایمینگ توانستند به مقدار کمی جوانه‌زنی بذور هر دو رقم را بهبود دهند. ولی نحوه عمل بذور تیمار شده با سولفات روی برای اکثر صفات ضعیف‌تر و دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد بود و به طور کلی رقم Goldrash نسبت به رقم Parkland خصوصیات جوانه‌زنی برتری را نشان داد و اسمو پرایمینگ اوره نتیجه بهتری نسبت به اسموپرایمینگ با سولفات‌روی داشت (جدول‌های ۱، ۲ و ۳) و (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). اجتناب از جذب عناصر سنگین یا تجمع آن‌ها در بافت گیاه (مانند عنصر روی) بدون ظهور علامت سمیت در گیاه، نشانگر تحمل گیاه به عناصر سنگین است. در این تحقیق واریته Goldrash تحمل بیشتری به عنصر سنگین روی نشان داد. به نظر می‌رسد رقم Goldrash در مقایسه با رقم Parkland با آبنوشی کمتر توانسته است که فعالیت متابولیکی بهتری را نشان داده و تحمل بیشتری به تنش ناشی از سمیت روی داشته باشد.



شکل ۱- اثر پرایمینگ های مختلف بر سرعت و درصد جوانه زنی ارقام خردل (Golarash و Parkland)

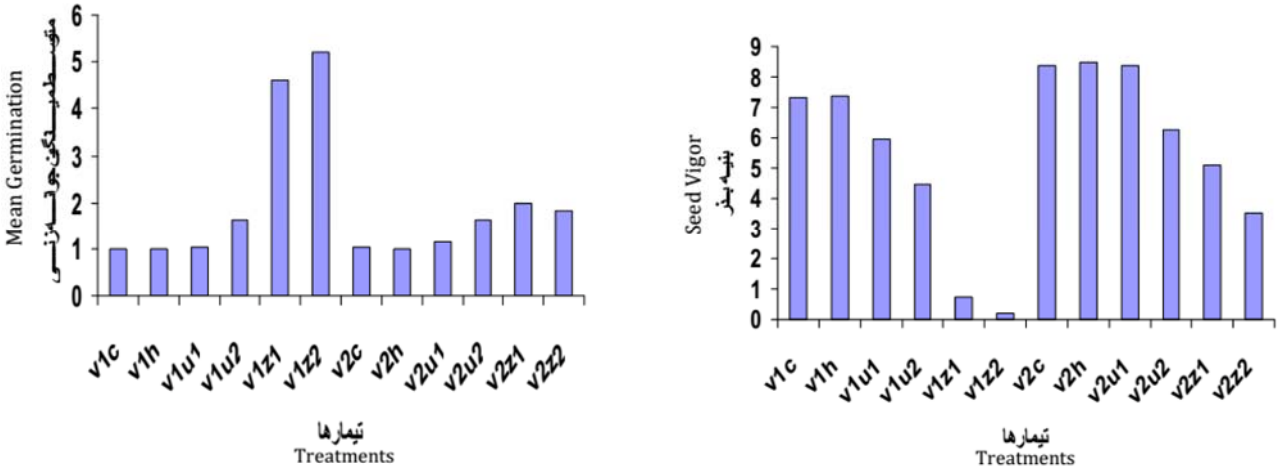
Figure 1- The effect of different priming types on germination percentage and rate in *Brassica compestris* var. (Parkland and Goldrash)

1- Vigor



شکل ۲ – اثر پرایمینگ های مختلف بر طول ریشه چه و طول ساقه چه بذور خردل (Golarash و Parkland)

Figure 2- Effect of different priming on Radical and plumule length in brassica cultivars (Parkland and Goldrash)



شکل ۳- اثر پرایمینگ های مختلف بر بنیه بذر و متوسط زمان جوانه‌زنی بذور خردل(Golarash و Parkland)

Figure 3 - Effect of different priming on seed vigor and mean germination time in brassica cultivars (Golarash and Parkland)

با وجود این‌که برخی از تحقیقات قبلی حاکی از تاثیر مثبت اسموپرایمینگ بر جوانه‌زنی بذور گیاهان زراعی از مسیرهای مختلفی نظیر افزایش فعالیت آنزیم‌های پاک‌سازی کننده گونه‌های فعال اکسیژن (۱۷)، فعال‌سازی ATP_{ase} اسید فسفاتاز و RNA سینتاز (۱۴) می‌باشد، ولی به نظر می‌رسد تیمارهای اسموپرایمینگ با پتانسیل‌های خیلی پایین (پایین‌تر ازپتانسیل بحرانی) موجب آسیب دیدن پروتئین‌های LEA[1] و کاهش جوانه‌زنی گردد (۸). بنیت و واتر (۳) نیز عدم موفقیت تیمارهای اسموپرایمینگ را برای بذور گیاهان زراعی دانه درشت (نظیر ذرت و سویا) گزارش کردند. از جمله سایر محدودیت‌های این روش می‌توان به احتمال جذب مواد اسموتیک توسط بذور و ایجاد سمیت و کاهش جذب اکسیژن در پتانسیل‌های اسمزی پایین اشاره داشت (۱). از سوی دیگر شستشوی بذور اسموپرایمینگ شده پس از اتمام دوره پرایمینگ، احتمال جذب بیشتر آب برای بذور را بالا می‌برد.

نتیجه‌گیری کلی

در این آزمایش فرایند پرایمینگ توانست قدرت جوانه‌زنی و رویش بذور ارقام خردل را افزایش دهد. به نظر می‌رسد استفاده از عنصر روی به عنوان یک فلز سنگین باعث سمیت در بافت‌های گیاه و کاهش رشد گیاه می‌گردد، این خسارت با افزایش غلظت عنصر سنگین شدیدتر شد. ولی بین واریته‌های Parkland و Goldrash، واریته Goldrash تحمل بیشتری را از خود نشان داد. در بین تیمارهای آزمایش، واریته Goldrash در شرایط هیدروپرایمینگ بهترین نتیجه را داشت.

1- Late Embryogenesis Abundant

جدول ۱ - اثر تیمارهای پرایمینگ بر مولفه های جوانه زنی خردل رقم Parkland

Table 1- The effect of priming treatments on germination traits in *Brassica compestris* var. parkland

تیمارها Treatments	متوسط زمان جوانه‌زنی MGT	بنیه بذر Seed vigure	سرعت جوانه زنی Germination rate	درصد جوانه زنی Germination percentage (%)	طول ریشه چه Radical length (mm)	طول ساقه چه Plumule length (mm)
شاهد Control	1^{e}	7.30^{ab}	25^{a}	100^{a}	0.811^{abc}	6.49 a
هیدروپرایمینگ hydro priming	1^{e}	7.38^{ab}	25^{a}	100^{a}	0.817^{abc}	6.56^{a}
اسموپرایمینگ با اوره (۴-مگاپاسکال) Osmotic priming by urea (-4MPa	1.02^{e}	5.96^{bcd}	25^{a}	100^{a}	0.719^{bcde}	5.24^{a}
اسموپرایمینگ با اوره (۱۶-مگاپاسکال) Osmotic priming by urea (-16MPa	1.63^{bc}	4.47^{de}	17.98^{bc}	98.66^{a}	0.592^{de}	3.95^{bcd}
اسموپرایمینگ با سولفات روی (۴- مگا پاسکال) Osmotic priming by Zinc sulfate (-4MPa	4.61^{a}	0.73^{f}	2.81^{e}	26.66^{b}	0.245^{f}	1.97^{abc}
اسمو پرایمینگ با سولفات روی(۱۶- مگا پاسکال) Osmotic priming by Zinc sulfate (-16MPa	5.19^{a}	0.23^{f}	0.92^{e}	14.66^{b}	0.132^{f}	1.41^{bc}

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

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05) base on LSD test

جدول ۲: اثر تیمارهای پرایمینگ بر صفات جوانه زنی خردل رقم Goldrash

Table 2- The effect of priming treatments on germination traits in Goldrash cultivar

تیمارها treatments	متوسط زمان جوانه‌زنی MGT	بنیه بذر Seed vigure	سرعت جوانه زنی Germination rate	درصد جوانه زنی Germination percentage	طول ریشه چه Radical length (Mlm)	طول ساقه چه Plumule length (Mlm)
شاهد control	1.02^{c}	8.32^{a}	24.66^{c}	100^{a}	0.85^{abc}	5.24bcd
هیدروپرایمینگ Hydro priming	1^{c}	8.45^{a}	24.5^{a}	98.66^{a}	0.88^{a}	5.07cde
اسموپرایمینگ با اوره (۴-مگاپاسکال)-4MPa urea priming by osmotic ( )	1.16^{bc}	8.39^{a}	24.11^{a}	100^{a}	0.87^{ab}	3.95^{de}
اسموپرایمینگ با اوره ۱۶- مگاپاسکال-16MPa urea priming by osmotic	1.63^{bc}	6.24^{bc}	19.12^{a}	97.33^{a}	0.75^{abcd}	3.71^{e}
اسموپرایمینگ با سولفات روی ۴- مگا پاسکال-4MPa Zinc sulfate priming by osmotic	1.98^{b}	5.09^{cd}	16.53^{b}	88^{ab}	0.70^{cde}	1.97^{f}
اسمو پرایمینگ با سولفات روی ۱۶- مگا پاسکال- 16MPa Zinc sulfate priming by osmotic	1.83^{bc}	3.52^{e}	15.07^{cd}	82.66^{b}	0.56^{e}	1.41^{bf}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) با استفاده از آزمون LSD می‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05) base on LSD test

جدول۳- منابع تغییر، درجه آزادی و مقایسه میانگین مربعات خصوصیات جوانه زنی بذور خردل (Golarash و Parkland)

Table 3- Source of variation, degree of free and mean of squares of germination traits in brassica cultivars (Golarash and Parkland)

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	بنیه بذر Seed vigure	درصد جوانه زنی Germination percentage	سرعت جوانه زنی Germination rate	متوسط زمان جوانه‌زنی MGT	طول ساقه چه (میلی متر) Plumule length (Mlm)	طول ریشه چه (میلی متر) Radical length (Mlm)	وزن خشک ریشه‌چه(گرم) Radical dry weight (g)	وزن خشک ساقه‌چه(گرم) plumule dry weight (g)
تیمار treatment	11	24.09**	219.09**	2727.23**	6.22**	0.17**	13.38**	2.32ns	3.22ns
خطا Error	24	0.86**	1.40**	58.67**	0.31**	0.009**	0.73**	1.14ns	2.29ns
CV		9.9	6.4	9.13	9.5	3.9	7.2	8.4	5.6

** و ns به ترتیب معنی دار شدن در سطح احتمال یک درصد و عدم تفاوت معنی دار.

**, and ns are significant at the 1% probability level and non-significant respecticly

منابع

1- Artola A., Carrillo-Castanda G., and Santose G.D.L. 2003. Hydropriming: A strategy to increase *Lotus corniculatus* L. seed vigor. Seed Sci. Technol, 31:455-463.

2- Ashraf M., and Foolad M.R. 2005. Pre-sowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and none-saline conditions. Advan. Agron. 88: 223-271

3- Bennett M.A., and Waters L. 1987. Seed hydration treatments for improved sweet maiz germination and stand establishment. J. Am. Soc. Hort. Sci. 112: 45-49.

4- Bradford K.J., Steiner J. and Trawathe S.E. 1990. Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. Crop Sci. 30: 718-721.

5- Bradford K.J. 1995. Water relations in seed germination. *In* "Seed Development and Germination" (J. Kigel and G. Galili, Eds.), pp. 351-396. Marcel Dekker Inc., NewYork.

6- Bussel W.T., and Gary D. 1976. Effects of pre-sowing seed treatments and temperatures on tomato seed germination and seedling emergence. Sci. Hort. 5: 101-109.

7- Callen N.W., Mathre D.E. and Miller J.B. 1990. Biopriming seed treatment for biological control of pythium premergence damping off in sh2 Sweet corn. Plant Disease. 74: 368-372. (Abstract).

8- Capron I., Corbineau F.F., Dacher C., Job Come D., and Job, D. 2000. Sugarbeet seed priming: Effects of priming conditions on ermination, solubilization of 1 I-S globulin and accumulation of LEA proteins. Sci. Res. 10:243-254

9- Danneberger T.K., McDonald M.B., Geron C.A. and Kumari P. 1992. Rate of germination and seedling growth of perennial ryegrass seed following osmoconditioning. HortSci. 27: 28-30.

10- Drew R.L.K., Hands L.J. and Gray D. 1997. Relating the effects of priming to germination of unprimed seeds. Seed Sci. and Technol. 25: 537-548.

11- Ellis R.A., and Roberts E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Sci. Technol. 9: 373-409.

12- Ellis R.H. 1989. The effects of differences in seed quality resulting from priming or deterioration on the relative growth rate of onion seedlings. Acta- Hort. 253: 203-211.

13- Farooq M., Basra S.M.A., Warraich E.A., and Khaliq A. 2006. Optimization of hydro priming techniques for rice seed invigoration. Seed Sci. Technol. 34: 529-534.

14- Fu J.R., Lu X.H., Chen R.Z., Zhang B.Z., Liu Z.S., Li Z.S., and Cai D.Y.1988. Osmoconditioning of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds with PEG to improve vigour and some biochemical activities. Seed Sci. Technol. 16: 197-212.

15- Ghazi N. and Karaki A.L. 1998. Response of wheat and barley during germination to seed osmopriming at different water potential. J. Agron and Sci. 181:239-235.

16- Hardegree S. 1996. Matrix priming increases germination rate of great basin native perennial grasses. Agric. Res. Service.11-13. (Abstracts).

17- Jie L., Gong She L., Dong Mei O., Fang Fang L., and En Hua W. 2002. Effect of PEG on germination and active oxygen metabolism in wildrye (Leymu.7chinensis) seeds. Acta Pratacul Sinica. 11, 59-64.

18- Judi M., and Sharifzadeh F. 2006. Investigation the effects of hydro priming in barley cultivars.Biaban J. 11: 99-

109.
19- Mahmood S., Hussain A., Saeed Z. and Athar M.2005. Germination and seedling growth of corn (Zea mays l.) under varying levels ofcopper and zinc .Int. J. Environ. Sci. Techol. 2(2): 269-274
20- Maurmicale G. and. Cavallaro V.1996. Effect of seed osmopriming on germination of three herbage grasses at low temperatures. Seed Sci. and Technol. 24: 331-338.
21- Meyer S.E., Debaene G.S.B. and Allen P.S.2000. Using hydrothermal time concepts to model seed germination response to temperature, dormancy loss, and priming effects in Elymus elymoides. Seed Sci. Research.10: 213-223
22- Michel B.E., and M.R. Kaufmann.1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiol. 51: 914-916.
23- Latifzadeh M., Abotalebian M. A., Zavareh M. and Rabiee M. 2014. Effects of Seed Priming and Sowing Dates on Seedling Emergence, Yield and Yield Components of a Local Genotype Bean as a Double Crop in Rasht. Iranian Journal of field crop science. 44: 23-33. (in Persian with English abstract)
24- Srinivasan K., Saxena S. and Singh B. 1999. Osmo and hydro priming of mustard seeds to improve vigour and some biochemical activities. Seed Sci. and Technol. 27: 785-793
25- Takhizadeh M., Salegi M. Karimi M. Norai Z. and Shahcherakhi. 2014. Effects of Some Heavy Metals Application on Seed Germination and In Vitro Regeneration of Bermudagrass. Plant Pro Technol. 5: 95-108. (in Persian with English abstract)

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۱۸۴-۱۷۶
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 176-184
ISSN: 2008 - 4730

اثر اسید ایندول بوتیریک و بستر کشت بر ریشه زایی قلمه‌های دو هیبرید جدید انتخابی هلو×بادام

غلامحسین داوری‌نژاد[۱] - علی‌اکبر شکوهیان[۲*] - علی تهرانی‌فر[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۲/۰۷

چکیده

به‌منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف ایندول بوتیریک اسید و نوع بستر کشت، بر ریشه زایی قلمه‌های چوب سخت دو پایه از دورگه‌های طبیعی بادام و همگروه جی. اف ۶۷۷ (شاهد)، آزمایشی در فضای زیر پوشش پلاستیکی همراه با سامانه پا گرما در گلخانه‌های گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. در این بررسی اثر چهار سطح ایندول بوتریک اسید (صفر، سه هزار، شش هزار و نه هزارمیلی گرم بر لیتر) در سه بستر پرلایت، کوکوپیت و ترکیبی از این دو (دو قسمت پرلایت و یک قسمت کوکوپیت) بر ریشه زایی قلمه های پایه شاهد و دو هیبرید جدید انتخابی هلو × بادام، به صورت کرت دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد، از لحاظ درصد قلمه های ریشه دار شده و تعداد ریشه در هر قلمه و طول ریشه بین غلظت‌های مختلف ایندول بوتریک اسید، بسترهای کشت و پایه‌های بکاربرده شده درسطح احتمال یک درصد با شاهد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بیشترین درصد قلمه های ریشه دار شده و تعداد ریشه و طول ریشه از غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید و بستر پر لایت و پایه شاهد بدست آمد. در صفات مذکور اثر متقابل پایه× غلظت و بستر نیز در سطح یک درصد تفاوت را نشان داد. پایه شاهد در محیط پرلایت و غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید بهترین نتیجه را داشت. هم‌چنین حجم ریشه در سطح احتمال پنج درصد تحت تاثیر غلظت هورمون بوده است که بالاترین حجم از غلظت۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: اکسین، پایه های بادام، پرلایت، قلمه های چوب سخت، کوکوپیت

مقدمه

بادام با دارا بودن ریشه‌های عمیق به عنوان یک منبع ژنتیکی مقاومت به آهک، و خشکی در اصلاح پایه‌های بادام، هلو و آلو ایفای نقش می‌کند (۱۵). از طرفی پایه‌های هلو درختان قوی‌تری را تولید و نسبت به نماتد ریشه مقاوم است و سازگاری خوب با ارقام بادام دارد (۱۵). تولید هیبریدهای هلو با بادام ایده‌ای مناسب است که در نتیجه آن می‌توان به درختانی دست یافت که دارای خصوصیات مثبتی از این دو گونه می‌باشند. بهترین روش حفظ خواص ژنتیکی این پایه‌ها، ازدیاد رویشی است. چون دست‌رسی به بذر این نوع پایه‌ها مشکل و تفرق صفات آن‌ها در نسل دوم به قدری است که غیر قابل استفاده می‌شوند (۱). بر این اساس تکثیر رویشی آن‌ها ضروری به نظر می رسد. قلمه ساقه مهم‌ترین روش اقتصادی تکثیر رویشی محسوب می‌شود. این روش در باغبانی مخصوصاً برای تولید انبوه پایه‌های اصلاحی در یک دوره کوتاه به‌منظور حفظ ویژگی‌های ژنتیکی والدین مورد استفاده می‌باشد (۹). در این راستا بررسی نوع بستر کشت، غلظت هورمون مورد استفاده و استعداد پایه در صفت ریشه‌زایی باید مورد بررسی قرار گیرد (۱،۸ و ۱۵).

گزارشات زیادی در خصوص تاثیر اکسین بر افزایش ریشه‌دهی، سرعت تشکیل ریشه، تعداد و کیفیت و یکنواختی ریشه‌ها در قلمه‌های ساقه ارایه شده است و احتمالاً ایندول بوتیریک اسید بهترین ماده برای ریشه‌دهی این نوع قلمه‌ها است و بر ریشه‌دهی تعداد زیادی از گونه‌ها موثر است (۱۰). در خصوص هیبریدهای بادام غلظت‌های مورد استفاده از ۵۰۰ تا ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده و نتایج متفاوتی در این خصوص ارایه شده است (۱،۴،۷، ۸،۱۲و۲۰). با توجه به وجود ابهامات زیاد در خصوص غلظت‌های مورد استفاده، در تحقیق حاضر اثرات غلظت‌های بالا در ریشه‌دهی هیبریدهای طبیعی بادام و هلو مورد ارزیابی قرار گرفت.

از مشکلات عمده کشت و پرورش میوه‌ها به ویژه هلو و بادام در

۱و۳- استادان گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲ - استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی
(*- نویسنده مسئول: Email: shokouhiana@yahoo.com)

ایران، عدم استفاده از پایه‌های کلونی موجود و در دسترس نبودن آن به دلیل مشکل تکثیر است که به ناچار از پایه‌های بذری استفاده می‌شود. این پایه‌ها به دلیل عدم یکنواختی مشکلات زیادی را برای باغداران ایجاد می‌نمایند. لذا دسترسی به پایه‌های کلونی به صورت انبوه و با ساده‌ترین روش تکثیر کاملاً ضروری است. این پژوهش در راستای دستیابی به این هدف اجرا شده است.

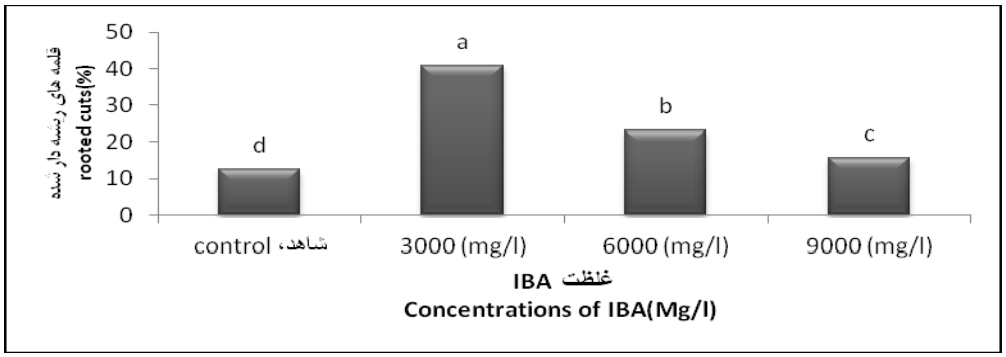
مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف اسید ایندول بوتریک و نوع بستر کشت، بر ریشه‌زایی قلمه‌های چوب سخت دو پایه از دورگه های طبیعی بادام و همگروه جی. اف ۶۷۷ به‌عنوان شاهد، آزمایشی در گلخانه پلاستیکی همراه با سامانه پاگرما در گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. در این بررسی اثر چهار سطح مختلف صفر، سه هزار، شش هزار و نه هزار میلی گرم در لیتر هورمون ایندول بوتیریک اسید به‌صورت محلول سریع (۵ ثانیه) در سه بستر پرلایت، کوکوپیت و ترکیبی از این دو به نسبت دو قسمت پرلایت و یک قسمت کوکوپیت بر ریشه‌زایی قلمه چوب سخت پایه های رویشی جی.اف ۶۷۷ (شاهد) و دو هیبرید جدید هلو × بادام (H1 و H2) انتخابی از کلکسیون موسسه نهال و بذر کرج (از نظر اجداد تصادفی می‌باشند و در سال۸۵ از منطقه قزوین شناسایی و جمع آوری شده‌اند) مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور در تاریخ ده بهمن ۱۳۸۹، قلمه‌ها بعد از اعمال تیمارهای هورمونی با استفاده از روش تسی پوردیس و تامیدیس (۱۸) در بسترهای یادشده کشت شدند. بعد از هشتاد روز از زمان کشت صفات درصد قلمه‌ها ریشه‌دار شده تعداد ریشه، طول ریشه، وزن تر و خشک و حجم ریشه (این صفت بوسیله اندازه‌گیری اختلاف حجم ایجاد شده پس از قراردادن ریشه در حجم مشخصی از آب (قانون ارشمیدس) محاسبه شد) مورد ارزیابی قرار گرفت.

این بررسی به صورت کرت‌های دو بار خرد شده که بستر کشت به عنوان کرت اصلی، نوع پایه در کرت‌های فرعی و غلظت در کرت های فرعی فرعی که هر واحد آزمایشی شامل ۵۰ قلمه بود در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار JUMPS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، میانگین‌ها به روش LSD درسطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند و نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل رسم گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که غلظت‌های مختلف ایندول بوتیریک اسید در صفت درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها در سطح احتمال یک درصد دارای اثرات متفاوت بوده‌اند (جدول۱). بالاترین درصد ریشه‌دار شدن قلمه‌ها (۴۰/۹) مربوط به غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و کم‌ترین درصد (۱۲/۷) مربوط به غلظت صفر (شاهد) بوده است (شکل۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که درصد قلمه‌های ریشه‌دار شده تحت تاثیر غلظت‌های ایندول بوتیریک اسید، نسبت به شاهد افزایش یافته است. این دستاورد با نتایج حاصل از پژوهش‌های علیزاده و گریگوریان (۱)، بلیت و همکاران (۳)، جایلد (۶) هارتمن و کستر (۹)، کستر و سارتوری (۱۲)، میرسلیمانی و راحمی (۱۴) و اوساما و همکاران (۱۵) منطبق است. دلیل آن به اثر اکسین بر ریشه‌زایی قلمه مربوط می شود. (۶، ۱۲و ۱۵). سودان و همکاران (۱۷) گزارش کرده‌اند که قلمه‌های چوب سخت آلو و هلو و جی. اف ۶۷۷ در غلظت های ۱۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی گرم بر لیتر از محلول ایندول بوتیریک اسید بیشترین ریشه‌دهی را داشته‌اند. بهترین ریشه‌دهی در قلمه‌های چوب سخت بادام با ۸۵ درصد در غلظت ۴۰۰۰ میلی گرم بر لیتر از ایندول بوتیریک اسید حاصل شده است (۵).



شکل ۱- درصد قلمه های ریشه‌دار شده دو هیبرید جدید انتخابی هلو × بادام تحت تاثیر غلظت‌های مختلف IBA برحسب میلی گرم بر لیتر.
اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند.

Figure 1 - Percentage of rooted cuttings of tow new selected Peach× Almond hybrids under different concentrations of IBA (mg/l). Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)

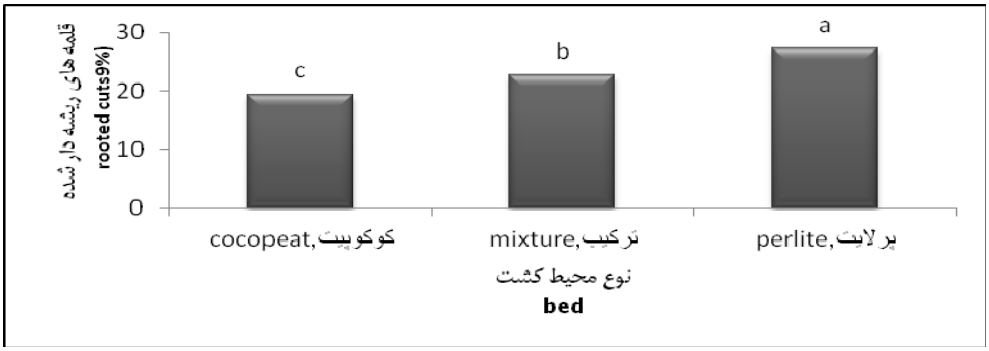
نتایج این بررسی نشان داد که با افزایش غلظت ایندول بوتیریک اسید، به‌طور معنی‌داری درصد ریشه‌زایی کاهش می‌یابد (شکل۱). چون غلظت‌های بالای اکسین سبب تخریب بافت‌های تحتانی قلمه می‌شود و به این صورت درصد ریشه‌زایی کاهش می‌یابد. این نتیجه با بررسی‌های میرسلیمانی و راحمی (۱۴) و شاون (۱۶) مطابقت دارد.

هم‌چنین در این صفت بین بسترهای کشت در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول۱). بیشترین درصد ریشه زایی از بستر پرلایت (۱۶/۲) حاصل شد درحالی‌که کم‌ترین نتیجه را کوکوپیت (نه درصد)داشت (شکل۲). بنا به گزارش تسی پوردیس و تامیدیس (۱۸) پایه جی.اف در بستر کشت پرلایت بیشترین درصد ریشه‌دهی را داشته است. تسی پوریدیس و همکاران (۱۹) گزارش نموده‌اند که پرلایت بهترین بستر برای ریشه زایی قلمه‌های بادام بوده، درحالی‌که قلمه‌های این گیاه در بستر پیت ریشه‌زایی نداشته‌اند. این نتیجه با تحقیق حاضر منطبق است. این پدیده می تواند به خصوصیات بستر مربوط باشد، به‌خصوص نسبت اکسیژن موجود در محیط کشت به رطوبت که در محیط پرلایت به علت نگهداری آب کمتر نسبت به کوکوپیت مقدار اکسیژن به مراتب زیادتر می‌باشد و همین امر در ریشه‌دهی بیشتر موثر می‌باشد (۹).

در صفت مذکور بین سه پایه بکاربرده شده نیز درسطح احتمال یک درصد تفاوت مشاهده شد (جدول۱). پایه شاهد (جی.اف ۶۷۷) با ۳۳/۹ درصد ریشه‌دهی نتیجه بهتری داشت و بین دو پایه دیگر تفاوتی دیده نشد (شکل ۳). این نتیجه به خصوصیات ژنتیکی پایه مربوط می‌باشد. گزارشات زیادی در خصوص تفاوت در ریشه‌دهی قلمه‌های ارقام مختلف ارایه شده که نتایج این بررسی با آن‌ها منطبق می‌باشد. احمد و همکاران (۲) اثر چهار سطح مختلف هورمونIBA با غلظت‌های ۴۰۰، ۲۵۰۰،۳۰۰۰،۳۵۰۰ قسمت در میلیون را بر قلمه‌های چوب سخت سه پایه هانسن، جی.اف۶۷۷ و جی. اف۶۵۵ بررسی کردند. نتایج نشان داد که ترکیب جی. اف ۶۵۵ و غلظت ۲۵۰۰ میلی گرم بر لیتر بیشترین ریشه‌زایی را داشته‌اند درحالی‌که دو پایه دیگر حتی تا غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به IBA واکنش نشان ندادند

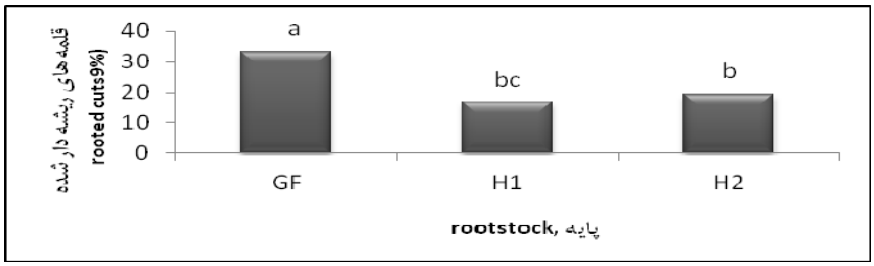
در بررسی که به‌منظور مقایسه درصد ریشه‌زایی قلمه‌های چوب سخت ارقام بادام با بکارگیری ایندول بوتیریک اسید انجام شد، فقط یک رقم (Garrigues) در غلظت چهار هزار پی.پی.ام به میزان ۸۶ درصد ریشه‌دار شد بود (۵). در بررسی دیگری که در این خصوص انجام شده فقط یک رقم (Arrubia) از ریشه‌دهی مناسب (۶۰ درصد) برخوردار بوده است (۲۰). هم‌چنین قلمه‌های رقم تگزاس و هیبریدهای حاصل از آن نیز قادر به ریشه‌دهی مناسب بوده‌اند (۱۲). در آزمایشی که ۷۷ رقم مختلف بادام از نظر ریشه‌دهی با ایندول بوتریک در غلظت ۲۰۰۰ میلی گرم بر لیتر تیمار شده بودند فقط هفت رقم آن بالای ۳۰ درصد توان ریشه‌دهی را داشته‌اند (۵). این خود بیان کننده این واقعیت است که تکثیر ارقام بادام با قلمه‌های چوب سخت مشکل می‌باشد. در صفت درصد قلمه‌های ریشه‌دار شده، اثر متقابل پایه×غلظت× بستر، بیشترین درصد از ترکیب پایه شاهد با غلظت سه هزار میلی‌گرم در لیتر در بستر پرلایت با میانگین ۹۷ درصد حاصل شد (شکل۴). نتایج این بررسی نشان می‌دهد که اثر تیمارهای مورد بررسی بر صفت ریشه‌دهی به تنهایی در حد قابل قبولی نبوده ولی اثرات متقابل آن‌ها بر این صفت بسیار چشم‌گیر و به مقدار زیادی (۹۷ درصد) ریشه‌دهی را افزایش داده‌اند که این نتیجه اثر اجماع عوامل موثر بر ریشه‌دهی (بستر، غلظت و پایه مناسب) را نشان می دهد.

نتایج این بررسی نشان داد که تعداد ریشه تشکیل شده و طول آن‌ها نیز تحت تاثیر نوع پایه و غلظت هورمون بوده است. در این صفات بین غلظت‌های مختلف ایندول بوتریک اسید در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول۱).



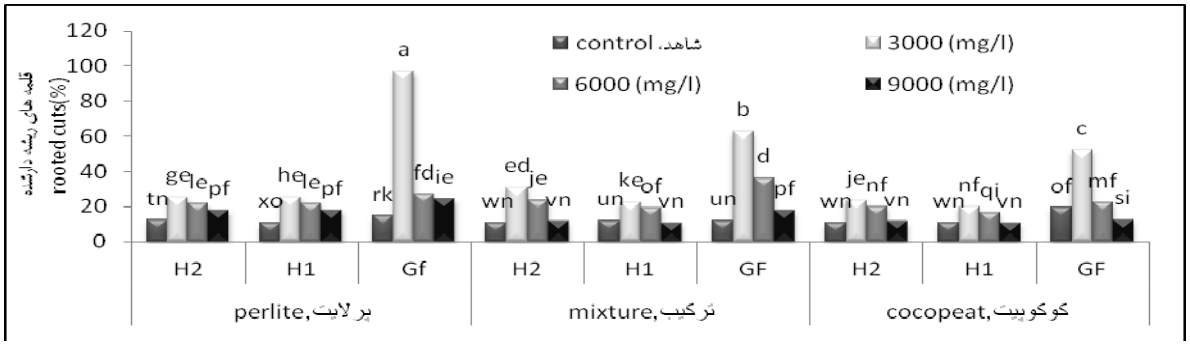
شکل ۲- میانگین درصد قلمه های ریشه‌دار شده دو هیبرید جدید انتخابی هلو × بادام، تحت تاثیر نوع بستر کشت. اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند

Figure 2 - Percentage of rooted cuttings of tow new selected Peach× Almond hybrids in different medium. Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)



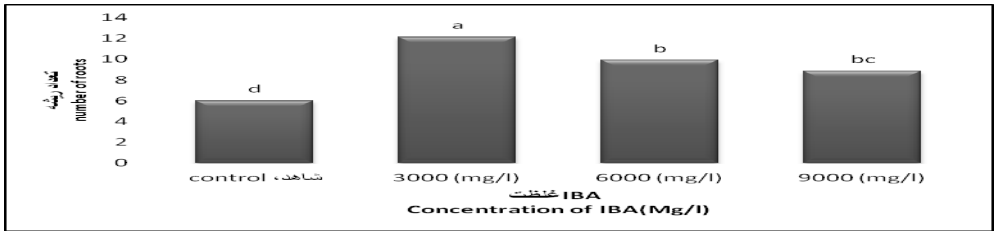
شکل۳- درصد قلمه های ریشه‌دار شده دو هیبرید جدید انتخابی هلو × بادام ،تحت تاثیر نوع پایه. اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند

Figure 3 - Percentage of rooted cuttings of tow new selected Peach× Almond hybrids in different rootstocks.
Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)



شکل ٤- درصد قلمه های ریشه‌دار شده دو هیبرید جدید انتخابی هلو × بادام ، تحت تاثیر اثرات متقابل تیمارهای مختلف (پایه × غلظت× بستر).
اعداد با حروف مشترک در هرصفت دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند.

Figure 4 - Percentage of rooted cuttings of tow new selected Peach× Almond hybrids under the interaction between different treatments (Concentrations× Medium × Rootstocks)
Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)



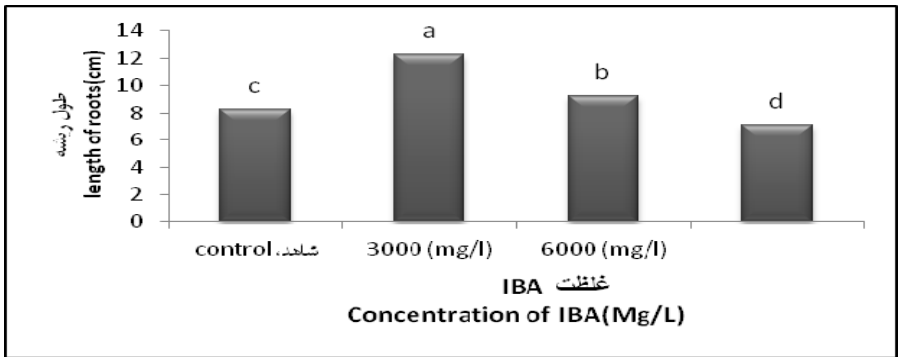
شکل ۵- تعداد ریشه‌ها تشکیل شده در قلمه‌های دو هیبرید جدید انتخابی هلو × بادام ، تحت تاثیر غلظت‌های مختلف IBA برحسب میلی گرم بر لیتر. اعداد با حروف مشترک در هرصفت دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند

Figure 5 - The number of root formation in cuttings of tow new selected Peach× Almond hybrids under different concentrations of IBA (mg/l)
Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)

بر این اساس بکاربردن هورمون باعث افزایش تعداد ریشه‌های تشکیل شده در قلمه و افزایش طول آنها گردید. بیشترین تعداد (۱۲/۱) و طول ریشه (۱۲/۳ سانتیمتر) مربوط به غلظت سه هزار پی،پی،ام بوده است (شکل‌های۵ و۶). افزایش غلظت ایندول بوتیریک اسید از صفر به سه هزار میلی گرم در لیتر باعث افزایش تعداد و طول ریشه در قلمه‌ها شد (شکل ۵ و۶). به نظر می‌رسد علت آن تأثیر این تنظیم کننده بر تحریک تقسیم سلولی باشد (۹).

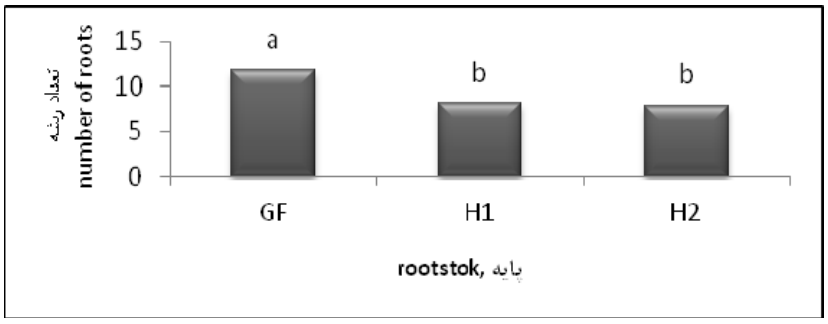
در غلظت‌های بالا تعداد و طول ریشه کاهش یافت (شکل۵ و۶) چرا که بکارگیری اکسین با غلظت زیاد روی قلمه‌های ساقه می‌تواند از نمو جوانه‌ها و حتی نمو شاخساره جلوگیری کند (۱، ۳ و۱۰). در صفات مذکور بین سه پایه نیز درسطح احتمال یک درصد تفاوت وجود داشت (جدول۱). پایه شاهد (جی.اف ۶۷۷) با میانگین طول ۱۰/۲

سانتیمتر و تعداد ۱۱/۷ عدد ریشه در هر قلمه، دارای نتیجه بهتری بود ولی بین دو پایه دیگر در این صفات تفاوتی مشاهده نشد (شکل‌های ۷ و۸). در صفت تعداد ریشه تشکیل شده، اثر متقابل پایه× غلظت× بستر کاشت در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد که بیشترین تعداد ریشه در قلمه، از ترکیب غلظت ۳۰۰۰ میلی گرم بر لیتر در بستر پرلایت با پایه شاهد حاصل شد (شکل۹).



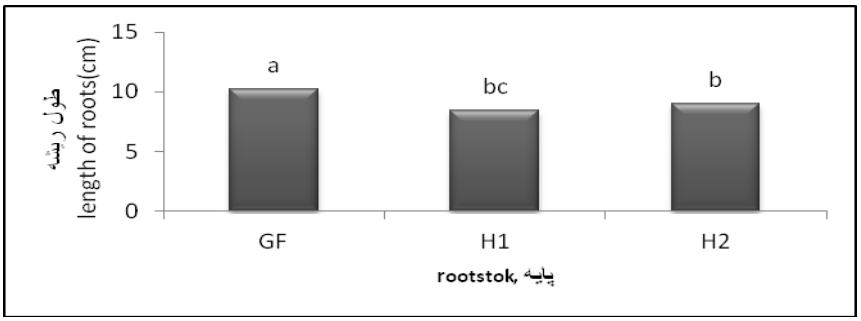
شکل ٦- طول ریشه (سانتی‌متر) در قلمه‌های دو هیبرید جدید انتخابی هلو × بادام ، تحت تاثیر غلظت‌های IBA مختلف برحسب میلی گرم بر لیتر.
اعداد با حروف مشترک در هرصفت دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند

Figure 6 - The root length (cm) in cuttings of tow new selected Peach× Almond hybrids under different concentrations of IBA (mg/l)
Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)



شکل ۷- تعداد ریشه‌های تشکیل شده در قلمه‌های دو هیبرید جدید انتخابی هلو × بادام تحت تاثیر نوع پایه. اعداد با حروف مشترک در هرصفت دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند

Figure 7- The number of root formation in cuttings of tow new selected Peach× Almond hybrids in different rootstocks
Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)



شکل ۸- طول ریشه (سانتی‌متر) در قلمه‌های دو هیبرید جدید انتخابی هلو × بادام تحت تاثیر نوع پایه. اعداد با حروف مشترک در هرصفت دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند

Figure 8- The root length (cm) in cuttings of tow new selected Peach× Almond hybrids in different rootstocks
Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)

جدول۱- جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در ریشه زایی قلمه‌های دو هیبرید جدید انتخابی هلو × بادام

Table 1- Results of analysis of variance for the rooting traits of tow new selected Peach× Almond hybrids

منابع تغییرات Source of variation	DF	میانگین مربعات MS					
		حجم ریشه Roots volume	طول ریشه Roots length	تعداد ریشه The number of rootS	قلمه ریشه دارشده Rooted cuttings	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight
بستر کشت Bed	2	0.0018 ^{ns}	5 ^{ns}	22.3 ^{ns}	582 **	0.00001 ^{ns}	0.003 ^{ns}
اشتباه اول E1	4	0.24	16.2	19.3	177	0.0005	0.023
غلظت concentration	3	0.18*	132**	176**	4289**	0.002 **	0.08**
بستر × غلظت Bed ×**Concentration**	6	0.007 ^{ns}	3.1 ^{ns}	19.2**	222**	0.0001 ^{ns}	0.003 ^{ns}
اشتباه دومE2	18	0.054	39.6	4.3	39.4	0.0001	0.005
پایه Rootstock	2	0.11 ^{ns}	27.8**	176**	2835**	0.0001**	0.04**
بستر × پایه Rootstock×Bed	4	0.001 ^{ns}	0.91 ^{ns}	10.8**	86.7**	0.000001 ^{ns}	0.0005 ^{ns}
پایه× غلظت concentration× rootstock	6	0.023 ^{ns}	31**	6.9 ^{ns}	1195**	0.000001 ^{ns}	0.006 ^{ns}
بستر× پایه× غلظت Bed ×Rootstock × Concentration	13	0.001 ^{ns}	2.2 ^{ns}	7 *	132**	0.000001 ^{ns}	0.002 ^{ns}
اشتباه سومE3	24	0.04	2.7	3.2	29.9	0.00004	0.004
ضریب تغییرات Cv		3.36	5.52	6.5	8	4.1	3.66

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و۱٪

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

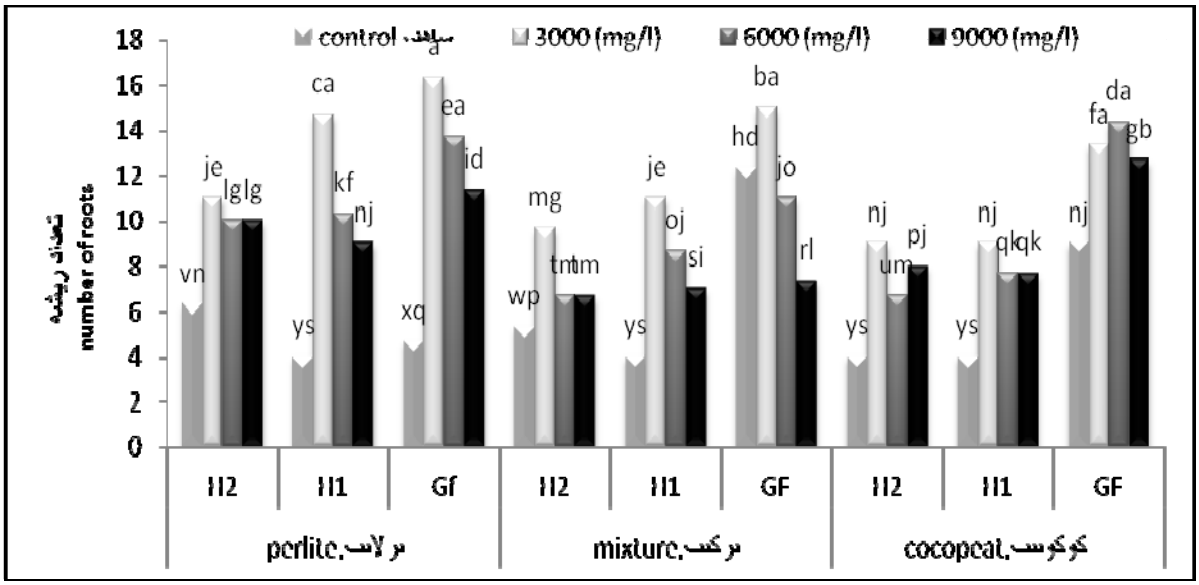
تجزیه واریانس نتایج این تحقیق حاکی از آن است که غلظت هورمون بکار رفته بر حجم ریشه، در سطح پنج درصد و بر وزن تر و خشک ریشه در سطح احتمال یک درصد موثر بوده است (جدول۱). در این صفات بهترین نتیجه از غلظت سه هزار پی.پی.ام (با میانگین حجم ریشه۱/۶۱ سانتیمتر مکعب، وزن تر ۰/۶۲ گرم و وزن خشک ۰/۰۳ گرم) بدست آمده است (شکل‌های ۱۰ و ۱۱). نوع پایه بکار رفته نیز بر وزن تر و خشک در سطح احتمال یک درصد موثر بوده است (جدول۱). پایه جی.اف ۶۷۷ بیشترین وزن تر (۰/۵۸ گرم) و خشک (۰/۰۲۷ گرم) را تولید کرد. در این صفات بین دو پایه دیگر تفاوتی مشاهده نشد (شکل۱۲). حجم، وزن تر و خشک ریشه، در غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر افزایش و در غلظت‌های بالا دو باره کاهش یافته است. چون اکسین در غلظت بالا در ریشه سبب کاهش رشد و در غلظت کم رشد را افزایش می‌دهد. این نتیجه با بررسی‌های بلیت و همکاران (۳)، هارتمن و کستر (۹) و میرسلیمانی و راحمی (۱۴) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش از تأثیر مثبت تنظیم کننده‌های رشد بر ریشه-دار شدن و کیفیت ریشه‌های قلمه حکایت دارد ولی این خود تحت تاثیر اثرات متقابل سایر عوامل دخیل در ریشه دهی از جمله نوع بستر و پایه و سایر عوامل محیطی است. نتیجه قابل قبول در این بررسی با ۹۷ درصد ریشه دهی (شکل ۴) فقط از اثرات متقابل تیمارهای غلظت سه هزار میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید (IBA) در بسترکشت پرلایت با پایه شاهد حاصل شد. دلایل پایین بودن درصد ریشه‌زایی را در سایر تیمارها باید در شرایط بستر، خصوصیات پایه و اثرات مخرب غلظت‌های بالا ایندول بوتیریک اسید جستجو کرد.

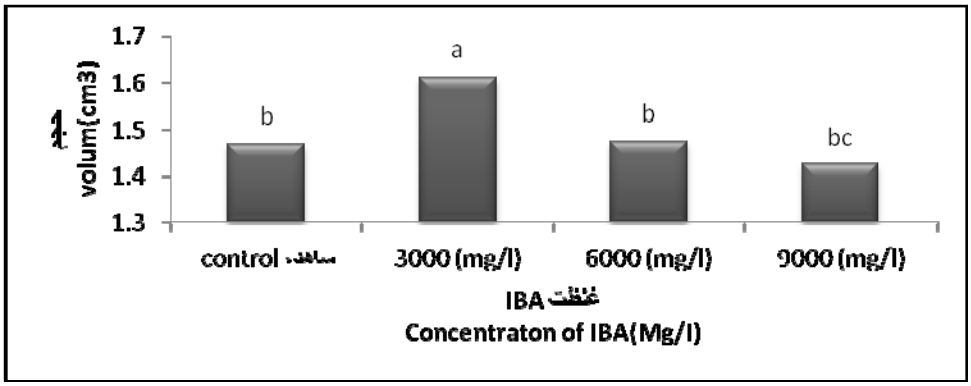
سپاسگزاری

این ازمایش با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد به‌اجرا در آمده که بدین‌وسیله از مسئولین ذیربط قدردانی میگردد.



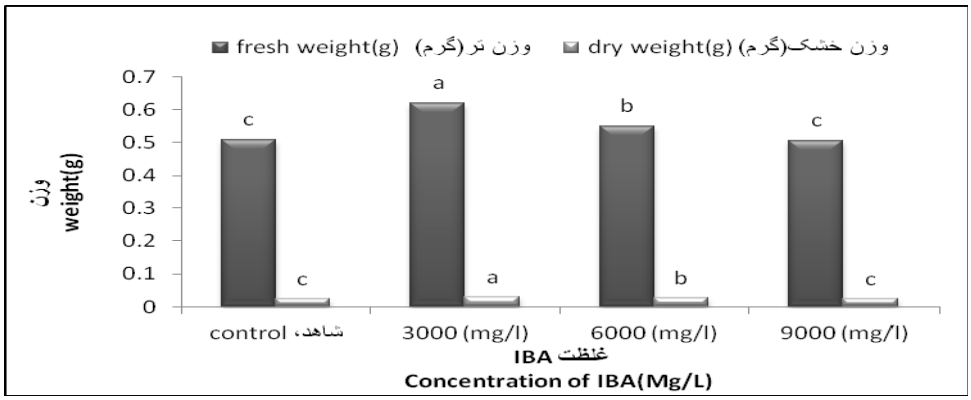
شکل ۹- تعداد ریشه تشکیل شده در قلمه‌های دو هیبرید جدید انتخابی هلو × بادام ،تحت تاثیر اثرات متقابل تیمار های مختلف (پایه × غلظت× بستر). اعداد با حروف مشترک در هرصفت دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند

Figure 9 - The number of roots formation in cuttings of tow new selected Peach× Almond hybrids, by the interaction between different treatments (Concentrations× Medium × Rootstocks)
Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)



شکل ۱۰- حجم ریشه (سانتی‌متر مکعب) تشکیل شده در قلمه‌های دو هیبرید جدید انتخابی هلو × بادام تحت تاثیر غلظت‌های مختلف IBA (میلی‌گرم بر لیتر). اعداد با حروف مشترک در هرصفت دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند.

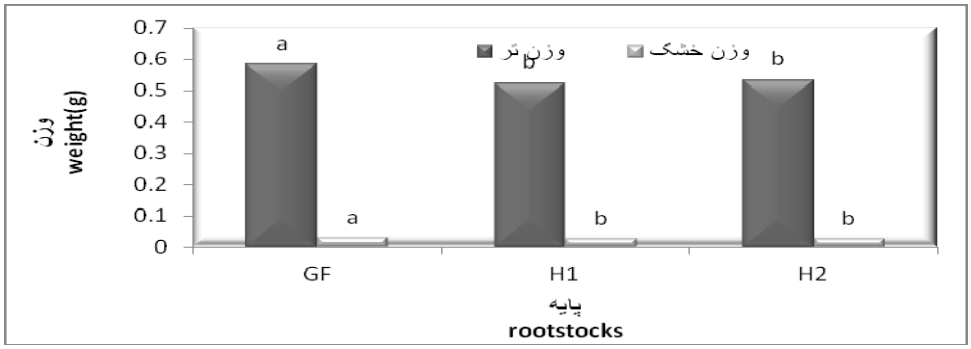
Figure 10 - The root volume (cm^3) in cuttings of tow new selected Peach× Almond hybrids under different concentrations of IBA (mg/l)
Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)



شکل ۱۱- وزن‌تر و خشک ریشه تشکیل شده در قلمه‌های دو هیبرید جدید انتخابی هلو × بادام بر حسب گرم، تحت تاثیر غلظت‌های مختلف IBA (میلی گرم بر لیتر). اعداد با حروف مشترک در هرصفت دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند

Figure 11 - The root fresh weight and dry (g) in cuttings of tow new selected Peach× Almond hybrids under different concentrations of IBA (mg/l)

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)



شکل ۱۲- وزن تر و خشک ریشه تشکیل شده(گرم) در قلمه‌های دو هیبرید جدید انتخابی هلو × بادام تحت تاثیر نوع پایه. اعداد با حروف مشترک در هرصفت دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند

Figure 12 - The root fresh weight and dry (g) of cuttings of tow new selected Peach× Almond hybrids in different rootstocks

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)

منابع

1- Alizadeh A., and Gregorian O. 2001. Study of the semi-woody cuttings rooting of peach and almond hybrids in the mist, Journal of Horticultural Science and Technology.2:143-154.

2- Ahmed S., Abbasi N.A., and Amer M. 2003. Effects of IBA on hardwood cuttings of peach rootstocks under greenhouse conditions, *Asian Journal. Plant Science*, 2: 265-269.

3- Blythe E.K., Sibley J.L., Ruter J.M., and.Tilt K.M. 2004. Cutting propagation of foliage crops using a foliar application of auxin, Scientia Hort, 103: 31-37.

4- Eliasson L., and Areblad K. 1984. Auxin effects on rooting in pea cuttings. *Physiologia Plantarum* ,61: 293–297.

5- Felipe A. 1984. Rooting of almond hardwood cuttings, *Options Mediterraneans*, No. 2: 97-100. (Hort., Abst., 55: 9214).

6- GillD S. 1995. Rooting of peach cuttings as affected by their biochemical composition, *Res. and Development-Reporter*, 12: (1/2): 1-6.

7- Guerrero J.R., Garrido G., Acosta M., and Sanchez-Bravo J. 1999. Influence of 2, 3, 5-triiodobenzoic acid and 1-N-naphthylphthalamic acid on indole acetic acid transport in carnation cuttings: relationship with rooting. *J. Plant Growth Regul*. 18: 183–190.

8- Haissig B.E. 1970. Influence of indole-3-acetic acid on adventitious root primordia of brittle willow, *Planta*, 95: 27–35.

9- Hartmann H.T., and Kester D.E. 1983. Plant propagation, principles and practices Fourth Ed. Prentice-Hill, INC Englewood Cliffs, New Jersy, USA.

10- Hartmann H.T., and Kester D.E. 1990. Plant propagation, principles and practices Fifth Ed. prentice-Hill, INC Englewood Cliffs, New Jersy, USA.
11- Kasim N.E., Abou Rayya M.S., Shaheen M.A,. Yehia T.A., and Ali E.L. 2009. Effect of Different Collection Times and Some Treatments on Rooting and Chemical Internal Constituents of Bitter Almond Hardwood Cuttings ,*Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5(2): 116-122.
12- Kester D.E., and Sartori E. 1966. Rooting of cuttings in populations of peach (P. persica L.), almond (P. amygdalus Batsch) and their F1 hybrids, Proc. *American. Soc. Horticultural Science*, 88, 219-23.
13- Loreyi F., Morini S., and Grili A. 1985. Rooting response of PS B2 and GF677 rootstock cutting *Acta Hort*. 173,261-269.
14- Myrslymany A., and Rahemi M. 2007. Effects of two types of synthetic auxin on rooting the hardwood cuttings of peach almond hybrids in conditions open space. *Journal* Pajouhesh & sazandegi. Agriculture and Horticultural..2:89-96.
15- Osama M.Al.T., and Mostafa M.Q. 1996. Propagation of GF 677 peach rootstock by stem cuttings, *Hortscience*, 31(4): 101.
16- Shawn A.M. 1986. Rooting of interspecific peach hybrids by semi-hardwood cuttings, *HortScience*. 21: 1374-1377.
17- Swedan A.A., Edriss M.H., Abd-Alhamed M.F., and Yusre A. 1993. Root initiation in the plum rootstock Marianna and the promotive effects of co-factors, *Egyptian J. of Hort*., 20(1): 43-55.
18- Tsipouridis C., and Thomidis T. 2004. Rooting of 'GF677' (almond × peach hybrid) hardwood cuttings in relation to hydrogen hyperoxide, moisture content, oxygen concentration, temperature and pH of substrate. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 44(8) : 801–806 .
19- Tsipouridis C., Thomidis T., and Michailides Z. 2005. Factors influencing the rooting of peach GF677 hardwood cuttings in a growth chamber, *New Zealand Journal of crop and Horticultural Science*, 33: 93-98.
20- Vaira G. 1969. La propagazione per talea legnosa del mandorlon, Riv. Ortoforofutt, ItaL Vol. 53: 55-60.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۱۹۵-۱۸۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 185-195
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر کودهای آلی و زیستی بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) و کلونیزاسیون باکتری‌ها در خاک

حسن مکاریان[1*] - حسن شهقلی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۳۰

چکیده

به منظور بررسی تاثیر کودهای آلی و زیستی بر رشد و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود در سال ۱۳۹۰ انجام شد. تیمارها شامل کودهای آلی در ۳ سطح (ورمی‌کمپوست ۱۷۰۰ کیلوگرم در هکتار، کودگاوی ۳۳۵۰ کیلوگرم در هکتار و شاهد) و کودهای زیستی در ۴ سطح (ازتوباکتر کروکوکوم، سودوموناس پوتیدا، سودوموناس فلورسنس و شاهد) بودند. مایه تلقیح برای هریک از باکتری‌ها ۳ لیتر در هکتار بود. نتایج نشان داد که اثر متقابل کاربرد ورمی‌کمپوست و سودوموناس فلورسنس باعث افزایش معنی‌دار جمعیت باکتری‌ها نسبت به شاهد گردید. کاربرد ورمی‌کمپوست به‌ترتیب باعث افزایش ۲۸/۵ و ۴/۷ درصدی وزن خشک ساقه و ارتفاع ساقه اصلی نسبت به شاهد گردید. ورمی‌کمپوست و کودگاوی به‌ترتیب تعداد میوه را ۲۹/۲ و ۱۹ درصد و عملکرد میوه را ۱۵ و ۱۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. کاربرد ازتوباکتر کروکوکوم وزن خشک ساقه، ارتفاع ساقه و عملکرد گوجه‌فرنگی را به‌ترتیب ۳۲/۱۴، ۷/۲۳ و ۲۱/۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. اثر متقابل تیمارها بر صفت قطر ساقه، وزن خشک برگ و تعداد میوه در بوته معنی‌دار بود. به‌طوری‌که بیشترین مقادیر صفات فوق در ترکیب ورمی‌کمپوست با کودهای زیستی حاصل شد. با توجه به نتایج این آزمایش، به‌کارگیری کودهای آلی و زیستی می‌تواند از طریق اثرات هم‌افزایی باعث افزایش معنی‌دار رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی شده و جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی در تولید ارگانیک گوجه‌فرنگی باشد.

واژه‌های کلیدی: ازتوباکتر کروکوکوم، سودوموناس، کود گاوی، ورمی‌کمپوست

مقدمه

در دهه‌های اخیر مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی منجر به معضلات زیست محیطی عدیده‌ای از جمله آلودگی منابع آب، اُفت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک شده است (۳۱). از این‌رو تاکید سیستم‌های آینده کشاورزی بر مبنای کاهش در مصرف انرژی، نهاده‌ها و مدیریت مناسب آب و خاک و منابع بیولوژیکی و حفظ محیط زیست به منظور دستیابی به عملکرد مطلوب و پایدار است (۱۲). گوجه‌فرنگی گیاهی چندساله از خانواده بادنجانیان[3] و منبع مهمی از ترکیبات آنتی اکسیدانی، لیکوپن و پلی فنول ها می‌باشد (۲۲). این گیاه یکی از سبزی‌های مهم به شمار می‌رود که به لحاظ داشتن ویتامین‌های ای و ث و مواد غذایی مختلف، سرانه مصرف آن در ایران رو به افزایش است (۱۱).

گوجه‌فرنگی به خاک حاصلخیز و عناصر غذایی مناسب و متعادل نیاز فراوان دارد. از این‌رو در تامین نیازهای غذایی این گیاه، استفاده از کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست و کود دامی و همچنین کودهای زیستی نقش مهمی در کاهش استفاده از مواد شیمیایی و تولید ارگانیک این محصول خواهد داشت. زیرا ورمی‌کمپوست یک منبع غنی از عناصر ماکرو، میکرو، ویتامین‌ها، آنزیم ها و هورمون‌های محرک رشد گیاه است، از این رو استفاده از آن در کشاورزی پایدار علاوه بر افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک، سبب افزایش رشد گیاهان از جمله سبزی‌های میوه‌ای (مانند گوجه‌فرنگی) می گردد (۲۸). برهمین اساس گزارش شده که مصرف ورمی‌کمپوست باعث افزایش کمیت و کیفیت اسانس، عملکرد اسانس و عملکرد بیولوژیک ریحان شده است (۲). هم‌چنین، گزارش شده است که کاربرد ورمی‌کمپوست در گیاه گوجه‌فرنگی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد و محتوای کربوهیدرات میوه آن می شود (۱۰). در سورگوم نیز کاربرد این کود آلی منجر به افزایش وزن خشک ریشه و اندام های هوایی آن شده است (۲۶). عزیزی و همکاران(۴) در بررسی تاثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر بابونه آلمانی نشان دادند، که

۱و۲- استادیار و دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهرود
(*-نویسنده مسئول: Email:h.makarian@yahoo.com)

3-*Solanaceae*

افزایش سطوح ورمی‌کمپوست باعث بهبود معنی دار ارتفاع بوته، گلدهی زودتر، عملکرد گل، طول نهنج و قطر نهنج می‌گردد. همچنین استفاده از ورمی‌کمپوست در کشت گیاه دارویی مرزه سبب افزایش معنی دار در ارتفاع بوته، درصد برگ، ارتفاع و گل آذین این گیاه شد (۳۰). از زمان‌های گذشته، مصرف کودهای دامی در فعالیت‌های کشاورزی جایگاه خاصی داشته و امروزه نیز می تواند نقش موثر خود را در قالب کشاورزی پایدار ایفا نماید (۷). بخش اعظم اثرات مطلوب ناشی از کودهای دامی، به دلیل تامین تدریجی نیتروژن در سرتاسر فصل رشد است که به صورت نیترات در اثر تجزیه اوره، ترکیبات آمینی و پروتئین حیوانی و گیاهی آزاد می‌شود (۳۳). در همین راستا کاربرد مداوم کود گاوی به مدت ۵ سال در یک مزرعه با حاصلخیزی پایین در مقایسه با کاربرد کود معدنی نیتروژنه، باعث بهبود نیتروژن خاک و افزایش عرضه فسفر و عملکرد ذرت شد (۲۴). خندان (۲۱) نیز گزارش کرد که کود گاوی نسبت به کودهای شیمیایی تاثیر بیشتری در افزایش عملکرد دانه و ماده خشک اسفرزه داشت.

استفاده از باکتری‌ها به عنوان کود زیستی باعث افزایش کارایی کودهای نیتروژن و در نتیجه بهبود رشد گیاهان زراعی می‌شود. در بین باکتری‌های گرم منفی خاک، سودوموناس فراوان‌ترین جنس موجود در ریزوسفر بوده و افزایش رشد و عملکرد گیاهان در اثر فعالیت آن در مطالعات متعدد گزارش شده است (۳۶). تحقیقات مختلف نشان داده است که کاربرد باکتری های محرک رشد از طریق تولید تنظیم کننده های رشد گیاه و اثر بر رشد ریشه و افزایش جذب آب و مواد غذایی از خاک، سبب افزایش رشد و عملکرد گیاهان زراعی می شود (۵ و ۱۳). در همین راستا در پژوهشی کاربرد کود زیستی سودوموناس باعث افزایش معنی‌دار عملکرد کمی و کیفی گیاه اسفرزه شد (۲۰). در ارزیابی اثر کاربرد هم‌زمان کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر صفات مورفولوژیک جو گزارش شد که کاربرد باکتری آزوسپیریلوم بر صفات عملکرد دانه، قطر ساقه و ارتفاع گیاه اثر معنی‌دار نشان داده است و همچنین کاربرد باکتری سودوموناس نیز عملکرد دانه و ارتفاع گیاه را بطور معنی‌داری افزایش داد. بر اساس نتایج همین آزمایش کاربرد آزوسپیریلیوم در کنار کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه وکاهش ۵۰ درصدی مصرف نیتروژن گردید. با توجه به کاربرد روز افزون سموم و بخصوص کودهای شیمیایی در بوم نظام‌های کشاورزی و نیز تاثیر این سموم بر سلامت انسان‌ها و اکوسیستم‌های کشاورزی، انجام پژوهش‌های گسترده در زمینه استفاده از منابع کودی غیر شیمیایی ضروری به نظر می رسد. بنابراین این آزمایش با هدف بررسی تاثیر بکارگیری کودهای آلی و زیستی بر برخی صفات رشدی و عملکرد گوجه‌فرنگی در شرایط مزرعه انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود در تابستان سال ۱۳۹۰ اجرا شد. شهرستان شاهرود در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۴۹/۱ متر است. عوامل مورد بررسی در آزمایش شامل کودهای آلی در ۳ سطح (ورمی‌کمپوست، کودگاوی و شاهد) و کودهای زیستی در ۴ سطح (ازتوباکتر کروکوکوم[1]، سودوموناس پوتیدا[2]، سودوموناس فلورسنس[3] و شاهد) بودند. مطابق دستورالعمل شرکت سازنده، مقدار ۳ لیتر مایه تلقیح در هکتار برای هر یک از باکتری‌های محرک رشد مورد استفاده قرار گرفت. کودهای زیستی از شرکت فرآورده های زیستی زنجان تهیه شدند. برای کاربرد تیمارها ابتدا قطعه زمینی که به مدت ۵ سال بدون سابقه کاربرد کود شیمیایی، آلی، زیستی و آفت کش بود، انتخاب شد، که تناوب دو سال قبل آن گندم و آیش بود. عملیات خاک‌ورزی در قطعه زمین مورد نظر شامل گاوآهن در پاییز سال قبل و دیسک و لولر در بهار سال ۱۳۹۰ انجام شد. پس از قطعه‌بندی زمین مورد آزمایش و پیاده کردن نقشه محل کرت‌های طرح، برای کنترل علف‌های هرز طبق عرف محل از علف کش علف‌کش متری‌بیوزین با نام عمومی سنکور، به میزان یک کیلوگرم در هکتار (ماده موثره متری بیوزین تجاری با درجه خلوص ۷۰ درصد پودروتابل) به‌صورت پیش کاشت با استفاده از سمپاش پشتی مدل ماتابی پلاس با نازل تی جت و حجم آب مصرفی ۳۰۰ لیتر در هکتار استفاده شد. کودهای آلی شامل کود گاوی به میزان ۳۳۵۰ کیلوگرم در هکتار و ورمی‌کمپوست به مقدار ۱۷۰۰ کیلوگرم در هکتار بلافاصله قبل از نشاءکاری در محل خطوط تعیین شده برای کاشت نشاء گوجه‌فرنگی تا عمق ۱۰ سانتی‌متری با خاک مخلوط شد. لازم به ذکر است که کود دامی و ورمی‌کمپوست به‌صورت نوار-هایی به عرض ۳۰ سانتی‌متر و طول ۶ متر فقط در محل کاشت نشاء های گوجه‌فرنگی مصرف شد. گوجه‌فرنگی مورد ستفاده رقم پتوپراید ۲ (PS) بود که بذر ضدعفونی شده آن از شرکت سبز گستر شاهرود تهیه شد و در خزانه برای تهیه نشاء کشت شد. پس از رسیدن نشاء ها به مرحله ۶ برگی آنها را از خزانه خارج کرده و برای نشاءکاری به کرت‌های اصلی منتقل شد. کرت‌های آزمایش هر کدام شامل چهار ردیف کاشت به عرض ۷۵ سانتی متر و طول شش متر بود. فاصله بین بوته‌ها بر روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر، فاصله بین کرت‌ها ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها سه متر در نظر گرفته شد. هم‌زمان با نشاءکاری، ریشه گوجه‌فرنگی در محلول حاوی باکتری قرار داده شد و سپس نشاء تلقیح شده کشت شد.

1- *Azotobacter chrococcum*
2- *Pseudomonas putida*
3- *Pseudomonas fluorescens*

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ورمی‌کمپوست، کود گاوی و خاک محل آزمایش

Table 1- Physical and chemical characteristics of vermicompost, cow manure and the soil of experimental location.

نوع کود Type of fertilizer	ماده آلی Organic matter (%)	کربن آلی Organic carbon (%)	نسبت کربن به نیتروژن C/N Ratio	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	فسفر Phosphorus ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم Potassium ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن Nitrogen ($mg.kg^{-1}$)
	میزان قابل جذب Absorbable amount							
ورمی‌کمپوست Vermicompost	36	22.2	11.7	7.65	11	3.5	2.33	1.9
کود گاوی Cow manure	18	10.6	7.8	8.02	4.47	2.5	2.44	1.36
خاک مزرعه Soil	12	5.9	-	8.05	7.34	0.4	2.22	1.05

بلافاصله بعد کاشت نشاء، اولین آبیاری نیز انجام شد و آبیاری های بعدی طبق عرف محل به فاصله هفت روز یکبار تا پایان فصل رشد ادامه پیدا کرد. در این آزمایش از کودهای شیمیایی در طول فصل رشد استفاده نشد. برای تعیین جمعیت باکتری‌ها تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده، در انتهای فصل رشد گوجه‌فرنگی، نمونه خاک از محیط رایزوسفر گیاه از عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متری خاک توسط یک مته به قطر ۳ سانتی‌متر تهیه شد و سپس در آزمایشگاه با استفاده از روش CFU[1] جمعیت باکتری‌ها مورد بررسی قرار گرفت (۱). در این روش از محیط کشت غذایی آگار[2] استفاده شد. به نحوی که براساس دستورالعمل کشت باکتری‌ها، محیط کشت نوترینت آگار تهیه شده و استریل گردید. سپس ۱۰ گرم خاک از نمونه خاک تهیه شده از تیمارهای مختلف انتخاب و با استفاده از سری های رقیق سازی، غلظت های متفاوتی از محلول خاک تهیه شد و کشت باکتری‌ها روی محیط استریل انجام گردید (۳۴). سپس به مدت ۴۸ ساعت، هر ۱۲ساعت یکبار تعداد واحدهای تشکیل دهنده کلونی شمارش شد. صفات مختلف گوجه‌فرنگی از قبیل ارتفاع و قطر ساقه، وزن خشک ساقه و برگ، تعداد شاخه فرعی، تعداد میوه و عملکرد کل میوه در انتهای فصل رشد اندازه گیری شد. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات مختلف در این آزمایش با نرم افزار MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین داده ها بر اساس آزمون LSD انجام شد، ترسیم شکل‌ها با نرم افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

کلونیزاسیون باکتری‌ها

بر اساس نتایج تجزیه واریانس تیمارهای کود آلی و کود زیستی در سطح یک درصد تاثیر معنی‌داری بر تعداد کلنی باکتری‌ها داشتند. اثر متقابل بین تیمارهای مورد استفاده بر صفت تعداد کلونی باکتری‌ها نیز در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۲). در بررسی اثرات متقابل تیمارها بر جمعیت باکتری‌ها، بیشترین تاثیر مربوط به کاربرد ورمی‌کمپوست به همراه سودوموناس فلورسنس و کمترین اثر مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۱). کاربرد ورمی‌کمپوست در سطوح مختلف کود زیستی افزایش معنی دار جمعیت باکتری را نسبت به کاربرد کود گاوی و شاهد نشان داد. همین طور کاربرد کودگاوی در سطوح مختلف کود زیستی نیز سبب افزایش معنی‌دار جمعیت باکتری‌ها نسبت به تیمارهای کاربرد کود زیستی به تنهایی گردید (شکل ۱). به عبارتی کاربرد کودهای آلی ورمی‌کمپوست و کودگاوی سبب افزایش معنی دار جمعیت باکتری نسبت به عدم کاربرد این کودها گردید. در پژوهشی بر روی باکتری‌های خاک‌زی، بیشترین تعداد باکتری مربوط به خاک لومی شنی در سطوح بالای مواد آلی مشاهده شد. هم‌چنین گزارش شد که مواد آلی بر تعداد باکتری‌های خاک‌زی تاثیر دارند (۳۵). در بین کودهای زیستی مختلف، جمعیت ازتوباکتر کروکوکوم کاهش معنی‌داری نسبت به سودوموناس فلورسنس و سودوموناس پوتیدا نشان داد. با توجه به اینکه قبل از کشت جهت کنترل علف‌های هرز سمپاشی با علف‌کش متری‌بیوزین صورت گرفت، احتمالا حساسیت ازتوباکترکروکوکوم به علفکش، کاهش جمعیت این باکتری را به همراه داشت. میلوسویک و گاوداریکا (۲۵) در تحقیقی که روی اثرات علف‌کش بر ویژگی‌های میکروبی خاک انجام دادند، بیان داشتند که تعداد باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن به طور قابل ملاحظه ای ۷ الی ۱۴ روز پس از سمپاشی کاهش یافتند. در همین راستا هانگ و همکاران (۱۴) بیان کردند که پس از مصرف علف‌کش به مرور زمان از جمعیت باکتری‌ها به عنوان گونه ای از تجزیه کنندگان علف‌کش در خاک کاسته می شود و این روند کاهشی تا

1- Colony forming unit
2 - Nutrient agar

زمانی که شرایط برای تجزیه علف‌کش مهیا نشود، ادامه دارد. با توجه به نتایج آزمایش، به نظر می رسد ورمی‌کمپوست بستر بهتری را برای رشد باکتری‌ها فراهم کرده است. به عبارتی ورمی‌کمپوست با دارا بودن سطح ویژه بالا توانسته است بخش اعظم متری‌بیوزین را جذب کرده و لذا باکتری از ابتدا با دز ضعیف علفکش مواجه بوده و با گذشت زمان توانسته خود را با شرایط وفق دهد، بنابراین باکتری در این تیمار رشد و تکثیر بهتری نسبت به سایر تیمارها داشته است. درحالیکه در تیمار شاهد فاقد کود آلی، این امکان وجود دارد که متری بیوزین در محلول خاک باعث ایجاد تنش و سمیت برای باکتری‌ها شده و چون شرایط لازم برای رشد و تکثیر آنها به میزان لازم فراهم نبوده است، در نتیجه جمعیت آنها در تیمار شاهد و کودهای زیستی به تنهایی نسبت به تیمارهای دارای کود آلی کمتر شده است. با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می رسد یکی از مشکلات اصلی در استفاده از کودهای زیستی در تولید گوجه‌فرنگی، تضاد آن با علفکش ها می باشد که البته بر اساس نتایج این آزمایش کاربرد کودهای زیستی در کنارکودهای آلی می تواند تا حدودی این معضل را کاهش دهد.

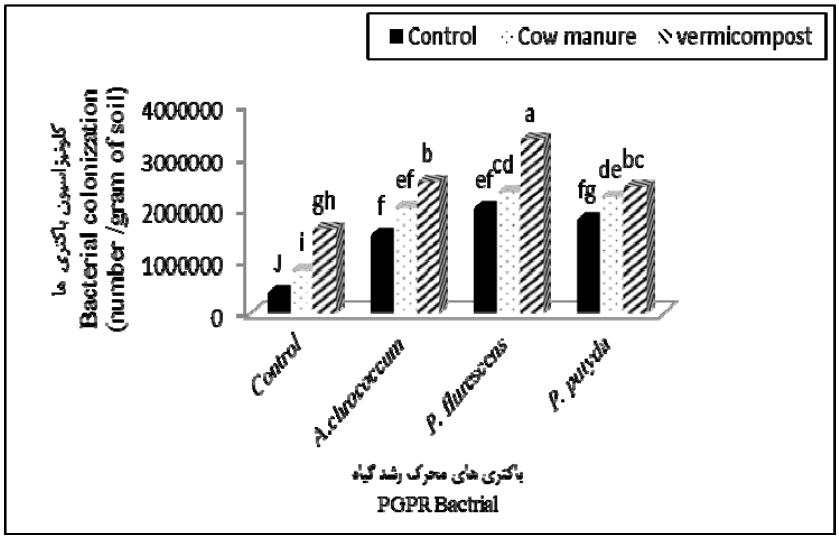
جدول ۲ – نتایج آنالیز واریانس تعداد کلونی باکتری تحت تاثیر تیمارهای آزمایش

Table 2- Results of analysis variance of bacterial colonization number as affected by experimental treatments.

منابع تغییر Source of variance	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares تعداد کلونی Coloni number
تکرار Replication	2	0.002^{ns}
کودهای آلی Organic Fertilizers	2	3.101**
کودهای زیستی Bio-fertilizers	3	3.317**
کودهای آلی×کودهای زیستی Organic Fertilizers × Bio-fertilizers	6	0.083**
ضریب تغییرات٪ CV (%)		7.22

** و ns بترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد و غیر معنی دار.

** and ns are significant at $p \leq 0.01$ and not significant, respectively.



شکل۱– اثرات متقابل کودهای آلی و باکتری های محرک رشد بر کلونیزاسیون باکتری ها

Figure 1- The interaction effects of organic and bio-fertilizers on bacterial colonization.

صفات رشدی گوجه‌فرنگی

نتایج نشان داد که کودهای آلی و زیستی تاثیر معنی‌داری بر صفات وزن خشک ساقه، ارتفاع ساقه، قطر ساقه اصلی و وزن خشک برگ داشتند (جدول ۳)، درحالی‌که تعداد شاخه فرعی تحت تاثیر تیمارها واقع نشد. هم‌چنین اثرات متقابل کودهای آلی و زیستی تنها بر قطر ساقه اصلی و وزن خشک برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). براساس نتایج مقایسه میانگین، در بین کودهای آلی، تیمار ورمی‌کمپوست بیشترین تاثیر را نسبت به شاهد بر وزن خشک و ارتفاع ساقه اصلی نشان داد (جدول۴). به‌طوری‌که کاربرد ورمی‌کمپوست به‌ترتیب باعث افزایش ۲۸/۵ و ۴/۷ درصدی وزن خشک ساقه و ارتفاع ساقه اصلی نسبت به شاهدگردید. کمری شاهملکی و همکاران (۱۷) افزایش ارتفاع گوجه‌فرنگی را در اثر کاربرد کود آلی اسید هیومیک گزارش کردند. عزیزی و همکاران (۴) اظهار داشتند که کاربرد ورمی‌کمپوست باعث بهبود معنی دار صفات ارتفاع بوته و عملکرد گل بابونه آلمانی گردید. همچنین، استفاده از ورمی‌کمپوست در کشت گیاه دارویی مرزه افزایش معنی‌داری در وزن خشک و ارتفاع بوته، تعداد برگ، ارتفاع گل آذین این گیاه ایجاد کرد (۳۰). شارما و همکاران (۳۱) گزارش کردند که میزان نیتروژن، کلسیم، منیزیم، پتاسیم در ورمی‌کمپوست به ترتیب ۵، ۱۴، ۳ و ۱۱ برابر خاک زراعی است. از طرفی، از آن‌جا که ورمی‌کمپوست مواد غذایی را به فرم قابل جذب در اختیار گیاه قرار می‌دهد، بنابراین جذب مواد غذایی در گیاه افزایش می‌یابد (۳۲). به نظر می‌رسد افزایش عرضه عناصر غذایی مختلف و تسهیل جذب آن توسط ورمی‌کمپوست، دلیل افزایش صفات رشدی گیاه گوجه‌فرنگی تحت تاثیر این کود آلی باشد.

مقایسه میانگین اثر کودهای زیستی بر صفات رشدی گوجه‌فرنگی نشان داد که در بین کودهای زیستی، ازتوباکترکروکوکوم سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک ساقه و ارتفاع ساقه نسبت به سایر تیمارها گردید (جدول ۵). به‌طوری‌که کاربرد ازتوباکتر کروکوکوم وزن خشک ساقه و ارتفاع ساقه را به ترتیب ۳۲/۱۴، ۷/۲۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. بین تیمار سودوموناس فلورسنس و سودوموناس پوتیدا از نظر تاثیر بر صفات مذکور تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. اما دو تیمار ذکر شده نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری در صفات مورد مطالعه گوجه‌فرنگی ایجاد کردند. بررسی اثرات تلقیح باکتری ازتوباکترکروکوکوم و نیز استفاده از مقادیر مختلف کود دامی روی عملکرد گیاه ذرت نشان داد که ارتفاع ، وزن خشک و عملکرد دانه ذرت در اثر تلقیح با باکتری ازتوباکتر به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش نشان داد (۱۲). کود بیولوژیک ازتوباکتر یکی از بهترین و مؤثرترین کودهای بیولوژیک تأمین کننده نیازهای طبیعی گیاهان زراعی، سبزی و صیفی و درختان میوه است.

جدول ۳ – تجزیه واریانس صفات مورد بررسی درگیاه گوجه‌فرنگی تحت تاثیرکودهای آلی و زیستی

Table 3- ANOVA of tomato traits as affected by organic and bio fertilizers.

منابع تغییر Source of variance	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square								
		عملکرد میوه Fruit yield	وزن میوه رسیده Ripe fruit weight	وزن میوه نارس Unripe fruit weight	تعداد میوه Fruit number	وزن خشک برگ Leaf dry weight	تعداد شاخه فرعی Number of lateral branch	وزن خشک ساقه Stem dry weight	قطر ساقه اصلی Main stem diameter	ارتفاع ساقه اصلی Main stem height
تکرار Replication	2	0.703^{ns}	0.002^{ns}	0.68^{ns}	10.36^{ns}	0.017^{ns}	0.111ns	0.001^{ns}	3.268^{ns}	1.694^{ns}
کودهای آلی Organic Fertilizers	2	10.6^{**}	1.67^{**}	4.46^{**}	93.52^{**}	0.15^{**}	0.861ns	0.019^{**}	210.282^{**}	19.527^{**}
کودهای زیستی Bio-fertilizers	3	4.01^{**}	0.23^{**}	2.32^{*}	5.21^{ns}	0.042^{**}	0.481ns	0.014^{**}	65.959^{**}	23.509^{**}
کودهای آلی×کودهای زیستی Organic Fertilizers × Bio-fertilizers	6	1.91^{ns}	0.08^{ns}	1.63^{ns}	19.93^{*}	0.014^{**}	0.231^{ns}	0.0007^{ns}	14.974^{**}	3.898^{ns}
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		26.40	13.31	18.42	11.91	9.31	16.51	10.29	8.3	2.719

*، ** و ns بترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی دار.

*, ** and ns are significant at p≤ 0.01 and p≤ 0.05 and not significant, respectively.

جدول٤- نتایج مقایسه میانگین برخی صفات رشدی و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی تحت تاثیرکودهای آلی

Table 4- Results of mean comparisons of some vegetative growth parameters and yield of tomato as affected by organic fertilizers

تیمارها Treatments	عملکرد میوه Fruit yield (kg/m^2)	میوه رسیده Ripe fruit (kg/m^2)	میوه های نارس Unripe fruit (kg/m^2)	تعداد میوه در بوته Fruit number per plant	وزن خشک ساقه Stem dry weight (kg/m^2)	ارتفاع ساقه اصلی Main stem height (cm)
شاهد Control	10b	4.5c	5.5c	18.83b	1.2b	52.16b
کود گاوی Cow manure	11a	5b	6a	22.41a	1.3b	52.58b
ورمی‌کمپوست Vermicompost	11.5a	6a	5.8b	24.33a	1.6a	54.58a

در هر ستون میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی داری نمی باشد.

*The numbers in each column that have a same letter don't have significant difference in 5% level based on LSD test.

جدول٥- مقایسه میانگین برخی صفات رشدی و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی تحت تاثیرکودهای زیستی

Table 5- Results of mean comparisons of some vegetative growth parameters and yield of tomato as affected by bio fertilizers.

تیمارها Treatments	عملکرد میوه Fruit yield (kg/m^2)	میوه رسیده Ripe fruit (kg/m^2)	میوه های نارس Unripe fruit (kg/m^2)	وزن خشک ساقه Stem dry weight (kg/m^2)	ارتفاع ساقه اصلی Main stem height (cm)
شاهد Control	9.9c	5.4b	4.5b	1.2b	51.77b
ازتوباکترکروکوکوم *A. chrococcum*	12a	6.8a	5.2a	1.6a	55.44a
سودوموناس فلوروسنس *P. fluorescens*	10.8bc	6b	4.6b	1.3b	53b
سودوموناس پوتیدا *P. putyda,*	11.2ab	6.5a	4.9a	13b	52b

در هر ستون میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی داری نمی باشد.

*The numbers in each column that have a same letter don't have significant difference in 5% level based on LSD test.

این کود با تثبیت نیتروژن هوا و در انتقال آن به سیستم رشد گیاه، موجب ایجاد تعادل در جذب مواد اصلی مورد نیاز گیاه می شود و با ترشح هورمون رشد اکسین، رشد و توسعه ریشه و قسمت های هوایی گیاه را افزایش داده و در نتیجه موجب افزایش میزان محصول در واحد سطح می شود (۲۹). بنابراین، افزایش ارتفاع و قطر ساقه اصلی تحت تاثیر این کود بیولوژیک به دور از ذهن نمی‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین حاصل از اثرات متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین افزایش قطر ساقه مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست + ازتو باکترکروکوکوم بود، هرچند این تیمار با تیمارهای ورمی‌کمپوست + سودوموناس پوتیدا و ورمی‌کمپوست + سودوموناس فلورسنس تفاوت معنی‌داری از نظر تاثیر براین صفت نشان نداد (شکل ۲). همچنین تیمار کود دامی + ازتوباکتر و تیمار کود دامی+ سودوموناس پوتیدا نیز افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد در قطر ساقه ایجاد کرد، که با نتایج محفوظ و شرف الدین (۲۳) و انور و همکاران (۲)، مطابقت دارد.

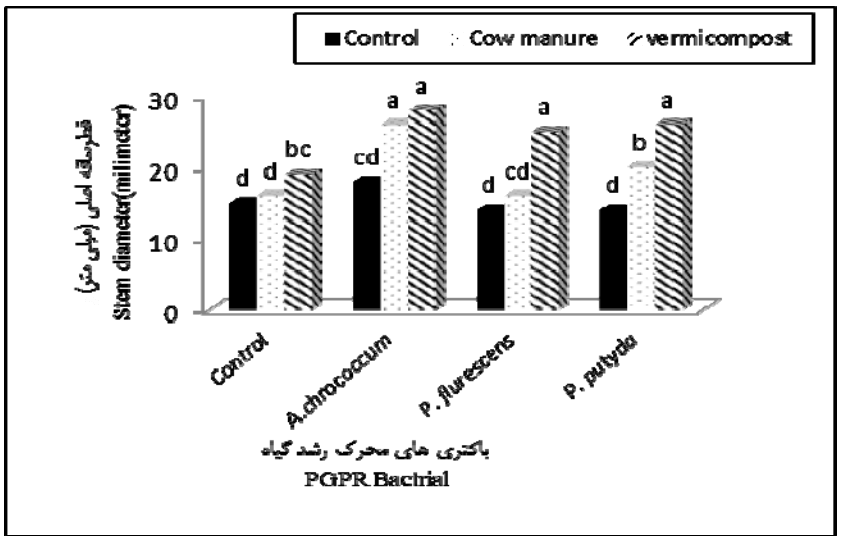
بررسی اثرات متقابل تیمارها بر وزن خشک برگ گوجه‌فرنگی نشان داد که کاربرد سودوموناس فلورسنس + ورمی‌کمپوست بیشترین وزن خشک برگ را تولید کرد که نسبت به سایر تیمارها افزایش معنی‌داری داشت (شکل ۳). همچنین کمترین وزن خشک برگ نیز مربوط به تیمار شاهد عدم کاربرد کود زیستی و کود آلی بود. لازم به ذکر است که تیمار مذکور با تیمارهای کاربرد کود زیستی سودوموناس پوتیدا و سودوموناس فلورسنس در یک گروه آماری قرار داشت. می توان چنین استنباط نمود که کودهای آلی بخصوص ورمی‌کمپوست حاوی عناصر ماکرو، میکرو، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها و هورمون‌های محرک رشد گیاه است و از طرف دیگر کودهای زیستی در فراهمی مواد غذایی از قبیل نیتروژن، فسفر و... نقش داشته و سبب رشد زیاد و سریع گیاهان از جمله سبزی‌های میوه‌ای (گوجه‌فرنگی) می‌گردد.

همچنین سودوموناس ها و ازتوباکتر از باکتری‌هایی هستند که به‌طور معمول در خاک و ریزوسفر دیده می شوند. تلقیح بذور گیاهان با این باکتری‌ها سبب افزایش رشد گیاهان و یا کاهش جمعیت میکروارگانیسم های مضر در آزمایشات گلخانه‌ای و مزرعه‌ای شده است (۶).

نتایج این آزمایش نشان داد که کودهای آلی و زیستی در حضور علف‌کش متری‌بیوزین، بطور معنی‌داری بر رشد گوجه‌فرنگی تاثیر مثبت دارد. بنابراین به نظر می رسد افزودن ورمی‌کمپوست به خاک نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد و تکثیر باکتری‌ها (شکل ۱)، موجبات افزایش رشد اندام هوایی و وزن خشک برگ و در نهایت عملکرد گوجه‌فرنگی را فراهم آورده است.

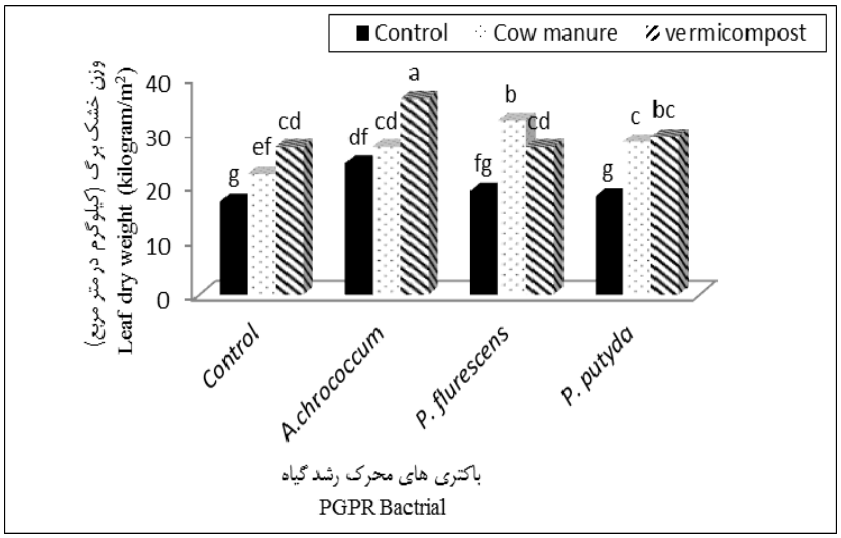
عملکرد گوجه‌فرنگی

نتایج نشان داد که کودهای آلی و زیستی تاثیر معنی‌داری بر وزن میوه نارس، وزن میوه رسیده و عملکرد کل میوه داشتند (جدول ۳). همچنین کودهای آلی تاثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر تعداد میوه داشت اما این صفت تحت تاثیر کودهای زیستی قرار نگرفت.



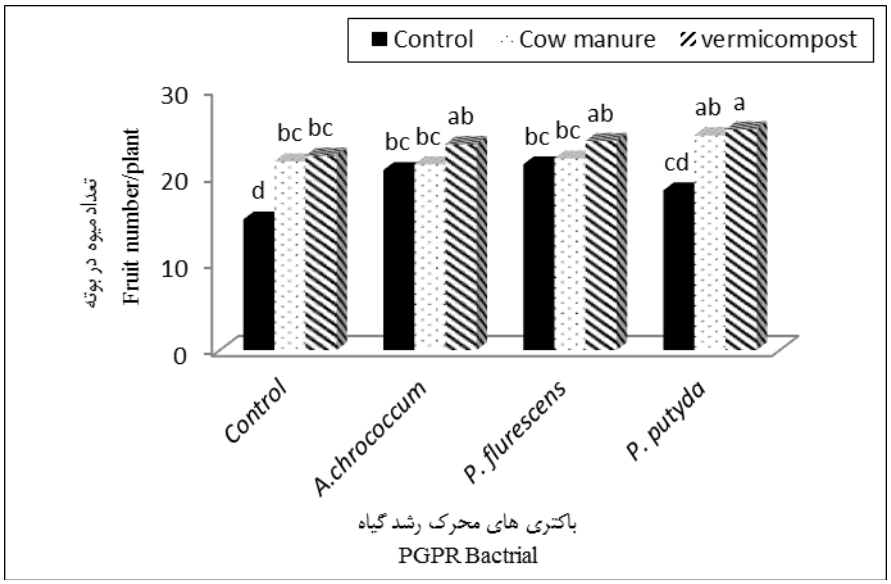
شکل ۲- اثرات متقابل کودهای آلی و باکتری های محرک رشد بر قطر ساقه اصلی گوجه‌فرنگی

Figure 2- The interaction effects of organic and bio-fertilizers on stem diameter



شکل۳- اثرات متقابل کودهای آلی و باکتری های محرک رشد بر وزن خشک برگ

Figure 3- The interaction effects of organic and bio-fertilizers on leaf dry weight



شکل ٤- اثرات متقابل کودهای آلی و باکتری های محرک رشد بر تعداد میوه گوجه فرنگی

Figure 4- The interaction effects of organic and bio-fertilizers on Fruit number

اثرات متقابل کودهای زیستی و آلی نیز تاثیر معنی‌داری در سطح پنج درصد بر تعداد میوه نشان داد. اما سایر صفات عملکردی گوجه‌فرنگی تحت تاثیر اثرات متقابل تیمارها واقع نشدند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد ورمی‌کمپوست و کود گاوی به‌ترتیب تعداد میوه در بوته را ۲۹/۲ و ۱۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول۴). البته بین دو نوع کود آلی از نظر تاثیر بر صفت تعداد میوه تفاوت معنی داری مشاهده نشد. براساس نتایج مقایسه میانگین، کودهای آلی ورمی‌کمپوست و گاوی عملکرد کل میوه (شامل نارس و رسیده) را به‌ترتیب ۱۵ و ۱۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. اما بین دو کود آلی، تفاوت معنی‌داری در عملکرد میوه مشاهده نشد (جدول۴). این به این معنی است که مقدار مصرف شده ورمی‌کمپوست و کود گاوی در این آزمایش به میزان مشابهی توانستند بر عملکرد تاثیر گذار باشند، لذا در استفاده از این کودها باید هزینه ها نیز مد نظر قرار گیرد. مقایسه میانگین اثر کودهای زیستی بر عملکرد نشان داد (جدول ۵) که بیشترین عملکرد با ۲۱/۲ درصد افزایش نسبت به شاهد مربوط به ازتوباکتر کروکوکوم بود درحالی‌که سودوموناس پوتیدا با افزایش ۱۳/۱ درصدی عملکرد نسبت به شاهد در مرتبه بعدی از نظر تولید عملکرد قرار گرفت. همچنین کود زیستی سودوموناس فلورسنس تنها ۹ درصد عملکرد را نسبت به شاهد افزایش داد که با تیمار سودوموناس پوتیدا دریک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر متقابل کودهای زیستی و آلی بر تعداد میوه نشان داد که کاربرد ورمی‌کمپوست + کودهای زیستی بیشترین تعداد میوه را به همراه داشت (شکل ۴). از طرفی کمترین تعداد میوه مربوط به شاهد بدون کاربرد کود زیستی و آلی بود.

کراسو و همکاران (۱۸) گزارش کردند که کاربرد سطوح مختلف ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شد. هم‌چنین در مطالعه‌ای گلخانه‌ای گزارش شد که با افزایش نسبت ورمی‌کمپوست به خاک گلدان از ۱:۵ به ۱:۱ عملکرد و کیفت میوه گیاه گوجه‌فرنگی از۳۶۰ گرم به ۶۰۴ گرم در بوته افزایش نشان داد (۱۰). استفاده از ورمی‌کمپوست باعث افزایش تولید گل در جعفری می‌شود با توجه به این‌که ورمی‌کمپوست قادر است میزان فسفر قابل دسترس گیاه را افزایش دهد، لذا افزایش فسفر منجر به افزایش اندام زایشی و در نتیجه افزایش عملکرد می‌شود (۳). بنابراین به نظر می‌رسد، افزایش تعداد میوه گوجه‌فرنگی تحت تاثیر ورمی‌کمپوست، به افزایش فسفر قابل دسترس گیاه و به‌طور کلی به بهبود وضعیت رشدی گیاه مربوط باشد که در افزایش تعداد گل تاثیر مستقیم دارد.

جیابال و همکاران (۱۶) در تحقیقات خود بیان کردند که کاربرد مقدار مناسب ورمی‌کمپوست در مقایسه با کود آلی معادل ۱۰ درصد جذب بیشتر نیتروژن توسط گیاه برنج را باعث می‌شود. کاربرد باکتری ازتوباکتر باعث افزایش ۱۶ درصدی عملکرد ذرت شد (۱۵). همچنین براساس گزارش کیماک و همکاران (۱۹) تلقیح گیاه با باکتری‌های محرک رشد سبب افزایش شاخص‌هایی مانند سرعت جوانه زنی، رشد ریشه، میزان تولید در واحد سطح، کنترل عوامل بیماری‌زا، سطح برگ، محتوای کلروفیل، مقاومت به خشکی، وزن ریشه و اندام هوایی و فعالیت میکروبی شد. گزارش شده است که باکتری ازتوباکتر کروکوکوم از طریق تولید هورمون‌های گیاهی از قبیل اکسین، سیتوکنین و هم‌چنین افزایش تثبیت نیتروژن، فسفر قابل دسترس و تولید ترکیبات ضد میکروبی می‌توانند با افزایش رشد ریشه سبب

افزایش جذب آب و عناصر غذایی شده و در نهایت بر رشد و عملکرد گیاه تاثیر بگذارند (۸ و ۹). نورقلی پور و همکاران (۲۷) گزارش کردند که، حضور توام باکتری و کودهای آلی در خاک، باعث افزایش مواد آلی خاک و در نتیجه بهبود ظرفیت تبادل عناصر غذایی خاک، بهبود ظرفیت نگهداری آب، بهبود دانه بندی خاک و افزایش ظرفیت تامپونی خاک در برابر تغییر اسیدیته، شوری، حشره کش ها، آفت‌کش‌ها و عناصر سنگین می شود. نتایج ما نیز حاکی از تاثیر مثبت کاربرد توام باکتری‌ها با کودهای آلی بود که تاثیر آن را در افزایش معنی‌دار جمعیت باکتری‌ها حتی در شرایط کاربرد علفکش در شکل ۱ مشاهده شد. بنابراین برایند تاثیر بر جمعیت باکتری‌ها را در افزایش تعداد میوه و عملکرد میوه گوجه‌فرنگی می‌توان دید.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که کاربرد کودهای آلی و زیستی باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع و وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ، تعداد و عملکرد میوه گوجه‌فرنگی گردید. به‌طوری‌که کاربرد ورمی‌کمپوست به‌ترتیب باعث افزایش ۲۸/۵ و ۴/۷ درصدی وزن خشک ساقه و ارتفاع ساقه اصلی نسبت به شاهد گردید. ورمی‌کمپوست و کودگاوی به‌ترتیب تعداد میوه را ۲۹/۲ و ۱۹ درصد و عملکرد میوه را به‌ترتیب ۱۵ و ۱۰ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. هم‌چنین کاربرد توام کود زیستی و آلی افزایش معنی‌دار قطر ساقه، وزن خشک برگ و تعداد میوه را به همراه داشت. کاربرد توام ورمی‌کمپوست × ازتوباکتر کروکوکوم به‌ترتیب سبب افزایش ۵۳ و ۴۶ درصدی وزن خشک برگ و قطر ساقه اصلی نسبت به تیمار شاهد گردید. اما در صفت تعداد میوه، بیشترین تاثیر در بین تیمارها مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست × سودوموناس پوتیدا بود، که باعث افزایش ۴۶ درصدی صفت تعداد میوه نسبت به تیمار شاهد گردید. بنابراین، به نظر می‌رسد می‌توان از این منابع غذایی غیر شیمیایی در تولید و افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی به جای استفاده از کودهای شیمیایی بهره برد. بعلاوه نتایج حاکی از این بود که کاربرد توام کودهای آلی (ورمی‌کمپوست و کود گاوی) با کودهای زیستی زمینه مساعدی را برای رشد و تکثیر باکتری‌های محرک رشد حتی در شرایطی که علف‌کش در خاک استفاده شده باشد، فراهم می کند. به نظر می‌رسد اثرات هم افزایی کودهای آلی و شیمیایی از طریق افزایش ظرفیت تبادل عناصر غذایی خاک، بهبود ظرفیت نگهداری آب و نیز بهبود دانه‌بندی خاک و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد و تکثیر باکتری‌ها در افزایش رشد و تشکیل تعداد میوه بیشتر گوجه‌فرنگی دخیل باشد. به‌طورکلی با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش استفاده از کودهای آلی و زیستی ضمن این‌که می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی رایج در تولید ارگانیک گوجه‌فرنگی باشد، در بهبود عملکرد گوجه‌فرنگی مفید بوده و همچنین نقش به‌سزایی در سلامت اکوسیستم خاک ایفا می‌کند.

منابع

1- Aleem A., Isar J., and Malik A. 2003. Impact of long-term application of industrial wastewater on the emergence of resistance traits in *Azotobacter chrococcum* isolated from rhizospheric soil. Bioresource Technology, 86: 7 – 13.

2- Anwar M., Patra D.D., Chand S., Alpesh K., Naqvi A.A., and Khanuja S.P.S. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. Communications in Soil Science and Plant. Analysis, 36: 1737-1746.

3- Atiyeh R.M., Subler S., Edwards C.A., and Metzger J. 1999. Growth of tomato plants in horticultural potting media amended with vermicompost. Journal of Pedology Biofuel, 43(6): 724-728.

4- Azizi M., Rezvani F., Hassanzadeh M., Lkzyan A., and Nemati H. 2008. Effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological characteristics and essential oil of German chamomile (*Matricaria recutita*) cultivars. Goral Journal - Medicinal and Aromatic Plants Research of Iran, 24: 82-93. (in Persian with English abstract).

5- Bashan Y., and de-Bashan L.E. 2005. Bacteria/plant growth-promotion. In: Hillel, D. (Ed.), Encyclopedia of Soils in the Environment. Elsevier, Oxford, pp. 103–115.

6- Burd G.I., Dixon D.G., and Glick B.R. 2000. Plant growth promoting rhizobacteria that decrease heavy metal toxicity in plants. Canadian Journal of Microbiology, 33: 237-245.

7- Burton C. H., and Turner C. 2003. Manure management: treatment. Strategies for sustainable agriculture. Editions Quae.

8- Cakmakci R., Kantar F., and Sahin F. 2001. Effect of N2-fixing bacterial inoculations on yield of sugar beet and barley. Journal of Plant Nutrients. Soil Science, 164: 527–531.

9- Ehteshami S. M. R., Amine deldar Z., Shahidi komeleh A., and khavazi k. 2010. Effect of different bacterial strains on yield and yield components of rice *Pseudomons fluorescents*. Eleventh Congress of Iranian Crop. Shahid Beheshti University of Tehran. Page 3991-3988. (in Persian)

10- Federico A.G., Miceli J.S., Borraz J., Adolfo Montes Molina C., Nafate M., Abud-Archila M., Llaven A., Rinco´n-Rosales R., and Dendooven L. 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality

of tomato (*Lycopersicum esculentum*). Bioresource Technology, 98: 2781–2786.
11- Golchin A., and Aflaki A. 2004. Effects of salinity and sodium adsorption ratio of nutrient solution on tomato yield some quality parameters. The Ninth Congress of Soil Science, Tehran, Soil Conservation and Watershed Management Research Center, http://www.civilica.com /Paper-SSCI09-SSCI09_011.html. (in Persian with English abstract).
12- Hajilo M., Abasdokht H., Amryan M.R., and Gholami A. 2010. The properties of biofertilizers on growth yield and yield components of corn in agricultural ecosystem. The first national conference on sustainable agriculture and healthy product, of the Center for Agricultural Research of natural resources, http://www.civilica.com/Paper-SACP01-SACP01_125.html. (in Persian with English abstract).
13- Hassan-Abadi H., Ardakani M., Rejali F., Paknzhad F., and Eftekhari A. 2010. Concurrent use of biological and chemical fertilizers on the morphological characteristics of the atmosphere. Proceedings of the first national conference on sustainable agriculture and healthy product, Agriculture and Natural Resources Research Center, Isfahan, Iran. (in Persian with English abstract).
14- Huang y., El-Gamry A.M., and Xu J.M. 2001. Assessment of two sulfonylurea herbicides on soil microbial biomass N and N-mineralization. Egyptian Journal of Soil Science, 41: 187-203.
15- Hussain A., Arshad M., Hussain A., and Hussain F. 1987. Response of maize (*Zea mays*) to Azotobacter inoculation under fertilized and unterilized conditions. Biology and Fertility of Soils, 4:73-77.
16- Jeyabal A., Kuppuswamy G., and Lakshmanan A R. 1992. Effect of seed coating in yield attributes and yield of soybean (*Glycine max* L.). Journal of Agronomy and Crop Science,169:145-150.
17- Kamari Shahmaleki S., Peyvast Gh., and Ghasemnezhad M. 2013. Effect of humic acid on growth and yield of tomato cv. Isabela. Journal of Horticultural Science, 26: 358-363. (In Persian with English abstract)
18- Karasu A. O. M., Bayram G., and Turgut I. 2009. The effect nitrogen levels on forage yield and some attributes some hybrid corn (*Zea mays* indentata Sturt.) cultivars sown as second crop for silage corn. African Journal of Agricultural Research, 4: 166-177.
19- Kaymak H.A., Guvenc I., Yarali F., and Denmez M.F. 2009. The effects of bio-priming with PGPR on germination of radish (*Raphanus sativus* L.) seeds under saline conditions. Turkish Journal of Agriculture, 33: 173-179.
20- Khalil M.Y. 2006. How-far would *Planta goafra* L. respond to bio and organic manures amendments. Research Journal of Biological Science, 2: 12-21.
21- Khandan A. 2004. Effect of organic and chemical fertilizers on soil chemical and physical characterizes and *Plantago psyllium* medicinal plant. M.Sc. thesis in soil science. Ferdowsi University of Mashhad. (in Persian)
22- Lai A., Santangelo E., Soressi G.P., and Fantoni R. 2007. Analysis of the main secondary metabolites produced in tomato (*Lycopersicon esculentum* , Mill.) epicarp tissue during fruit ripening using fluorescence techniques. Postharvest Biology and Technology. 43: 355- 342.
23- Mahfouz S. A., and Sharaf-Eldin M. A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Int. Agrophysics, 21: 361-366.
24- Mao J., Olk D.C., Fang X., He Z., and Schmidt-Rohr K. 2008. Influence of animal manure application on the chemical structures of soil organic matter as investigated by advanced solid-state NMR and FT-IR spectroscopy. Geoderma, 146: 353–362.
25- Milosevic N., and Govedarica M. 2002. Effect of herbicids on microbiological properties of soil, zb. Matice Srpske za prirodne nauke, Novi Sad, 102: 05–21.
26- Nicole D., Cavender R.M., and Knee M. 2003. Vermicompost stimulates mycorrhizal colonization of roots of Sorghum bicolor at the expense of plant growth. Journal of Pedobiologia, 47: 85-89.
27- Nurgholy Pur F., Smavat S. and Tehrani M. 2010. Combined application of organic fertilizers and sustainable agricultural systems. A full paper in proceeding of the 1st Iranian Fertilizer Challenges Congress: Half a Century of the Fertilizer Consumption. Olympic Hotel, Tehran, Iran.
28- Prabha M.L., Jayraaj I.A., Jayraaj R., and Rao D.S. 2007. Effective of vermicompost on growth parameters of selected vegetable and medicinal plants. Asian Journal of microbiology, biotechnology and environmental Sciences, 9: 321-326.
29- Rai S. N., and Gaur A.C. 1988. Characterization of *Azotobacter spp*. and effect of *Azotobacter* and *Azospirillumas* inoculant on the yield and N-Uptake of wheat crop. Plant and Soil, 109:131-134.
30- Rezvani Moghaddam B., Bkhshayy S. Ghafouri A. and Khrmdl S. 2009. Quantitative characterization of biological fertilizers and vermicompost on Savory herb, medicinal plants of Iran Industry Development Conference, pp. 223, Tehran. (in Persian with English abstract).
31- Sharma A.K. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India. pp. 407.
32- Sreenivas C., Muralidhar S. and Rao M.S. 2000. Vermicompost, a viable component of IPNSS in nitrogen nutrition of ridge gourd" Journal of Annual Agricultural Research, 21: pp108.
33- Taleghani D., Sadeghzadeh S., Noushad H., Dehghan shoar M.T., Tohidlo G.H. and Hamdi F. 2006. Effects of different manuring levels on some quantity and quality factors of sugar beet in wheat-sugar beet rotation. Journal of Sugar beet. 22: 67-78. (in Persian with English abstract).

34- Toyota K., and Kuninaga S. 2006. Comparison of soil microbial community between soils amended with or without farmyard manure. Applied Soil Ecology. 33:39-48.
35- Uhlirova E., and Santruckova H. 2003. Growth rate of bacteria is affected by soil texture and extraction procedure. Soil Biology & Biochemistry, 35: 217-224.
36- Van Elsas J.D., and Van Overbeek L.S. 1993. Starvation in Bacteria (ed. S. Kjelleberg), Plenum Press, New York.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۰۶-۱۹۶
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 196-206
ISSN: 2008 - 4730

اثر تیمار پس از برداشت اگزالیک اسید و کلرید کلسیم بر خصوصیات کیفی گیلاس رقم تکدانه

محمد صفا[1*]- جعفر حاجیلو[2]- رحیم نقشی بند حسنی[3]- محمد قنبری نجار[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۳۰

چکیده

به منظور بررسی اثر تیمار پس از برداشت غوطه‌وری با کلرید کلسیم و اگزالیک اسید بر خصوصیات کیفی و عمر انباری میوه گیلاس رقم تکدانه، پژوهشی در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت جداگانه برای دو ماده در ۳ تکرار اجرا گردید. در این آزمایش اسید اگزالیک در ۴ سطح (۰، ۴، ۶ و ۸ میلی مولار) و کلرید کلسیم در ۴ سطح (۰، ۴۰، ۵۵ و ۷۰ میلی مولار) به صورت غوطه‌وری بر میوه‌های گیلاس رقم تکدانه اعمال شدند و نمونه‌های موجود در هر تیمار در هر مرحله از نمونه‌برداری با فاصله ۷ روز در یک دوره ۲۸ روزه از سردخانه خارج و ویژگی‌های کمی و کیفی نظیر سفتی، کاهش وزن، اسیدیته، مواد جامد محلول کل، ویتامین ث و pH مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تمامی غلظت‌های کلرید کلسیم و اسید اگزالیک تفاوت معنی‌داری در میزان کاهش وزن، سفتی، اسیدیته، مواد جامد محلول کل، ویتامین ث و pH با شاهد داشتند، به طوری‌که میزان کاهش وزن در هفته چهارم برای نمونه‌های شاهد ۳۹/۷۹ درصد ، برای نمونه‌های تیمار شده با اگزالیک اسید ۸ میلی‌مولار ۲۲/۷۷ درصد و برای کلرید کلسیم ۷۰ میلی‌مولار ۲۱/۱۹ درصد بود.، میزان مواد جامد محلول کل در هفته چهارم برای نمونه های شاهد ۲۴/۵۳ درصد، برای نمونه‌های تیمار شده با اگزالیک اسید ۸ میلی‌مولار ۲۱/۴۳ درصد و برای کلرید کلسیم ۷۰ میلی مولار ۲۱/۱۳ درصد بود و میزان ویتامین ث در هفته چهارم برای نمونه‌های شاهد ۲/۶۵، برای نمونه‌های تیمار شده با اگزالیک اسید ۸ میلی‌مولار ۳/۰۶ و برای کلرید کلسیم ۷۰ میلی‌مولار ۳/۱۶ بود همچنین میزان سفتی و اسیدیته بیشتر از شاهد بود.

واژه‌های کلیدی: اگزالیک اسید، پس از برداشت، کلرید کلسیم، گیلاس

مقدمه

میوه‌ها و سبزی‌ها به عنوان بخش بسیار مهمی از منابع غذایی انسان از اهمیت ویژه‌ای برخوردارهستند و بشر از همان ابتدای پیدایش زندگی، جهت تامین بخشی از غذای خود از این محصولات استفاده می‌کرد. امروزه فراورده‌های باغبانی در رژیم غذایی به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد (۷). گیلاس جزو درختان خزاندار مناطق معتدله بوده و ویتامین‌های موجود در میوه‌های بالغ شامل ویتامین‌ث و مقادیر کمی از ویتامین‌های ب۱، ب۲ و آ می‌باشند. علاوه بر این، گیلاس میوه‌ای سرشار از پتاسیم است و در بین میوه‌های مناطق معتدله، یکی از میوه‌هایی است که منیزم فراوان دارد. با توجه به افزایش جمعیت دنیا در سالهای اخیر و نیاز روزافزون مردم به فراورده‌های باغی، جلوگیری از آسیب‌های بین زمان برداشت تا هنگام مصرف این محصولات بسیار ضروری و حائز اهمیت می‌باشد که باید مورد توجه قرار گیرد. اسید اگزالیک از مواد فعال طبیعی است که محققان برای حفظ کیفیت و افزایش عمرانباری محصولات مختلف به کار برده‌اند. این ماده دارای فرمول شیمیایی $C_2H_2O_4$ می‌باشد و در حالت معمولی شکل ظاهری آن به فرم کریستال‌های سفید رنگ است. اسید اگزالیک از نظر اینکه دارای تأثیرات منفی پس از کاربرد نمی‌باشد، تأیید شده است و به دلیل بی‌تأثیر بودن برروی سلامتی انسان و محیط زیست، از نظر قانونی و حقوقی فاقد محدودیت‌های خاصی می‌باشد و سازمان حفاظت از محیط زیست جهانی اسید اگزالیک را جزء ترکیبات فاقد اثرات سوء معرفی کرده است (۱۷). استفاده از اسید اگزالیک به طور معنی‌داری سبب کاهش آسیب سرمازدگی در میوه انار در طول دوره انبارمانی طولانی‌مدت در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد می‌شود (۲۳). کاربرد اسید اگزالیک در میوهٔ موز از طریق کاهش فعالیت آنزیم POD[5]به عنوان یک عامل اساسی و مهم در کاهش قهوه‌ای شدن درونی محسوب می‌شود (۲۷). افزایش مقاومت سیستمیک در گیاهان مختلف از طریق تیمار با اسید اگزالیک به اثرات آن در کاهش فعالیت آنزیم POD، نسبت داده می‌شود از

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار، استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
(*-نویسنده مسئول: Email: mohamadsafa66@yahoo.com)

5-Peroxidase

طرفی اسید اگزالیک از طریق ثبات و پایداری غشاهای سلولی سبب افزایش مقاومت برگ‌های گیاهان به تحمل گرما می‌شود (۲۸). در میوه آلو تیمار شده با اسید اگزالیک ۵ میلی‌مولار، هم در شرایط نگهداری در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۰ روز و و هم در شرایط نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، سفتی بافت، به طور معنی‌داری نسبت به میوه‌های شاهد بیشتر بود که در شرایط نگهداری در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد اثرات آن در حفظ سفتی بیشتر بود (۸). در میوه‌های انبه تیمار شده با اسید اگزالیک ۵ میلی‌مولار، ۹ روز پس از انبارمانی، اسیدیته به طور معنی‌داری بیشتر از میوه‌های شاهد بود (۳۰). درمیوه‌های هلو تیمار شده با اسید اگزالیک ۱ و ۵ میلی‌مولار، دو روز پس از انبارمانی، فعالیت آنزیم کاتالاز به طور معنی‌داری نسبت به میوه‌های شاهد افزایش یافت (۳۰)، سبب کاهش قهوه‌ای شدن درونی، در میوه لیچی می‌شود (۲۹). اطلاعات به‌دست آمده از تغییرات رشد اندام‌های مختلف در گیاهان، حیوانات و قارچ‌ها تحت تأثیر اگزالات و اسید اگزالیک، نشان می‌دهد که اگزالات و اسید اگزالیک از طریق شرکت در تنظیم سوخت و ساز بافت‌ها در توسعه گیاهان، حیوانات و قارچ‌ها، نقش مهمی را ایفا می‌کنند (۴). کلسیم یکی از ترکیبات فعال فیزیولوژیکی[1] است که در سال‌های اخیر مورد توجه و استقبال بسیاری از مصرف‌کنندگان و صنایع تبدیلی شده است (۲). نقش اساسی کلسیم در به تأخیر انداختن پیری و رسیدن میوه‌ها و سبزی‌ها، مربوط به حفظ پایداری و استحکام غشاء سلولی و پایداری دیواره‌ی سلولی است. علاوه بر این یون‌های کلسیم در مسیر عبور سیگنال‌های زخم قرار گرفته و مانع از گسترش زخم‌ها و آسیب‌ها می‌شود (۱۰). با وجود این‌که اکثر خاک‌ها از نظر کمبود کلسیم، مشکلی ندارند و مقدار کلسیم در خاک‌ها زیاد است، ولی به دلیل اینکه کلسیم در داخل گیاه دارای تحرک کمی است، کمبود آن در اکثر گیاهان مشاهده می‌شود (۱۵). در درختان میوه، اهمیت کلسیم به دلیل تأخیر در فرایند رسیدن میوه می‌باشد که از این طریق، محصولات از قابلیت حمل و نقل بهتری، برخوردار می‌شوند (۱۴). کلسیم سبب استحکام و پایداری دیواره‌ی سلولی می‌شود و از طریق اتصال کمپلکس پکتین به پروتئین دیوارهٔ سلولی، رسیدن میوه را به تأخیر می‌اندازد (۵). تیمار با کلسیم هم در مرحله قبل از برداشت و هم در مرحله پس از برداشت سبب افزایش کیفیت و ماندگاری میوه‌ها و سبزی ها می‌شود (۶). کاربرد کلسیم سبب کاهش سرعت پیری و رسیدن میوه می‌شود و نقش بسزائی در کاهش سرعت تنفس و تولید اتیلن، افزایش سفتی بافت میوه و کاهش بروز اختلالات فیزیولوژیکی در میوه داشته است (۱۹). تیمار پس از برداشت میوه هلو با کلرید کلسیم سبب حفظ سفتی بافت آنها می‌شود (۱۲). غوطه‌وری کلسیم پس از برداشت می‌تواند بدون این‌که آسیبی در میوه ایجاد کند، مقدار کلسیم را به مقدار قابل توجهی در مقایسه با اسپری قبل از برداشت افزایش دهد (۱۱). در مطالعه تاثیر کلرید کلسیم بر میوه ازگیل ژاپنی، گزارش شده است که غلظت‌های ۲ و ۳ درصد بیشترین تاثیر را بر سفتی بافت، کاهش وزن و مواد جامد محلول در طول ۴ الی ۵ هفته به همراه داشت (۱). میوه گیلاس جزو میوه های فاسد شدنی بوده و عمر انباری آن از ۱۰ – ۷ روز می باشد و در برخی از موارد قبل از رسیدن به دست مصرف کننده به خاطر حمل و نقل کیفیت خود را از دست می‌دهد (۱۸). هدف از این پژوهش، مطالعه استفاده از تیمار اسید اگزالیک و کلرید کلسیم در افزایش عمر پس از برداشت گیلاس رقم تکدانه بود تا بهترین تیمار جهت حفظ کیفیت میوه و افزایش عمر انبارمانی مشخص شود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

در این آزمایش میوه‌های گیلاس رقم تکدانه (*Prunus avium* L.) مورد استفاده قرار گرفتند. میوه‌ها در اوایل تیرماه در مرحله بلوغ تجاری و بر اساس شاخص مواد جامد محلول به این صورت که میوه های تقریباً یکنواخت از نظر اندازه، رنگ و شکل به صورت دستی از درختان موجود در یک باغ تجارتی برداشت (۱۲) و سپس توسط سبدهای مخصوص حمل و نقل به آزمایشگاه بیولوژی گلدهی و فیزیولوژی رشد و نمو میوه دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز منتقل گردیدند. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت جداگانه برای دو ماده در ۳ تکرار اجراء گردید. در این آزمایش ماده اول اسید اگزالیک در ۴ سطح (صفر، ۴، ۶ و۸ میلی‌مولار) و ماده دوم کلرید کلسیم در ۴ سطح (صفر، ۴۰، ۵۵ و ۷۰ میلی‌مولار) به صورت غوطه-وری بر میوه‌های گیلاس رقم تکدانه اعمال شد. تیمارها از طریق غوطه‌ورکردن هر واحد آزمایش (سبدهای حاوی میوه) به مدت ۵ دقیقه درمحلول‌های تهیه شده و محتوی ۲ گرم در لیتر خیس‌کننده[2] توین[3] ۸۰ اعمال شدند. بعد از اعمال تیمارها،میوه‌ها به منظور خشک شدن به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق نگهداری و سپس به سردخانه (دمای۱–۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی۸۵ درصد) منتقل شدند. نمونه‌های موجود در هر تیمار در هر مرحله از نمونه‌برداری با فاصله ۷ روز در یک دوره ۲۸ روزه از سردخانه خارج و برای ایجاد شرایط مشابه خرده فروشی ۲۴ ساعت در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۷۰ درصد) قرار گرفته و سپس از نظر صفات کیفی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

1-Physiologically Active Compounds(PAC)

2-Surfactant

3-Tween -80

صفات مورد ارزیابی

آزمون سفتی بافت با استفاده از دستگاه پنترومتر مدل FT011، بر روی ۳ عدد میوه در هر تکرار و بعد از برداشتن پوست میوه انجام شد. سفتی بافت بر حسب نیوتن بیان شد. برای اندازه‌گیری تغییرات کاهش وزن از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم استفاده شد و تغییرات مزبور به صورت درصد کاهش وزن‌تر بیان گردید. جهت تعیین درصد اسیدیته قابل تیتراسیون، از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد. برای این منظور ۵ میلی‌لیتر عصاره میوه با ۹۵ میلی‌لیتر آب مقطر به حجم رسانده شد، سپس توسط بورت با سود ۰/۱ نرمال، pH محلول روی عدد ۸/۲ ثابت و در نهایت حجم سود مصرفی معادل اسید داخل عصاره قرائت شد (۱۶). میزان مواد جامد محلول میوه توسط دستگاه رفراکتومتر دیجیتالی (PAL-1) اندازه‌گیری گردید. جهت اندازه‌گیری میزان آسکوربیک اسید میوه‌ها از روش تیتراسیون عصاره میوه با ۲و۶- دی کلروفنل ایندوفنل استفاده شد. در این روش از هر تکرار ۱۰ گرم گوشت میوه همراه با مقداری متافسفریک اسید ۳ درصد هضم شده، سپس حجم مخلوط حاصل با استفاده از متافسفریک اسید ۳ درصد به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و با کاغذ صافی صاف گردید. ۱۰ میلی‌لیتر از محلول صاف شده با ماده رنگی دی کلرو فنل ایندوفنل تا رسیدن به رنگ صورتی کم رنگ تیتر گردید. حجم ماده رنگی مورد استفاده در تیتراسیون برای محاسبه میزان آسکوربیک اسید بر حسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم عصاره استفاده شد (۳) و pH عصاره میوه‌ها با استفاده از pH مترمدل HI 9811 اندازه‌گیری شد. داده‌ها پس از نرمال شدن با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

کاهش وزن

نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که اثرات ساده اسید اگزالیک و زمان و همچنین اثرات متقابل دوگانه بین آنها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند. میزان درصد کاهش وزن در میوه‌های تیمار شده با غلظت‌های بالای اسید اگزالیک به مراتب کمتر از دیگر تیمارها بود به طوری که میزان کاهش وزن در هفته چهارم در تیمار اسید اگزالیک ۸ میلی‌مولار با ۲۲/۷۷ درصد و در همین هفته کاهش وزن در میوه‌های شاهد با ۳۹/۷۹ درصد مشاهده شد و به بیان دیگر تیمار اسید اگزالیک ۸ میلی‌مولار در مقایسه با شاهد ۱۷ منجر به جلوگیری از کاهش وزن شده است (شکل ۱). اسید اگزالیک از طریق ثبات و پایداری غشاهای سلولی سبب مهار روند کاهش وزن در میوه‌ها می‌شود (۲۸). به‌نظر می‌رسد مکانیسم‌های ممانعت از کاهش وزن میوه توسط محلول اگزالیک اسید به دلیل کاهش تنفس میوه ها باشد (۳۰). مطابق با این تحقیق در میوه‌های انبه تیمار شده با اسید اگزالیک ۵ میلی‌مولار، تولید اتیلن به طور چشم‌گیری مهار شده و در طول دوره انبارمانی میزان تولید اتیلن میوه های تیمار شده، به طور معنی‌داری کمتر از میوه‌های شاهد بود (۳۰).

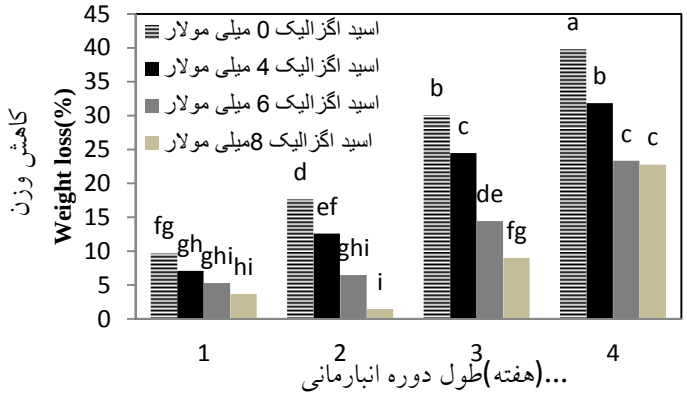
جدول۱- تجزیه واریانس صفات کیفی در آزمایش تأثیر غوطه‌وری اگزالیک اسید بر خصوصیات کیفی گیلاس رقم تکدانه

Table 1- Variance analysis of qualitative treats in "effects of Oxalic acid soaking treatment on the qualitative specifications of "single grain" cultivar of sweet cherry fruit.

		میانگین مربعات MS					
منابع تغییرات	درجه آزادی df	کاهش وزن	سفتی بافت	اسیدیته قابل تیتراسیون	موادجامدمحلول TSS	ویتامین C	pH
اگزالیک اسیدOxalic acid	3	1302.67**	18/76**	4/15**	27/34**	1/67**	0/30**
زمان (Time)	3	545/62**	3/5**	1/58**	16/79**	0/83**	0/15**
اگزالیک اسید×زمان Time×Oxalic acid	9	29/91**	0/14**	0/041*	0/26**	0/02**	0/002*
خطا(Error)	32	6/69	0/02	0/015	0/05	0/007	0/0007
ضریب تغییرات Coefficient Variation	-	15/93	4/13	3/43	1/12	2/59	0/61

**معنی‌داری در سطح احتمال ۱درصد*معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و nsغیر معنی‌دار

** Significant at 1% level of confident, * Significant at the 5% level and not significant.

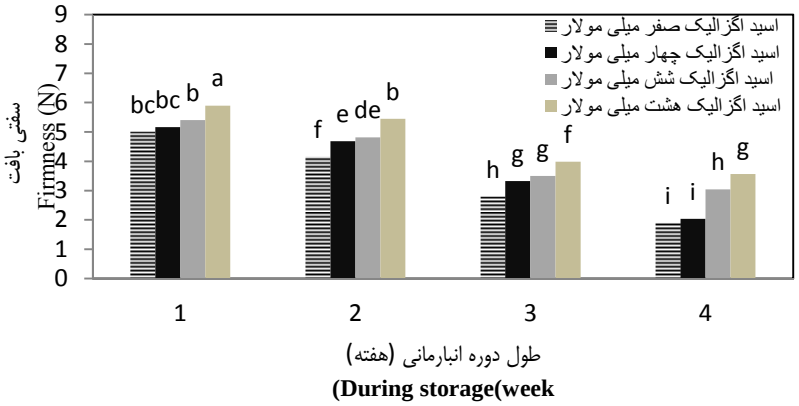


شکل۱- اثر متقابل اسید اگزالیک و زمان در تغییرات درصد کاهش وزن میوه گیلاس رقم تکدانه

Figure 1- The interactions effect between oxalic acid and time in changes of weight loss percentage of "single grain" sweet cherry fruit

سفتی بافت میوه

همان طور که جدول ۱ نشان می‌دهد اسید اگزالیک و زمان و همچنین اثرات متقابل دوگانه بین آنها بر میزان سفتی معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین حاصل از اثرات متقابل اسید اگزالیک و زمان در گیلاس رقم تکدانه نشان داد که با افزایش غلظت اسید اگزالیک، موجب سفت تر ماندن میوه ها در هر تاریخ نمونه برداری شد و میوه‌های تیمار شده با اسید اگزالیک در غلظت‌های بالاتر از حداکثر سفتی برخوردار بودند، میزان سفتی در هفته چهارم برای شاهد ۱/۹۰ بود ولی در همین هفته و برای اسید اگزالیک ۸ میلی‌مولار ۳/۵۶ ثبت شد و تیمار اسید اگزالیک باعث سفت تر ماند میوه در طول دوره انبارمانی شده است (شکل۲). در تحقیقی مشابه در میوه هلوی تیمار شده با اسید اگزالیک، سفتی بافت میوه به طور معنی‌داری بیشتر از سفتی بافت میوه‌های شاهد بود (۳۰). اسید اگزالیک با کاهش فعالیت آنزیم PG و تأخیر در تخریب و تجزیه پکتین، موجب جلوگیری از نرم شدن بافت میوه می‌شود همچنین اسید اگزالیک از طریق تأثیر مهم و بسزائی که بروی فعالیت آنزیم‌های آنتی‌آکسیدانی و نیز گونه‌های فعال اکسیژنی دارد، سبب حفظ سفتی بافت و تأخیر در رسیدن و فرآیند پیری میوه‌ها دارد (۸).



شکل۲- اثر متقابل اگزالیک اسیدو زمان در تغییرات سفتی بافت میوه گیلاس رقم تکدانه

Figure 2- The interactions effect between oxalic acid and time in changes of firmness of "single grain" sweet cherry fruit

اسیدیته قابل تیتراسیون

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که تیمار اسید اگزالیک باعث کندتر شدن روند کاهشی اسیدیته قابل تیتراسیون در گیلاس رقم تکدانه در طول دوره انبارمانی گردید. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات اسید اگزالیک و زمان انبارمانی نشان داد که مقادیر اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه‌های تیمار شده با اسید اگزالیک در

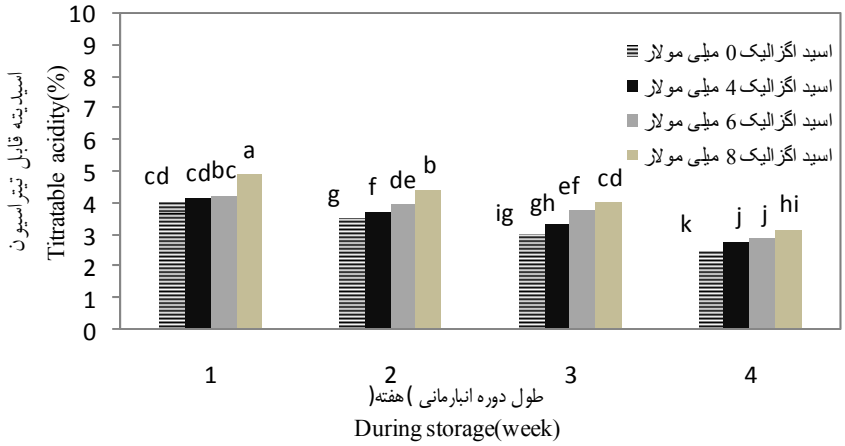
طول دوره انبارمانی به مراتب بیشتر از شاهد بود و بیشترین مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون در هفته اول در تیمار اگزالیک اسید ۸ میلی‌مولار با ۴/۸۸ درصد و کمترین مقدار آن در هفته چهارم در میوه‌های شاهد با ۲/۴۹ درصد مشاهده شد (شکل ۳). معمولاً اسیدهای آلی هنگام رسیدن میوه به دلیل مصرف شدن در تنفس و تبدیل شدن به قندها کاهش می‌یابند و کاهش آن ها رابطه مستقیمی با کاهش فعالیت‌های متابولیکی میوه دارد (۲۰). نتایج بدست آمده ناشی از تأثیر اگزالیک اسید در حفظ اسیدیته کل در این تحقیق با نتایج ژنگ و همکاران در مورد تیمار پس از برداشت اگزالیک اسید مطابقت دارد (۳۰).

مواد جامد محلول کل

نتایج تجزیه واریانس مواد جامد محلول کل در رقم گیلاس تکدانه نشان داد که اثر ساده تیمار اسید اگزالیک و زمان و اثرات متقابل دوگانه در سطح ۱درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بالاترین میزان مواد جامد محلول کل با میزان ۲۴/۵۳ درصد در آخرین هفته نمونه‌برداری در میوه‌های شاهد بود و کمترین میزان در همین هفته در تیمار اگزالیک اسید ۷۰ میلی مولار با ۲۱/۴۳ درصد مشاهده گردید (شکل ۴). افزایش مقدار مواد جامد محلول کل در طول مدت انبارمانی شاید به دلیل هیدرولیز پلی ساکاریدها و تغلیظ شدن عصاره میوه باشد (۱). نتایج بدست آمده با نتایج ژنگ و همکاران روی انبه مطابقت دارد (۳۰).

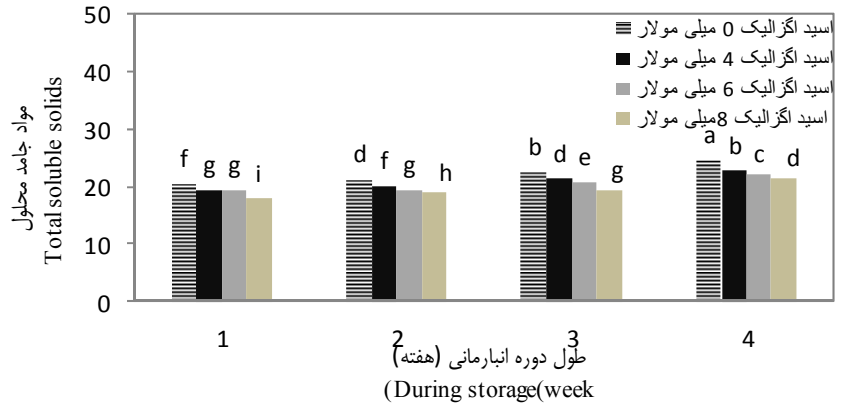
اسید آسکوربیک (ویتامین ث)

تیمار اگزالیک اسید باعث کندتر شدن روند کاهشی اسید آسکوربیک در طول دوره نگهداری میوه‌های گیلاس رقم تکدانه شد. نتایج تجزیه واریانس مقادیر اسید آسکوربیک نشان داد که تیمار اگزالیک اسید و زمان بر روی میزان آسکوربیک اسید معنی دار بودند (جدول ۱).



شکل۳- اثر متقابل اگزالیک اسید و زمان در تغییرات اسیدیته میوه گیلاس رقم تکدانه

Figure 3- The interactions effect between oxalic acid and time in changes of acidity of "single grain" sweet cherry fruit



شکل٤- اثر متقابل اسید اگزالیک و زمان در تغییرات مواد جامد محلول میوه گیلاس رقم تکدانه

Figure 4- The interactions effect between oxalic acid and time in changes of Total soluble solids of "single grain" sweet cherry fruit

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار اگزالیک اسید و زمان نشان داد که مقادیر اسید آسکوربیک در میوه‌های تیمار شده با اگزالیک اسید در طول دوره انبارمانی به مراتب بیشتر از شاهد بود، به‌طوری که در آخرین نمونه برداری در هفته چهارم بیشترین مقدار اسید آسکوربیک در میوه‌های تیمار شده با اگزالیک اسید ۸ میلی‌مولار با میزان ۳/۰۶ میلی‌گرم در صد گرم و کمترین مقدار آن در همین هفته در شاهد با میزان ۲/۶۵ میلی گرم در صد گرم مشاهده گردید و تیمار باعث جلوگیری از کاهش ویتامین ث شده است (شکل ۵)، گزارش شده که اگزالیک اسید یک آنتی‌اکسیدان طبیعی است که از پراکسیداسیون لیپید جلوگیری کرده و اکسیداسیون آسکوربیک اسید را کاهش می‌دهد (۹).

pH عصاره میوه

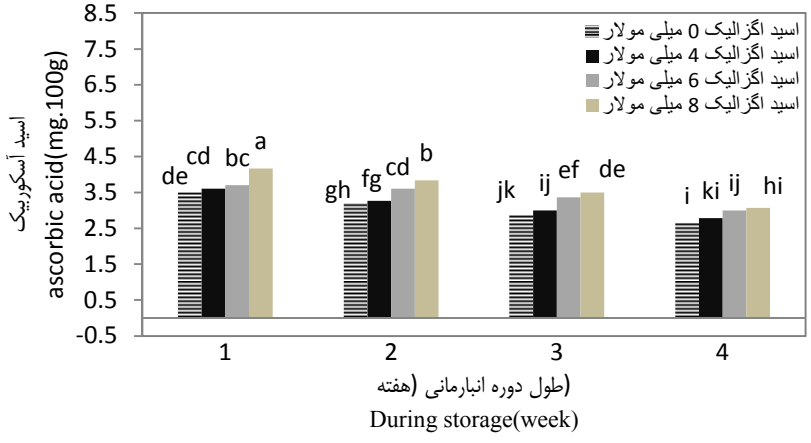
نتایج تجزیه واریانس pH در جدول ۱ در گیلاس رقم تکدانه نشان داد که اثر ساده تیمار اگزالیک اسید و زمان و اثر متقابل دوگانه آن‌ها معنی‌دار بودند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار اگزالیک اسید و زمان نشان داد که، میزان pH در میوه‌های تیمار شده با اگزالیک اسید در طول دوره انبارمانی به مراتب کمتر از شاهد بود به طوری که بیشترین میزان pH در تیمار شاهد هفته چهارم با ۴/۹ و کمترین میزان آن در تیمار اگزالیک اسید در همان هفته با میزان ۴/۶ مشاهده گردید (شکل ۶). pH پائین میوه‌های تیمار شده با اسید اگزالیک را می توان به نقش مثبت اگزالیک در کاهش فرآیند تنفس و حفظ اسیدهای آلی بیان کرد. به نظر می‌رسد افزایش pH در طول مدت انبارمانی به واسطه شکسته شدن و تجزیه اسیدهای آلی در فرآیند تنفس باشد که در توت فرنگی گزارش شده است (۳۱). بر اساس بررسی منابع انجام شده، تاکنون هیچ گزارشی مبنی بر تاثیر مستقیم اسید اگزالیک بر روی pH وجود ندارد.

اثر تیمارهای کلرید کلسیم

کاهش وزن

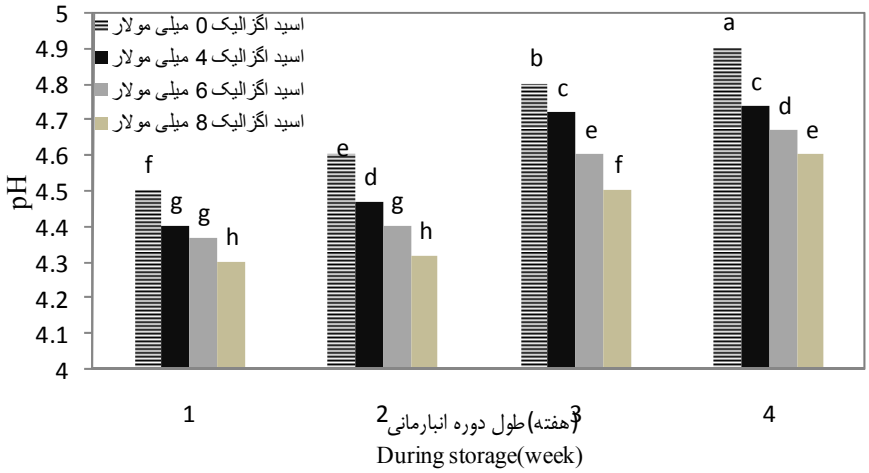
تیمار کلرید کلسیم و زمان و همچنین اثر متقابل بین آن‌ها بر روی کاهش وزن معنی‌دار بودند (جدول ۲). مقایسه میانگین حاصل از اثر متقابل کلرید کلسیم و زمان نشان داد که میزان درصد کاهش وزن در میوه‌های تیمار شده با غلظت‌های بالای کلرید کلسیم به مراتب کمتر از دیگر تیمارها بود، بطوری که روند افزایش درصد کاهش وزن در طول دوره انبارمانی با شدت کمتری در میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم ۷۰، ۵۵ و ۴۰ میلی‌مولار نسبت به میوه‌های شاهد بود. برای مثال میزان کاهش وزن در هفته چهارم در تیمار کلرید کلسیم ۷۰ میلی‌مولار با ۲۱/۱۹ درصد و در همین هفته کاهش وزن در میوه‌های شاهد برابر با ۳۹/۷۹ درصد بود و تیمار در مقایسه با شاهد منجر به جلوگیری از ۱۸/۶٪ درصد از کاهش وزن شده است (جدول ۳).

کلرید کلسیم از طریق کاهش تنفس باعث ممانعت از کاهش وزن میوه‌ها می‌شود (۲۲). سینگ و همکاران (۲۵) تیمار قبل از برداشت انبه با کلرید کلسیم و نیترات کلسیم از طریق کاهش سرعت تنفس باعث تاخیر در رسیدن و ایجاد اثرات مطلوب در کیفیت میوه در طول انبارمانی گردید. مارتین–دیانا و همکاران (۱۳) با شستشوی کاهو در لاکتات کلسیم و کلرین نشان دادند که لاکتات کلسیم به طور آشکاری باعث حفظ تورژسانس سلول‌ها می‌شود.



شکل۵- اثر متقابل اسید اگزالیک و زمان در تغییرات اسید آسکوربیک میوه گیلاس رقم تکدانه

Figure 5- The interactions effect between oxalic acid and time in changes of ascorbic acid of "single grain" sweet cherry fruit



شکل ٦- اثر متقابل اسید اگزالیک و زمان در تغییراتpH میوه گیلاس رقم تکدانه

Figure 6- The interactions effect between oxalic acid and time in changes of pH of "single grain" sweet cherry fruit

سفتی بافت میوه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده کلرید کلسیم و زمان و همچنین اثرات متقابل دوگانه فاکتورهای کلرید کلسیم و زمان (p<%1)معنی‌دار بودند (جدول۲). مقایسه میانگین حاصل از اثر متقابل کلرید کلسیم و زمان در گیلاس رقم تکدانه نشان داد که با افزایش غلظت کلرید کلسیم، کاهش در سفتی میوه‌ها در تمام زمان‌های نمونه‌برداری کندتر شده و میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم در غلظت‌های بالاتر از حداکثر سفتی برخوردار بودند، به عبارت دیگر در تمام زمان‌های نمونه برداری حداکثر سفتی بافت به ترتیب در میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم در غلظت‌های ۷۰ و ۵۵ میلی‌مولار و کمترین سفتی در تیمارهای کلرید کلسیم ۴۰ و صفر میلی‌مولار مشاهده شد (جدول ۳). منگنریز و همکاران (۱۲) گزارش نمودند که در طول دورهٔ انبارمانی کلسیم موجود در پوست کاهش می‌یابد و به سمت گوشت حرکت کرده و باعث افزایش کلسیم گوشت می‌شود، این انتقال کلسیم را می‌توان به کانال‌هایی که باعث عدم اتصال بافت و ایجاد مسیری برای نفوذ کلسیم نسبت داد. مطابق با این تحقیق نتایج مشابهی در کاربرد پس از برداشت کلسیم برای میوه‌های هلو (۱۲)، ازگیل ژاپنی (۱)، آلو (۲۶) گزارش شده است.

مواد جامد محلول کل

نتایج تجزیه واریانس مواد جامد محلول کل در رقم گیلاس تکدانه نشان داد که اثرات ساده تیمار کلرید کلسیم و زمان و اثرات متقابل دوگانه در سطح ۱درصد معنی‌دار بودند (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات کلرید کلسیم و زمان در تغییرات مواد جامد محلول کل میوه نشان داد که روند افزایشی میزان مواد جامد محلول کل در طول دوره انبارمانی در میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم به مراتب کمتر از شاهد بود. بیشترین میزان مواد جامد محلول در طول دوره انبارمانی در میوه های شاهد و کمترین میزان مواد جامد محلول در میوه های تیمار شده با کلرید کلسیم ۷۰ میلی‌مولار مشاهده شد به طوری که در هفته چهارم میزان مواد جامد محلول برای شاهد ۲۴/۵۳ درصد و برای کلرید کلسیم ۷۰ میلی مولار ۲۱/۱۳ درصد ثبت شد (جدول ۳). افزایش مقدار مواد جامد محلول کل در طول مدت انبارمانی شاید به دلیل هیدرولیز پلی ساکاریدها و تغلیظ شدن عصاره میوه باشد (۱).

اسید آسکوربیک

جدول ۲ نشان می‌دهد که تیمار کلرید کلسیم و زمان و اثرات متقابل بین آن‌ها در سطح ۱ درصد معنی دار بودند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار کلرید کلسیم و زمان نشان داد که، مقادیر اسید آسکوربیک در میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم در طول دوره انبارمانی به مراتب بیشتر از شاهد بود و بیشترین مقدار اسید آسکوربیک در زمان آخرین نمونه برداری در میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم ۷۰ میلی‌مولار با ۳/۱۶ میلی‌گرم در صد گرم و کمترین مقدار آن در همین زمان در شاهد و تیمار ۴۰ میلی مولار به ترتیب با ۲/۶۵ و ۲/۶۳ میلی گرم در صد گرم مشاهده گردید. غوطه‌وری کلسیم روی مقدار اسید آسکوربیک موثر است. کلسیم با اتصال به غشاء باعث پایداری آن می‌شود و با این کار از اتصال رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژنی به غشاء جلوگیری کرده و به حفظ سلامتی غشاهای زیستی کمک و در حقیقت از تجزیه اسید آسکوربیک جلوگیری می‌کند (۲۱).

pHعصاره میوه

همان‌گونه که در جدول ۲ دیده می‌شود کلرید کلسیم و زمان بر میزان pH اثر بسیار معنی‌داری داشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار کلرید کلسیم و زمان نشان داد که، میزان pH در میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم در طول دوره انبارمانی به مراتب کمتر از شاهد بود و پایین‌ترین میزان pH در کلرید کلسیم ۷۰ میلی‌مولار در هفته چهارم با ۴/۶ به‌دست آمد در حالی که تیمار شاهد در همین هفته عدد ۴/۹ را نشان داد (جدول ۳). به نظر می‌رسد افزایش pH در طول مدت انبارمانی به واسطه شکسته شدن و تجزیه اسیدهای آلی در فرآیند تنفس باشد که در زردآلو (۳۱) نیز گزارش شده است.

اسیدیته قابل تیتراسیون

چنان‌چه در جدول ۲ مشاهده می‌شود، اثرات ساده کلرید کلسیم و زمان بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند اما اثرات متقابل این دو فاکتور معنی‌دار نشدند و تیمار کلرید کلسیم باعث کندتر شدن روند کاهشی اسیدیته قابل تیتراسیون در گیلاس رقم تکدانه در طول دوره انبارمانی گردید. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر کلرید کلسیم و زمان انبارمانی نشان داد که مقادیر اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم در طول دوره انبارمانی بیشتر از شاهد بود. البته غلظت ۷۰ میلی‌مولار کلرید کلسیم بیشترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون با ۴/۲ درصد را در مقایسه دیگر تیمارها در طول دوره انبارمانی نشان داد (شکل ۷ و ۸). نتایج به‌دست آمده ناشی از تأثیر کلرید کلسیم در حفظ اسیدیته کل در این تحقیق با نتایج منگنریز و همکاران (۱۲) در مورد هلو در تیمار پس از برداشت مطابقت دارد.

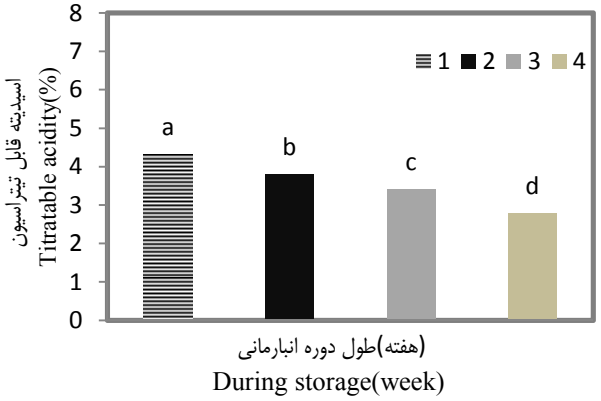
جدول۲- تجزیه واریانس صفات کیفی در آزمایش تأثیر غوطه‌وری کلرید کلسیم بر خصوصیات کیفی گیلاس رقم تکدانه

Table 2- Variance analysis of qualitative treats in "effects of Calcium chloride soaking treatment on the qualitative specifications of "single grain" cultivar of sweet cherry fruit

		میانگین مربعات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	کاهش وزن	سفتی بافت	اسیدیته قابل تیتراسیون	موادجامدمحلول	ویتامین C	pH
کلریدکلسیم Calcium chloride	3	1073/24**	18/53**	5**	24/72**	1/86**	0/35**
زمان(Time)	3	351/47**	6/62**	1/62**	23/14**	1/13**	0/25**
کلریدکلسیم×زمان ×Calcium chloride Time	9	25/701**	0/172**	0/009 ns	0/65**	0/01**	0/003**
خطا	32	4/331	0/04	0/011	0/27	0/002	0/0008
ضریب تغییرات Coefficient Variation	-	11/407	4/68	3/4	2/6	1/58	0/63

**معنی‌داری در سطح احتمال ۱درصد*معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ns غیر معنی‌دار

** Significant at 1% level of confident, * Significant at the 5% level and not significant.



شکل۷- مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون درمیوه گیلاس رقم تکدانه در طول دوره انبارمانی

Figure 7- Amount of titrable acidity during storage in "single grain" cultivar of sweet cherry fruit

جدول۳- مقایسه میانگین صفات کیفی تأثیر غوطه‌وری کلرید کلسیم بر خصوصیات کیفی گیلاس رقم تکدانه

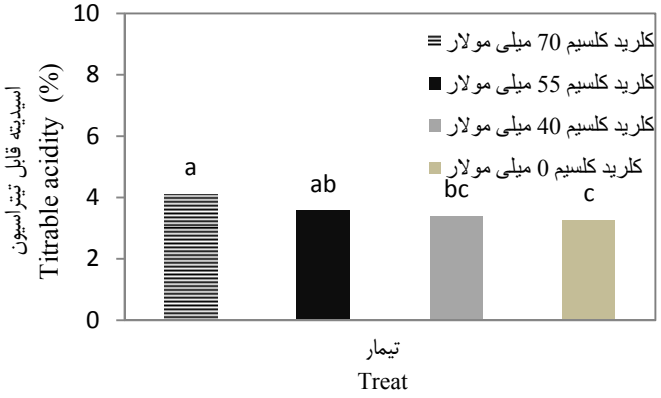
Table 3- Mean compares of qualitative treats in "effects of Calcium chloride soaking treatment on the qualitative specifications of "single grain" cultivar of sweet cherry fruit

pH	ویتامین C Vitamin C (mg.100g-1)	موادجامدمحلول Total soluble solids (٪)	سفتی بافت Firmness (N)	کاهش وزن Weight loos (٪)	غلظت کلسیم Calcium concentration (mM)	زمان Time (Week)
4/5e	3/5d	20/4de	5/08cd	9/74h	0	
4/41f	3/6c	19/53ef	5/15bc	9/54h	40	1
4/28g	3/68c	18/18fg	5/45b	7/45hi	55	
4/13h	4/3a	17/3h	5/97a	3/49i	70	
4/6d	3/2e	21/33cd	4/15e	17/66e	0	
4/5e	3/23e	19/73ef	5/06cd	17/27ef	40	2
4/4f	3/5d	19/36f	5/48b	11/02gh	55	
4/3g	3/86b	18/3gh	6/17a	8/68h	70	
4/8 b	2/86g	22/5b	2/79g	30/95b	0	
4/58d	3f	19/5ef	3/35f	25/33c	40	3
4/5e	3/2e	19/13fg	4/03e	21/79d	55	
4/41f	3/6c	18/93fg	4/73d	13/91fg	70	
4/9a	2/65h	24/53a	1/90h	39/79a	0	
4/76b	2/63h	21/93bc	2/27h	28/54bc	40	4
4/66c	2/93fg	21/7bc	3/10fg	25/48c	55	
4/6d	3/16e	21/13cd	3/86e	21/19d	70	

حروف غیر مشابه در هر ستون، نشان دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد توسط آزمون دانکن می‌باشد.

Dissimilar letters in each column indicate significant difference in the 1% level of confident by Duncan's test.

کاربردکلرید کلسیم تاثیر معنی‌داری بر میـزان اسـیدهای آلـی در طی دوره نگهداری داشت، به‌نظر می‌رسد به دلیل تـأثیر ایـن مـاده در کاهش میزان تنفس و تولید اتیلن باشد که منجر بـه کـاهش اسـتفاده اسیدهای آلی به‌عنوان سوبسترای تنفسی می‌شود (۲۲). ولی در بعضی موارد گزارش شده است که تیمارهای پس از برداشت کلریـد کلسـیم نمی‌تواند اسیدهای آلی را تغییر دهند که نتایج ناهمگن ممکن است با توجه به تفاوت در رقم ویا تفاوت در نوع تیمارها باشد (۲۴).



شکل۸-مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون درمیوه گیلاس رقم تکدانه در طول دوره انبارمانی

Figure 8- Amount of titrable acidity during storage in "single grain" cultivar of sweet cherry fruit

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان دهنده این هستند که تیمارهای جداگانه کلرید کلسیم و اسید اگزالیک به طور معنی‌داری سبب بهبود خصوصیات کیفی وعمرانباری میوه گیلاس رقم تکدانه گردیدند. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این آزمایش تیمار کلرید کلسیم در مقایسه با اگزالیک اسید بهتر بود. در میوه‌های تیمار شده در غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم میزان سفتی، اسیدیته و ویتامین ث به طور معنی‌داری بیشتر از شاهد بود. همچنین در میوه‌های تیمار شده میزان کاهش وزن، مواد جامد محلول کل و pH در طی دوره انبارداری به طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود. غلظت‌های مختلف اسید اگزالیک میزان سفتی، اسیدیته و ویتامین ث را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد و میوه‌های تیمار شده در غلظت‌های مختلف اسید اگزالیک کاهش وزن، مواد جامد محلول کل و pH به طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود.

منابع

1- Akhtar A.N. and Hussain A. 2010. Effect of calcium chloride treatment on quality characteristics of loquat fruit during storage. Pakistan Journal of Botany. 42:181-188.
2- Alzamora S. M., Salvatori D., Tapia M. S., Lopez-Malo A., Welti-Chanes J. and Fito, P. 2005. Novel functional foods from vegetable matrices impregnated with biologically active compounds. Journal of Food Engineering. 67: 205-214.
3- AOAC. 2000.Vitamins and other nutrients (Chapter 45).In Official Methods of Analysis (17th ed.), Washington, D.C.
4- Caleistan M. 2000. The Metabolism of Oxalic Acid. Department of Biology 31040 Hatay-Turkey. Turk Journal Zoology, 24: 103–106.
5- Clender R.E and Virk J. 1990. Calcium, cell wall and growth. Journal American Society of Horticulture. 115: 9-15.
6- Conway W. S., Sams C. E., Wang C. Y. and Abbott J. A. 1994. Additive effects of postharvest calcium and heat treatment on reducing decay and maintaining quality in apples. Journal of American Society for Horticultural Science. 119: 49–53.
7- Esna ashari M. and Zokaee khosroshahi M. R. 2008. Polyamines and Horticultural Sciences. Bu-Ali sina University Press, Page 188.
8- Fuwang W., Zhang D., Zhang H., Jiang G., Su, X., Qu, H., Jiang Y. and Duan, X. 2011. Physiological and biochemical response of harvested plum fruit to oxalic acid during ripening or shelf-life. Food Research International. 44:1299-1305.
9- Kayashima T. and Katayama T. 2002. Oxalic acid is available as a natural antioxidant in some systems. Biochemistry and Biophysics. 1573, 1–3.
10- Lamikanra O. and Watson M. A. 2004. Effect of Calcium treatment temperature on fresh-cut Cantaloupe Melon during storage. Food Chemistry and Technology. 69: 468-472.
11- Lester G. E. and Grusak M. A. 1999. Postharvest application of calcium and magnesium to honeydew and netted muskmelons: effects on tissue ion concentration, quality, and senescence. Journal of the American Society Horticultural Science. 124: 545–552.
12- Manganaris G.A., Vasilakakis M., Diamantidis G. and Mignani I. 2007.The effect of Postharvest calcium application on tissue calcium concentration, quality attributes, incidence of flesh browning and cell wall physicochemical aspects of peach fruits. Food chemistry. 100: 1385-1392.
13- Martin-Diana A.B., Rico D., Mulcahy J., Frias J. M., Henehan G.T.M. and Barry-Ryan C. 2007. Calcium for extending the shelf-life of fresh whole and minimally processed fruit and vegetables. A review Trends in food Science and Technology. 18: 210-218.
14- Malakoti M. and Tabatabai S.J. 1998. Correct nutrition of fruit trees to attain enhanced performance and quality of horticultural products in calcareous soils of Iran. Publication of Agricultural Education. Page 270.
15- Malakoti M. and Tehrani M. 2007. The Role of Micronutrients on the quantity and improve the quality of agricultural products. Tarbiat Modarres University Press. Page 398.
16- Mostofi Y. and Najafi F. 2005. Laboratory analytical methods for Horticultural Science. Tehran University Press. Page 136.
17- Munir E., Yoon J.J., Tokimatsu T., Hattori T. and Shimada M. 2001. New role for glyoxylate cycle enzymes in wood-rotting basidiomycetes in relation to biosynthesis of oxalic acid. J Wood Sci. 47: 368–373.
18- Nemati h. Abdullah Zadeh A. 1998. Cherry and Sour Cherry (translation). Mashhad Scientific Information Database Press. Page 386.
19- Poovaiah B. W. 1986. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables . Food Technology. 40: 86-89.

20- Rahemi M. 2005. Postharvest physiology. Shiraz University Press, Page 485.
21- Spinardi A. M. 2005. Effect of harvest date and storage on antioxidant systems in pears. Acta Horticulturae, 682: 655-662.
22- Saftner R. A., Bai J., Abbott J. A. and Lee S. Y. 2003. Sanitary dips with calcium propionate, calcium chloride, or a calcium amino acid chelate maintain quality and shelf stability of fresh-cut honeydew chunks. Postharvest Biology and Technology. 29: 259–267.
23- Sayyari M., Valero D., Babalar M., Kalantari S., Zapata P. J., and Serrano M. 2010. Prestorage oxalic acid treatment maintained visual quality, bioactive compounds, and antioxidant potential of pomegranate after long-term storage at 2 degrees C. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 58: 6804−6808.
24- Shafiee M., Taghavi T.S. and Babalar M.R. 2010. Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest Treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved Postharvest fruit quality of strawberry. Scientia Horticulture. 124: 40–45.
25- Singh B. P., Tandon D. K. and Kala S. K. 1993. Change in postharvest quality of mangoes affected by prepares application of calcium salt. Scentia Horticultureae. 54: 211-219.
26- Valero D., Perez-Vicente A., Martinez-Romero D., Castillo S., Guillen F. and Serrano M. 2002. Plum storability improved after Calcium and heat postharvest treatments: role of polyamins. Journal of Food Science. 67: 2571-2575.
27- Yoruk R., Balaban M. O., Marshall M. R. and Yoruk S. 2002. The inhibitory effect of oxalic acid on browning of banana slices. In: Annual Meeting and Food Expo- Anaheim, California. 74: 18-30.
28- Zhang Z. S., Li R. Q. and Wang J. B. 2001. Effects of oxalate treatment on the membrane permeability and calcium distribution in pepper leaves under heat stress. Acta Phytophysiologica Sinicia. 27: 109–113.
29- Zheng X. L. and Tian S. P. 2006. Effect of oxalic acid on control of postharvest browning of litchi fruit. Journal of Food chemistry. 96: 519–523.
30- Zheng X., Tian S.H., Meng X. and Li B. 2007. Effects of exogenous oxalic acid on ripening and decay incidence in mango fruit during storage at room temperature. Postharvest Biology and Technology. 45: 281–284.
31- Zokaee Khosroshahi M.R., Esna-Ashari M. and Ershadi A. 2007. Effect of exogenous putrescine on postharvest life of strawberry fruit. Scientia Horticultureae. 114: 27-32.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۱۵-۲۰۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 207-215
ISSN: 2008 - 4730

بررسی واکنش‌های بیوشیمیایی و فعالیت آنزیمی پایه GF677 (هیبرید هلو و بادام) به تنش شوری در شرایط درون‌شیشه‌ای

مهری مشایخی[1*]- محمد اسماعیل امیری[2]- فریبرز حبیبی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۵/۱۹

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش شوری بر واکنش‌های بیوشیمیایی و فعالیت آنزیمی پایه GF677 هیبرید هلو و بادام (*Prunus persica* L. × *Prunus amygdalus* Batsch)، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) با سه تکرار انجام شد. گیاهچه‌های پایه GF677 به محیط کشت پرآوری موراشیگ و اسکوگ (MS) حاوی ۱ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین (BA) و ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر نفتالین استیک اسید (NAA) با غلظت‌های مختلف کلرید سدیم (صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار) در چهار تکرار واکشت شدند. بعد از گذشت شش هفته نتایج نشان داد که با افزایش سطوح شوری در محیط کشت، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت (کاتالاز و پراکسیداز)، پروتئین کل، میزان پرولین و قندهای محلول به طور معنی‌داری افزایش یافتند. در تمام پارامترهای ذکر شده بیشترین میزان افزایش در غلظت ۸۰ میلی‌مولار مشاهده شد. گیاهچه‌ها در هفته چهارم در غلظت ۱۲۰ میلی‌مولار به شدت تحت تأثیر شوری قرار گرفتند. کلروفیل برگ با افزایش سطح شوری کاهش یافت. غلظت سدیم و کلر بافت با افزایش سطح شوری افزایش یافتند. این پایه توانست با مکانیسم‌های دفاعی همچون سیستم آنتی‌اکسیدانتی، تنظیم اسمزی توسط پرولین و قندهای محلول و همچنین افزایش پروتئین‌سازی با تنش اکسیداتیو مقابله کند. با توجه به این‌که حتی در بالاترین سطح شوری (۱۲۰ میلی‌مولار) گیاهچه‌های GF677 از بین نرفتند، طبق نتایج حاصله می‌توان بیان کرد پایه GF677 یک پایه متحمل به تنش شوری در شرایط درون‌شیشه‌ای محسوب می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت، پایه GF677، پرولین، تنش اکسیداتیو، تنش شوری

مقدمه

تنش شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که اثرات منفی روی رشد و متابولیسم پایه‌های درختان میوه دارد (۸). اغلب پایه‌های درختان میوه به شوری حساسند و در اکثر موارد، تنش شوری مورفولوژی و آناتومی پایه‌ها را تغییر می‌دهد (۱۲)، بنابراین ارزیابی تحمل پایه‌های درختان میوه به تنش شوری اهمیت بسیار زیادی دارد.

یکی از پایه‌های بسیار مناسب برای هسته‌داران، پایه GF677 هیبرید طبیعی بین بادام (*Prunus amygdalus* Batsch) و هلو (*Prunus persica* L.) بوده که به طور گسترده در دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. به این دلیل که مقاوم به خشکی، خاک‌های آهکی، رطوبت خیلی زیاد خاک بوده و متحمل به کمبود آهن می‌باشد و تجانس خوبی با ارقام هلو و بادام دارد (۲).

شوری از چند طریق به گیاهان آسیب می‌رساند، نخست از طریق سمیت ویژه یون‌هایی چون سدیم و کلر و کمبود آب می‌باشد و موجب مختل‌شدن فرآیندهای فتوسنتز، تنفس، سنتز پروتئین و در نهایت باعث کمبود عناصر مختلف می‌شوند (۱۹). هم‌چنین تنش شوری باعث تولید گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن[4] (ROS) مانند سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکال‌های هیدروکسیل و اکسیژن می‌شوند (۱۵). فعالیت این گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن باعث متابولیسم غیرنرمال از طریق خسارت اکسیداتیو به لیپیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌شود (۲۶). تحمل به شوری صفتی کمی و چندژنی است و در زمان تنش، ژن‌های متعدد و به درجات مختلفی بیان می‌شوند که سبب تغییر در واکنش گیاه می‌شوند (۲۷). از آن‌جا که تحمل به شوری در گیاهان یک فرآیند پیچیده است که در آن تغییرات مورفولوژیکی، فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی درگیر هستند، رشد در محیط‌های شور نیز نتیجه فرآیندهای سازگاری مانند انتقال یون و جایگزینی آن‌ها، سنتز محلول‌های اسمزی و تجمع آن‌ها در جهت تنظیم اسمزی و تغییر و تبدیل پروتئین‌ها برای حفظ و

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
(*-نویسنده مسئول: Email: mehri_m662004@yahoo.com)

4- Reactive Oxygen Species

بازسازی سلول‌ها است (۱۵). فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی مانند کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز، پراکسیداز، گلوتاتیون ریدوکتاز و سوپراکسید دیسموتاز تحت تنش شوری در گیاهان افزایش پیدا می‌کنند و ارتباطی بین میزان آنزیم‌ها و مقاومت به شوری وجود دارد (۱۸). تحمل به شوری به یک سیستم آنتی‌اکسیدانی کارآمد بستگی دارد و در پایه‌های متحمل‌تر و در سطوح بالای شوری میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت بیشتر است (۱۲).

تکنیک کشت بافت برای ارزیابی تحمل گونه‌های گیاهی به تنش‌های محیطی، کنترل بیشتری از شرایط بیرون دارد (۳۰). در مزرعه، گیاهان در معرض شرایط آب و هوایی و زیستی متغیری هستند که می‌تواند انجام تحقیقات و پژوهش‌ها را دشوار سازد. از طریق فن کشت بافت امکان انجام آزمایش‌ها در شرایط یکسان در تمام طول سال امکان‌پذیر می‌باشد (۲۸). در خصوص تنش شوری درون شیشه‌ای بررسی‌هایی بر روی پایه‌های سیب (۲۹ و ۳۱)، کیوی‌فروت (۳۲)، پایه گلابی (۳۳)، پایه گیلاس (۱۲)، پایه‌های مرکبات (۱۴ و ۲۲)، پایه‌های انگور (۱)، پایه‌های پسته (۸) انجام شده است.

تاکنون بیشتر مطالعات و تحقیقات انجام شده در زمینه تنش شوری پایه‌های هسته‌داران از جمله GF677، بر روی یک یا چند صفت از قبیل شاخص‌های رشدی و تجمع یون‌های سدیم و کلر در برگ‌ها متمرکز شده است در صورتی که برای شناسایی دقیق سازوکار تحمل یک پایه باید شاخص‌های مهم بیوشیمیایی و واکنش‌های آنتی‌اکسیدانتی در کنار هم اندازه‌گیری و مقایسه شوند تا شاخص‌های مهم بیوشیمیایی در تحمل گیاه به تنش شوری شناسایی شود. هدف از انجام این پژوهش شناسایی نشان‌گرهای بیوشیمیایی تحمل به تنش شوری پایه GF677 در شرایط درون‌شیشه‌ای بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و تهیه ریزنمونه

در این آزمایش تهیه ریزنمونه از جوانه‌های شاخه یکساله استفاده شد. شاخه‌ها در اواخر زمستان تهیه شدند. نمونه‌های گیاهی پس از انتقال به آزمایشگاه با مایع ظرفشویی و آب مقطر شستشو داده شدند. سپس شاخه‌ها به قطعاتی کوچک‌تر بریده شدند به‌طوری‌که در هر قطعه یک جوانه وجود داشت. قطعات گیاهی پس از شستشوی مجدد با آب مقطر استریل، به مدت ۳۰ ثانیه در اتانول ۷۰ درصد غوطه‌ور و سپس با محلول هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد به مدت ۲۰ دقیقه ضدعفونی گردیدند، ریزنمونه‌ها پس از تیمار سه بار با آب مقطر استریل شستشو شدند. سپس ریزنمونه‌های ضدعفونی شده به محیط کشت MS با ۰/۵ میلی گرم در لیتر BAP انتقال داده شدند. پس از رشد جوانه‌ها، آن‌ها را به محیط پرآوری موراشیگ و اسکوک (MS) واکشت شدند. ترکیبات محیط پرآوری شامل عناصر ماکرو، عناصر میکرو، ویتامین‌ها و آهن، ۳۰ گرم در لیتر ساکارز و ۱ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین (BA) و ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر نفتالین‌استیک‌اسید (NAA) بود (۲۴). تنظیم pH محیط کشت روی ۵/۷ تا ۵/۸ با NaOH یک نرمال و HCl یک نرمال انجام شد. به محیط ۷ گرم بر لیتر آگار اضافه سپس محیط در ظروف کشت پخش شدند و در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱۵ پوند بر اینچ مربع[1] به مدت ۱۵ دقیقه اتوکلاو شدند. پس از واکشت ریزنمونه‌ها در محیط جامد (MS)، به اتاقک رشد در دمای ۲±۲۵ درجه سانتی‌گراد با ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی (شدت نور ۲۵۰۰ تا ۳۰۰۰ لوکس) منتقل شدند.

طرح آزمایشی و اعمال تنش شوری

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) در آزمایشگاه کشت بافت گروه علوم باغبانی دانشگاه زنجان، در سال ۱۳۹۲-۱۳۹۱ انجام گردید. در این تحقیق به منظور بررسی اثر تنش شوری درون شیشه‌ای، ریزنمونه‌های پرآوری شده پایه GF677 در محیط جامد MS با غلظت‌های مختلف کلرید سدیم (NaCl) [صفر (شاهد)، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار] در سه تکرار (ظرف کشت)، که هر ظرف کشت حاوی سه ریزنمونه یکنواخت (به اندازه ۲ سانتی‌متر) بود به مدت شش هفته واکشت شدند.

شرایط نگهداری تمامی کشت‌های انجام شده (مرحله استقرار، مرحله پرآوری و تیمار شوری) در اتاقک رشد، در دمای ۲±۲۵ درجه سانتی‌گراد با ۱۶ ساعت روشنایی و شدت نور ۳۰۰۰-۲۵۰۰ لوکس بود.

جمع‌آوری داده‌ها

در پایان دوره تنش (هفته ششم)، برگ وسط هر گیاهچه برای اندازه‌گیری انتخاب و شاخص کلروفیل برگ با دستگاه کلروفیل‌متر (SPAD) مدل (Konica Minolta 502, Japan)، قرائت شد. میزان پروتئین کل به روش برادفورد (۶) اندازه‌گیری شد. فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز به روش چانس و مهلی (۷) اندازه‌گیری شد. میزان پرولین به روش بیتس و همکاران (۵) و قندهای محلول به روش دوبیوس و همکاران (۱۱) اندازه‌گیری شدند. سدیم و کلر بافت گیاهچه‌ها هر دو هفته یکبار [هفته صفر (از نمونه های ده روز استقرار یافته قبل از تیمار)، ۲، ۴ و ۶] اندازه‌گیری شدند. غلظت سدیم (Na^+) بافت با دستگاه فلیم فتومتر مدل (Jenway PFP7, England) و درصد کلر (Cl^-) بافت با روش تیتراسیون با نیترات نقره ($AgNo_3$) ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری شد (۱۴).

1- Pounds per square inch

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

پس از جمع‌آوری داده‌ها، از نرم‌افزار آماری MSTAT-C برای تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت و نمودارها توسط نرم افزار Excel 2007 رسم گردیدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که بین سطوح مختلف شوری (NaCl) اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز، پراکسیداز، پروتئین کل، پرولین و قندهای محلول و شاخص کلروفیل وجود دارد.

فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت (کاتالاز و پراکسیداز) با افزایش سطوح شوری به‌طور معنی‌داری در پایه GF677 افزایش پیدا کردند (جدول ۲). فعالیت آنزیم کاتالاز با افزایش سطح شوری افزایش پیدا کرد، به‌طوری‌که بیشترین مقدار (۰/۶۱ جذب در دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین) در تیمار ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده گردید (جدول ۲). کم‌ترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز با ۰/۱۱ جذب در دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین در تیمار ۱۲۰ میلی‌مولار بود (جدول ۲). بیشترین مقدار فعالیت آنزیم پراکسیداز (۰/۱۰۹ و ۰/۱۰۵ جذب در دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین) به‌ترتیب در تیمار ۸۰ و ۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بدست آمد، که از نظر میزان فعالیت اختلاف معنی‌داری ندارند (جدول ۲). هم‌چنین با افزایش سطح شوری میزان پروتئین کل به طور معنی‌داری در پایه GF677 افزایش یافت. بیشترین میزان پروتئین کل با ۱/۴۸ میکروگرم بر لیتر در غلظت ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف کلرید سدیم (NaCl) بر صفات اندازه‌گیری شده گیاهچه‌های GF677 (*Prunus persica* L. × *Prunus amygdalus* Batsch) بعد از شش هفته کشت در محیط کشت MS

Table 1- Analysis of variance the effects of sodium chloride (NaCl) on measured parameters of GF677 plantlets (*Prunus persica* L.×*Prunus amygdalus* Batsch) after six weeks in MS culture medium

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Squares					
		آنزیم کاتالاز Catalase enzyme	آنزیم پراکسیداز Peroxidase enzyme	پروتئین کل Total protein	پرولین Proline	قندهای محلول Soluble sugars	شاخص کلروفیل Chlorophyll index
شوری Salinity	3	0.157**	0.007**	0.938**	32.95**	0.025**	605.77**
خطا Error	8	0.001	0.001	0.004	0.072	0.001	3.44
ضریب تغییرات(٪) CV	-	7.72	16.93	7.21	1.79	1.44	8.25

**- معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

**- significant in 1% of probability level

جدول ۲- اثر سطوح مختلف کلرید سدیم (NaCl) بر فعالیت آنزیمی و پروتئین کل گیاهچه‌های GF677 (*Prunus persica* L. × *Prunus amygdalus* Batsch) بعد از شش هفته کشت در محیط کشت MS

Table 2- Influence of different sodium chloride levels (NaCl) on enzymatic activity and total protein of GF677 (*Prunus persica* L. ×*Prunus amygdalus* Batsch) plantlets after six weeks in MS medium culture

سطح شوری Salinity level (mM)	فعالیت آنزیم کاتالاز Catalase enzyme activity [abs/min /mg protein (f.m)]	فعالیت آنزیم پراکسیداز Peroxidase enzyme activity [abs/min /mg protein (f.m)]	پروتئین کل Total protein [µg/ml (f.m)]
0	*0.18c	0.019b	0.51c
40	0.43b	0.105a	1.28b
80	0.61a	0.109a	1.48a
120	0.11d	0.026c	0.35d

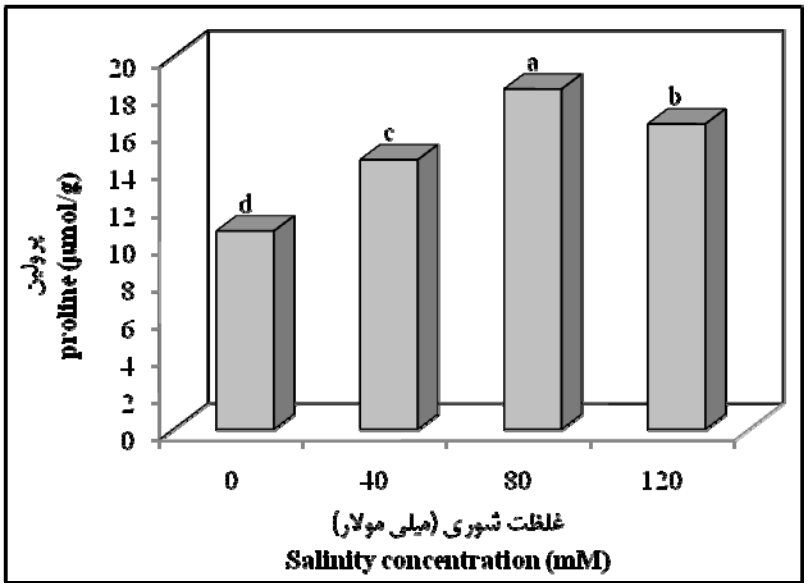
* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means in each column with similar letters are not significantly different at 5% level of probability using Duncan's multiple range tests.

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده شد فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت (کاتالاز و پراکسیداز) در پایه GF677 تحت تأثیر شوری قرار گرفت. قرارگیری گیاهان در شرایط نامساعد محیط نظیر تنش شوری موجب افزایش تولید پراکسیدهیدروژن می‌شود (۲۰). خنثی کردن پراکسیدهیدروژن برای بقای سلول اهمیت ویژه‌ای دارد (۳). برای محافظت در برابر این گونه‌های سمی، سلول‌های گیاه و اندامک‌هایی نظیر کلروپلاست، میتوکندری و پراکسی‌زوم سیستم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانت را به کار می‌برند (۱۸). گیاهان مقاوم به شوری دارای سیستم آنتی‌اکسیدانی کارآمدتری هستند. فعالیت این آنزیم‌ها بسته به گونه گیاهی و شرایط تنش متغیر است. فعالیت بیشتر این آنزیم‌ها از میزان تنش اکسیداتیو کاسته و از فرآیندهای متابولیکی که ضامن بقای سلول و گیاه هستند محافظت می‌کند (۲۱). این افزایش فعالیت آنزیم‌ها یک واکنش دفاعی برای جلوگیری از آسیب سلولی است که گیاه در واکنش به غلظت‌های بالای کلرید سدیم از خود نشان می‌دهد. به عنوان مثال این افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در تنش شوری درون شیشه‌ای پایه سیب MM106 (۲۱) و پایه گیلاس Gisela5 (۱۲) نیز گزارش شده است. در کل بالاترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز در پایه GF677 در غلظت ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بود (جدول ۲). پایه GF677 با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت تا غلظت ۸۰ میلی‌مولار توانست غلظت‌های بالای کلرید سدیم را تحمل کند. یکی از دلایلی که این پایه در غلظت ۱۲۰ میلی‌مولار تحت تأثیر اثرات شوری قرار گرفت و نتوانست این سطح شوری را تحمل کند فعالیت کمتر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت می‌باشد که نتوانسته اثرات منفی شوری را کاهش داده و یا خنثی کند (۴).

یکی از فرآیندهای مهم که تحت تأثیر تنش شوری قرار می‌گیرد، سنتز پروتئین‌هاست (۲۵). بر اساس نتایج بعضی تحقیقات، شوری باعث کاهش در مقدار پروتئین گیاه می‌شود و هم‌چنین شوری سبب شکستن باندهای هیدوراستاتیک و موجب افزایش واکنش‌های غیرآب‌دوست (هیدروفوبیک) می‌شود (۱۰). تنش باعث بیان ژن‌های ویژه‌ای می‌شود که گیاه را به سازگاری در شرایط نامساعد کمک می‌کند، بنابراین امکان افزایش غلظت پروتئین کل وجود دارد (۲۵). به عنوان مثال، تنش شوری کلرید سدیم در شرایط درون‌شیشه‌ای بر روی پایه‌های انگور موجب افزایش غلظت پروتئین کل شد (۱) همچنین این نتیجه در واکنش دو ژنوتیپ مرکبات (*Citrus jambhiri* و *Citrus karna*) به‌دست آمده است (۲۵). زمانی که میان تولید انواع واکنش‌گر اکسیژن و سیستم آنتی‌اکسیدانتی برای دفع این مولکول‌ها تعادل برقرار باشد، از صدمه اکسیداتیو به لیپیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک جلوگیری می‌کند و هم‌چنین متابولیسم طبیعی و تعادل سلولی می‌تواند به بیان ژن‌های ویژه برای ساخت پروتئین کمک کند (۳۴).

با افزایش سطح شوری میزان تجمع پرولین در پایه GF677 نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت، به‌طوری‌که اختلاف معنی‌داری بین سطوح شوری مشاهده شد (شکل ۱). بیشترین میزان تجمع پرولین با ۱۸/۴۲ و ۱۶/۳۷ میکرومول بر گرم به ترتیب در تیمار ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار بدست آمد، درحالی‌که کم‌ترین میزان پرولین در تیمار شاهد با ۱۰/۶۳ میکرومول بر گرم به‌دست آمد (شکل ۱).



شکل ۱- اثر سطوح مختلف کلرید سدیم (NaCl) بر میزان پرولین گیاهچه‌های GF677 (*Prunus persica* L. × *Prunus amygdalus* Batsch)

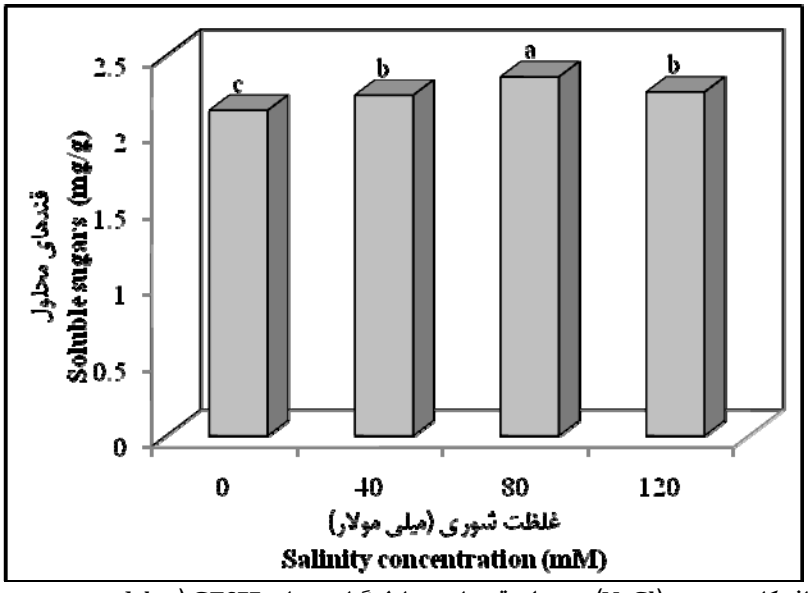
Figure 1- Influence of different sodium chloride levels (NaCl) on proline content of GF677 plantlets (*Prunus persica* L. × *Prunus amygdalus* Batsch)

با افزایش سطح شوری تجمع پرولین نیز افزایش یافت مشاهده شد که این نتیجه در تنش شوری درون شیشه‌ای ژنوتیپ‌های مرکبات (۲۵) پایه‌های انگور (۱)، پایه‌های سیب (۲۱ و ۳۱) و پایه گیلاس Gisela5(۱۲) نیز حاصل شده است. کاهش پتانسیل اسمزی در گیاه در شرایط تنش همراه با تجمع یون‌های معدنی مثل Na و Cl ایجاد می‌شود که اثرات زیانباری بر رشد گیاه دارد (۱۶). زمانی که یون‌هایی مانند سدیم و کلر در واکوئل سلول‌ها جای می‌گیرند، برای تعادل فشار اسمزی در سلول، پرولین در سیتوزول و اندامک‌ها سنتز و تجمع می‌یابد (۱۵). تجمع پرولین در پایه‌هایی که تحمل بیشتری به شوری دارند می‌تواند یک مکانیسم دفاعی برای مقابله و تحمل تنش باشد (۱). از آن‌جا که پرولین در تنش‌های محیطی در سلول‌ها تجمع می‌یابد و با توجه به نقش حفاظتی آن و تنظیم اسمزی، یکی از دلایل بالاتر بودن تحمل در پایه GF677 تا غلظت ۸۰ میلی‌مولار می‌تواند به علت تجمع بیشتر این اسیدآمینه باشد که از صدمات ناشی از تنش اسمزی و یونی کلرید سدیم کاسته است (۳۱). میزان تجمع پرولین در غلظت ۱۲۰ میلی‌مولار نتوانسته است اثرات شوری را کاهش دهد و گیاه در اثر تجمع بالای یون‌های سدیم و کلر آسیب دیده است (شکل ۱).

به‌طورکلی با افزایش سطح شوری میزان قندهای محلول نیز مانند پرولین در پایه GF677 افزایش یافت (شکل ۳). بیشترین میزان تجمع قندهای محلول در تیمار ۸۰ میلی‌مولار مشاهده شد (شکل ۲).

افزایش قندهای محلول در تنش شوری کلرید سدیم در کشت درون شیشه‌ای ژنوتیپ‌های مرکبات (۲۵)، پایه‌های انگور (۱)، پایه سیب (۳۱)، پایه گیلاس (۱۲) نیز به‌دست آمده است که بیشترین تجمع قندهای محلول در سطوح بالای شوری مشاهده گردید. شوری بر متابولیسم قندهای محلول اثر می‌گذارد و مقدار آن را افزایش می‌دهد. در پاسخ‌های اسمزی گیاهان، تجمع کربوهیدرات از عواملی است که قادر است از اختلالات در غشای سلولی جلوگیری نماید (۲۱). مشخص شده است که قند طی تنش شوری علاوه بر نقش کارکردی به عنوان حفاظت کننده اسمزی و سوبسترای رشدی، به عنوان تنظیم‌کننده‌های بیان ژن نیز نقش‌های مهمی را ایفا می‌کنند (۲۳). عقیده بر این است که تجمع قندهای محلول و نشاسته در نتیجه تنش شوری در بافت‌ها و سلول‌های گیاهی می‌تواند به عنوان تنظیم اسمزی و یا عامل ذخیره اسمزی عمل می‌کند. همچنین تجمع قندهای محلول می‌تواند در اثر تغییر شکل بیشتر نشاسته به قند و یا مصرف کمتر کربوهیدرات‌ها توسط بافت‌ها باشد (۹). تنظیم اسمزی و کاهش پتانسیل اسمزی سلول توسط محلول‌های اسمولیت به عنوان یک مکانیسم مهم در مقاومت به شوری بررسی شده است (۲۳). این مکانیسم توانسته است در پایه GF677 اثرات منفی شوری را کاهش دهد.

همان‌طوری‌که شکل ۳ نشان می‌دهد، غلظت یون‌های سدیم و کلر بافت با افزایش سطح شوری در طی دوره شش هفته‌ای کشت، در پایه GF677 افزایش یافت. حداکثر سرعت جذب و تجمع هر دو یون در بافت گیاهی تا هفته چهارم است (شکل ۳).



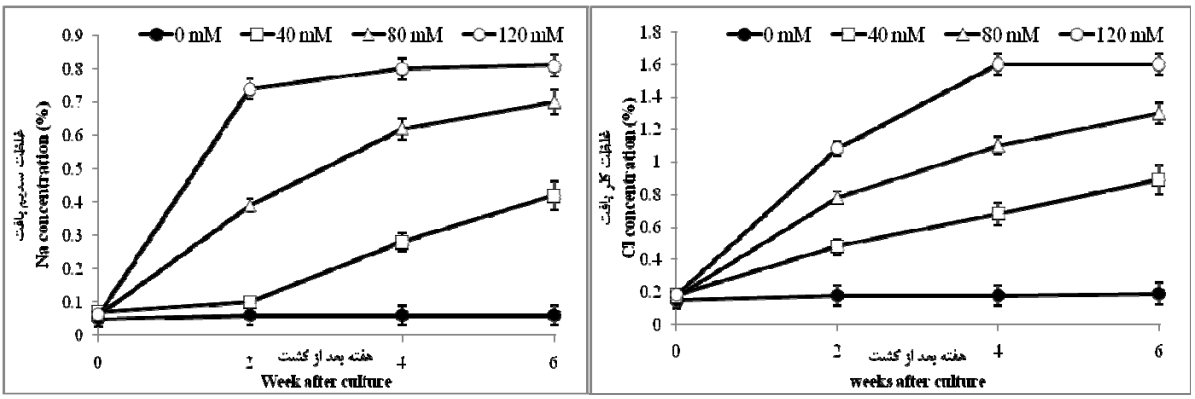
شکل ۲- اثر سطوح مختلف کلرید سدیم (NaCl) بر میزان قندهای محلول گیاهچه‌های GF677 (*Prunus persica* L. × *Prunus amygdalus* Batsch)

Figure 2- Influence of different sodium chloride levels (NaCl) on soluble sugars content of GF677 plantlets (*Prunus persica* L. × *Prunus amygdalus* Batsch)

در غلظت ۱۲۰ میلی‌مولار کلرید سدیم در اثر غلظت بالای عناصر کلر و سدیم به بافت گیاهی آسیب وارد شده است و گیاه نتوانسته به جذب عناصر ادامه دهد و اختلافی بین جذب از هفته چهارم به بعد در مقدار سدیم و کلر بافت مشاهده نشد (شکل ۳).

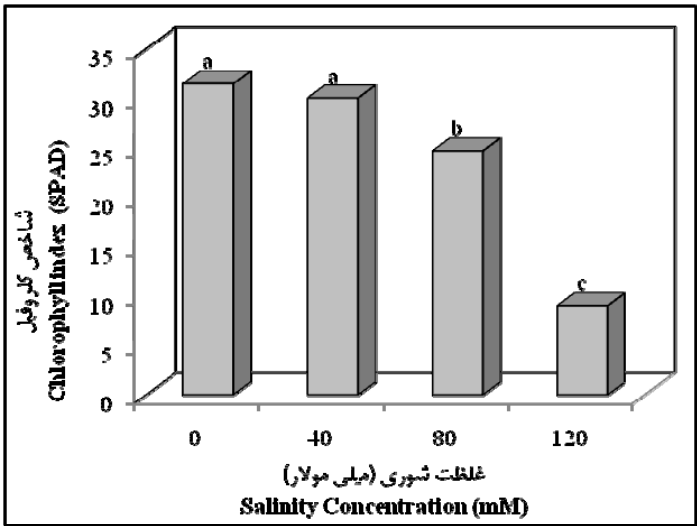
برخی محققین گزارش نمودند که رابطه بین افزایش میزان سطوح شوری در محیط کشت، با افزایش غلظت یون‌های سدیم و کلر در بافت گیاهی بصورت خطی است (۳۱). افزایش سطح شوری باعث افزایش غلظت یون سدیم و کلر در بافت گیاهچه‌ها در پایه سیب M4 (۳۱) و مرکبات (۲۲) شد. یون سدیم برای متابولیسم سلولی سمی است و بر فعالیت برخی آنزیم‌ها اثر می‌گذارد. غلظت بالای یون سدیم سبب بر هم خوردن تعادل اسمزی و ساختار غشا، کاهش رشد و ممانعت از تقسیم سلولی می‌گردد (۱۹). میزان بالای سدیم در محلول غذایی شور می‌تواند باعث آسیب به هدایت هیدرولیکی یا نفوذپذیری بافت به آب و جابجایی پتاسیم در مکان‌های تبادلی شود، بنابراین با توجه به این مورد بقای گیاه کاهش می‌یابد (۳۰). ورود سدیم سبب برهم خوردن پتانسیل غشا شده و ورود یون کلر را به صورت غیر فعال از یک کانال آنیونی تسهیل می‌کند (۱۹).

نتایج این تحقیق نشان داد با افزایش سطوح شوری درون شیشه‌ای (۸۰ تا ۱۲۰ میلی‌مولار)، شاخص کلروفیل برگ (*SPAD* unit) در پایه GF677 کاهش یافت. کمترین مقدار آن در تیمار ۱۲۰ میلی‌مولار مشاهده شد. درحالی‌که بیشترین شاخص کلروفیل برگ در تیمار شاهد به‌دست آمد (شکل ۴).



شکل ۳- اثر سطوح مختلف کلرید سدیم (NaCl) بر غلظت سدیم (A) و کلر (B) بافت گیاهچه‌های GF677 (*Prunus persica* L. × *Prunus amygdalus* Batsch) طی شش هفته کشت

Figure 3- Influence of different sodium chloride levels (NaCl) on sodium concentration (A) and chlorine (B) of GF677 plantlets (*Prunus persica* L. × *Prunus amygdalus* Batsch) during six weeks culture

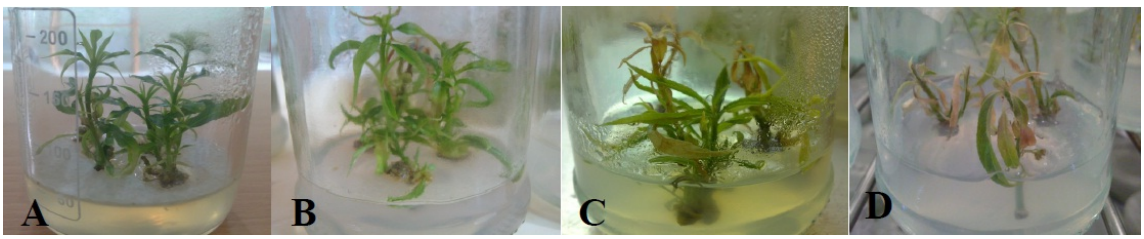


شکل ٤- اثر سطوح مختلف کلرید سدیم (NaCl) بر شاخص کلروفیل برگ گیاهچه‌های GF677 (*Prunus persica* L. × *Prunus amygdalus* Batsch)

Figure 4- Influence of different sodium chloride levels (NaCl) on leaf chlorophyll index of GF677 plantlets (*Prunus persica* L. × *Prunus amygdalus* Batsch)

کاهش کلروفیل در اثر تنش شوری کلرید سدیم در کشت درون شیشه‌ای پایه‌های انگور (۱)، سیب (۳۱)، گیلاس (۱۲) نیز به‌دست آمده است که کمترین میزان کلروفیل در سطوح بالای شوری مشاهده گردید. کاهش شاخص کلروفیل به سبب تجمع یون کلر در برگ‌ها، افزایش حساسیت برگ به اتیلن، تخریب بیوسنتز کلروفیل و احتمالاً به دلیل کاهش میزان نیتروژن (N)، منیزیم (Mg)، آهن (Fe) و منگنز (Mn) می‌باشد. این عناصر از اجزای ساختمان کلروفیل هستند و کمبود آن‌ها بر میزان کلروفیل اثر می‌گذارد (۱۳).

همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود پس از گذشت شش هفته از اعمال تیمار شوری، پایه GF677 توانست تا غلظت ۸۰ میلی‌مولار NaCl را تحمل کند. بین تیمار ۴۰ میلی مولار NaCl و شاهد از نظر رشد رویشی اختلافی وجود ندارد و گیاه به خوبی به رشد خود ادامه داد. در تیمار ۸۰ میلی‌مولار NaCl به دلیل تجمع عناصر کلر و سدیم رشد گیاه نسبت به شاهد کمی کاهش یافته است. در بالاترین سطح شوری (۱۲۰ میلی مولار NaCl) گیاه به شدت تحت تأثیر تنش شوری قرار گرفته و باعث آسیب به بافت گیاهی شده است. از دلایل اصلی آسیب گیاه در غلظت ۱۲۰ میلی‌مولار NaCl این است که گیاه از زمان اعمال این تیمار با غلظت بالای عناصر کلر و سدیم مواجه بوده و دچار شوک اسمزی و سمیت عناصر شده و نتوانست مکانیسم درونی خود را از قبیل فعالیت مناسب آنزیم های آنتی‌اکسیدانت و پروتئین سازی با شرایط تطبیق دهد. بنابراین فقط در سطح ۱۲۰ میلی‌مولار NaCl بافت گیاهی دچار آسیب شدید شد، اما به خوبی سطوح پایین‌تر شوری را تحمل کرد، همان‌طور که در قسمت نتایج و بحث توضیح داده شد، پایه GF677 توانست با افزایش فعالیت آنزیمی و پروتئین‌سازی و قندهای محلول تنش شوری را تحمل کند که نشان دهنده مقاومت و مکانیسم دفاعی درونی مناسب این پایه در مقاومت به تنش شوری است.



شکل ۵- واکنش گیاهچه‌های GF677 (*Prunus persica* L. × *Prunus amygdalus* Batsch) به سطوح مختلف کلرید سدیم (NaCl) طی شش هفته کشت در محیط پرآوری MS، [A (0); B (40 mM); C (80 mM); D (120 mM)]

Figure 5- Response of GF677 plantlets (*Prunus persica* L. × *Prunus amygdalus* Batsch) to different sodium chloride levels (NaCl) during six week culture on MS proliferation medium [A (0); B (40 mM); C (80 mM); D (120 mM)]

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست آمده و بررسی واکنش‌های بیوشیمیایی و آنزیمی می‌توان گفت پایه GF677 یک پایه متحمل به تنش شوری تا غلظت ۱۲۰ میلی‌مولار است. بیشترین میزان واکنش‌های بیوشیمیایی و آنزیمی در غلظت ۸۰ میلی‌مولار مشاهده شد که موجب تداوم رشد مناسب گیاه در شرایط تنش شوری گردید. این پایه به دلیل دارا بودن مکانیسم‌های دفاعی همچون سیستم آنتی‌اکسیدانتی، تنظیم اسمزی توسط پرولین و قندهای محلول و همچنین افزایش پروتئین سازی می‌تواند در تداوم رشد رویشی حتی در شرایط تنش شوری، به عنوان یک پایه متحمل به شوری برای ارقام تجاری هلو و بادام استفاده شود.

منابع

1- Alizadeh M., Singh S.K, Patel V.B., Bhattacharya R.C., and Yadav B.P .2010. *In vitro* responses of grape rootstocks to NaCl. Biologia Plantarum, 54: 381-385.

2- Antonopoulou C., Dimassi K., Therios I., Chatzissavvidis C., and Tsirakoglou V. 2005. Inhibitory effects of riboflavin on *in vitro* rooting and nutrient concentration of explants of peach rootstock GF677. *Scientia Horticulturae*, 106: 268-272.

3- Asada K. 2006. Production and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts and their functions. Plant Physiology, 141:391-396.

4- Ashraf M., and Foolad M.R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*. 59: 206-216.

5- Bates L.S., Waldren R.P., and Teare L.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39:205-208.
6- Bradford M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Annual Review of Biochemistry, 72:248-254.
7- Chance B., and Maehly A.C. 1995. Assay of catalas and peroxidase. Methods in Enzymology, 2:764-775.
8- Chelli-Chaabounia A., Ben Mosbah A., Maalej M., Gargouric K., Gargouri-Bouzid R., and Drira N. 2010. *In vitro* salinity tolerance of two pistachio rootstocks: *Pistacia vera* L. and *P. atlantica* Desf. Environmental and Experimental Botany, 69:302-312.
9- Djibril S. 2005. Growth and development of data palm seedlings under drought and salinity stresses. African Journal of Biotechnology, 4:968-972.
10- Doganlar Z.B., Demir K., Basak H., and Gul I. 2010. Effects of salt stress on pigment and total soluble protein contents of three different tomato cultivars. African Journal Agriculture Research, 5:2056-2065.
11- Dubious M.K., Gilles A., Hamilton J.K., Roberts P.A., and Smith F. 1956. Colorimetrik method for determination in sugars and related. Annual Chemistry, 28:350-356.
12- Erturk U., Sivritepe N., Yerlikaya C., Bor M., Ozdemir F., and Turkan I. 2007. Responses of the cherry rootstock to salinity *in vitro*. Biologia Plantarum, 51:597-600.
13- Garcia-Sanchez F., and Syvertsen J.P. 2009. Substrate type and salinity affect growth allocation, tissue ion concentration, and physiological responses of *Carrizo citrange* seedlings. Hort Science, 44:1432-1437.
14- Ghaleb W.Sh., Sawwan J.S., Akash M.W., and Al-Abdallat A.M. 2010. *In Vitro* response of two citrus rootstocks to salt stress. International Journal of Fruit Science, 10:40-53.
15- Gill S.S., and Tuteja N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinary in abiotic stress tolerant in crop plants. Plant Physiology and Biochemistry. 48: 909-930.
16- Hasegawa P.M., Bressan R.A., Zhu J.K., and Bohnert H.J. 2000 Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review of Plant Biology, 51:463-499.
17- Jebera S., Jebera M., Liman F., and Aouani M.E. 2005. Changes in ascorbat peroxidase, catalas, guaiacol peroxidase and superoxide dismutase activities in common bean (*Phaseolus vulgaris*) nodules salt stress. *Plant Physiology*, 162:929-936.
18- Jithesh M.N., Prashanth S.R., Sivaprakash K.R., and Parida A.K. 2006. Antioxidative response mechanisms in halophytes: their role in stress defence. Indian Academy of Sciences, 85:237-254.
19- Mahajan SH., and Tuteja N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. Archives of Biochemistry and Biophysics, 444:139-158.
20- Michalak A. 2006. Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress. Polish Journal of Environmental Studies, 15:523-530.
21- Molassiotis A.N., Sotiropoulos T., Tanou G., Kofidis G., Diamantidis C., and Therios I. 2006. Antioxidant and anatomical responses in shoot culture of the apple rootstock MM106 treated with NaCl, KCI, manitol or sorbitol. Biologia Plantarum, 50:331-338.
22- Montoliu A., Lopez-Climent M.F. Arbona V., Perez-Clemente R.M., and Gomez-Cadenas A. 2009. A novel *in vitro* tissue culture approach to study salt stress responses in citrus. Plant Growth Regulation, 59:179-187.
23- Munns R., and Tester R. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Physiology, 59: 651-681.
24- Murashige T., and Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. Plant Physiology, 15:473-497.
25- Murkute A.A., Satyawati Sh., and Singh. S.K. 2010. Biochemical alterations in foliar tissues of citrus genotypes screened *in vitro* for salinity tolerance. Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology, 19:203-208.
26- Paridaa A.K., and Dasa A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology Environment Safety, 60:354-349.
27- Sairam R.K., and Tyagi A. 2004. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. Current Science, 86:407-421.
28- Satyvathi V.V., Juhar P., Elias E.M., and Rao M.B. 2004. Effects of growth regulators on *in vitro* plant regeneration in durum wheat. Crop Science, 44:1839-1846.
29- Shibli R., Mohammad M., Abu-Ein A., and Shatnawi M. 2000. Growth and micronutrient acquisition of some apple varieties in response to gradual *in vitro* induced salinity. Journal of Plant Nutrition, 23:1209-1215.
30- Shiyab M.S., Shibli R.A., and Mohammad M.M. 2003. Influence of sodium chloride salt stress on growth and nutrient acquisition of sour orange *in vitro.* Journal of Plant Nutrition, 26:985-996.
31- Sotiropoulos T.E. 2007. Effect of NaCl and $CaCl_2$ on growth and contents of minerals, chlorophyll, proline and sugars in the apple rootstock M4 cultured *in vitro*. Biologia Plantarum, 51:177-180.
32- Sotiropoulos T.E., and Dimassi K. 2004. Response to increasing rates of boron and NaCl on shoot proliferation and chemical composition of *in vitro* kiwifruit shoot tip cultures. Plant Cell Tissue Organ Culture, 79:285-289.

33- Sotiropoulos T.E., Fotopoulos S., Dimassi K.N., Tsirakoglou V., and Therios I.N. 2006. Response of the pear rootstock to boron and salinity *in vitro*. Biologia Plantarum, 50:779-781.
34- Taylor N.L., Day D.A., and Harvey Millar A. 2004. Targets of stress-induced oxidative damage in plant mitochondria and their impact on cell carbon/ nitrogen metabolism. Journal of Experimental Botany, 55:1-10.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۳۱-۲۱۶
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 216-231
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر منابع تغذیه‌ای مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) در یک نظام زراعی اکولوژیک

محمد بهزاد امیری[۱*]- علیرضا کوچکی[۲]- مهدی نصیری‌محلاتی[۳]- محسن جهان[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۵

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کودهای مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.)، آزمایشی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. کود مرغی (صفر و ۲۰ تن در هکتار) و ۵ نوع کود مختلف (شامل: کودهای بیولوژیک نیتروکسین (A) (دارای باکتری‌های *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp.) و باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات (B) (دارای باکتری‌های *Bacillus* sp. و *Pseudomonas* sp.)، A+B، مخلوط کود شیمیایی نیتروژن و فسفر و شاهد (عدم‌استفاده از کود) به ترتیب به عنوان فاکتور اصلی و فرعی مدنظر قرار گرفتند. نتایج آزمایش حاکی از آن بود که کاربرد کود مرغی موجب افزایش ۱۵ درصدی عملکرد کل نسبت به عدم‌کاربرد کود مرغی شد. باتوجه به نتایج آزمایش بیشترین و کمترین مقدار ویتامین‌ث به‌ترتیب در تیمارهای کود بیولوژیک نیتروکسین (۱۱/۴۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) و کود شیمیایی (۷/۴۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) مشاهده شد. تمامی کودهای بیولوژیک و شیمیایی مورد استفاده در آزمایش میزان لیکوپن را نسبت به شاهد افزایش دادند، به‌طوری که بیشترین میزان لیکوپن در کود بیولوژیک بیوفسفر (۲/۳۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) بدست آمد. نتایج آزمایش بیانگر آن بود که وزن میوه در بوته در چین اول به مقدار قابل‌توجهی (۶۱ درصد) بیشتر از چین دوم بود.

واژه‌های کلیدی: بیوفسفر، عملکرد، لیکوپن، نیتروکسین، ویتامین‌ث

مقدمه

کشاورزی اکولوژیک یک سیستم کشاورزی تلفیقی مبتنی بر اصول و قوانین طبیعی می‌باشد که در آن کیفیت محصولات مهم‌تر از کمیت آن‌ها است. نظام‌های کشاورزی اکولوژیک و کم‌نهاده می‌توانند به‌عنوان جایگزینی مناسب برای سیستم‌های رایج در نظر گرفته شده و باعث پایداری نظام‌های تولید و حفظ سلامت محیط‌زیست گردند (۴ و ۴۵). در کشاورزی اکولوژیک به‌جای استفاده از نهاده‌های خارجی نظیر کودها و آفت‌کش‌های شیمیایی، از تناوب‌زراعی با گیاهان تثبیت‌کننده نیتروژن، بقایای گیاهی، کودهای دامی، کودهای آلی، کودهای بیولوژیک و کنترل بیولوژیک آفات استفاده می‌شود، تا ضمن ذخیره موادغذایی در خاک، علف‌های هرز و آفات کنترل شده و تنوع زیستی در مزارع افزایش یابد (۲۵).

کاربرد روز افزون کودهای شیمیایی باعث بروز خسارات جبران‌ناپذیر زیست‌محیطی شده است. معایب کودهای شیمیایی و هزینه بالای تولید آن‌ها باعث توجه به استفاده از کودهای آلی و دامی گردیده است. بدون‌تردید کاربرد کودهای آلی و دامی علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیهٔ خصوصیات خاک دارد، از جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی نیز مثمرثمر واقع شده و می‌تواند به‌عنوان جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی باشد (۵). امروزه استفاده از انواع کودهای آلی و دامی به خصوص در خاک‌های فقیر از عناصرغذایی، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر برای حفظ کیفیت خاک است (۵۴). یکی از راهکارهای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش کیفیت محصولات زراعی استفاده از مواد آلی است (۱۰ و ۱۳). میرزایی‌تالارپشتی و همکاران (۴۱) اثر کودهای آلی را بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و تولید محصول و مادهٔ خشک گوجه‌فرنگی بررسی و گزارش کردند که میزان مادهٔ خشک و اندام‌های هوایی گیاه در اثر مصرف کودهای آلی و شیمیایی در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین میزان ماده‌ی خشک به‌ترتیب در تیمارهای ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی به‌دست آمد. در پژوهشی

۱- عضو هیأت علمی مجتمع آموزش عالی گناباد
(*- نویسنده مسئول: Email: m.b2.amiri@gmail.com)
۲، ۳ و ۴- به ترتیب استادان و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

دیگر، اثر کودهای آلی مختلف بر تولید و ماندگاری گوجه‌فرنگی در انبار مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که کودهای مرغی، گاوی و کمپوست خانگی عملکرد را در مقایسه با شاهد و کود شیمیایی افزایش دادند، اما کود مرغی عملکرد قابل‌عرضه به بازار را افزایش و کود شیمیایی آن را کاهش داد (۲۲). فرهمند و همکاران (۱۷) با بررسی اثر سطوح مختلف کود شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی گزارش کردند که بیشترین عملکرد محصول در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمد.

گروه‌هایی از ریزموجودات خاک از طریق ترشح برخی هورمون‌ها و اسیدهای آلی، و در برخی موارد تثبیت نیتروژن اتمسفری، اثرات مثبتی در تحریک رشد گیاه دارند که به آن‌ها ریزوباکترهای تحریک کننده رشد گیاه[1] اطلاق می‌شود (۸). اصطلاح کودهای بیولوژیک منحصراً به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی، کود سبز و غیره اطلاق نمی‌گردد، بلکه در حقیقت انواع مختلف میکروارگانیزم‌های آزادزی، همیار و همزیست و مواد حاصل از فعالیت آن‌ها را شامل می‌شود که توانایی تغییر حالت عناصر غذایی اصلی از فرم غیرقابل دسترس به‌صورت قابل‌استفاده برای گیاه طی فرآیندهای بیولوژیکی را داشته و سبب فراهم شدن شرایط مطلوب برای جوان‌زنی بهتر بذور، توسعه سیستم ریشه‌ای و در نهایت رشد و نمو بهتر گیاه می‌شوند (۴۶ و ۵۴). در یک پژوهش اثر انواع کودهای زیستی بر خصوصیات کمی و کیفی کدو پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) بررسی و گزارش شد که کود زیستی نیتراژین در مقایسه با سایر کودها سبب افزایش معنی‌دار عملکرد میوه و دانه شد (۳۱). یوسف‌پور و بدوی (۵۷) پس از بررسی اثر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه و فسفره بر عملکرد کمی و کیفی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) گزارش کردند که برهمکنش کود شیمیایی و نیتروکسین بر عملکرد دانه اثر معنی‌داری داشت، به‌طوری‌که در سطوح صفر، ۳۳ و ۶۶ درصد کود شیمیایی، تلقیح با نیتروکسین به‌ترتیب باعث افزایش ۶۴، ۷۸ و ۷۳ درصدی عملکرد دانه نسبت به عدم تلقیح شد. در پژوهشی دیگر، اثر کود زیستی نیتروکسین در تولید گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum* L.) بررسی و گزارش شد که نیتروکسین تعداد شاخه‌ی فرعی در بوته، تعداد چترک در چتر و وزن هزار دانه را به‌ترتیب ۱۶، ۱۵ و ۱۱ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (۲۷).

گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) گیاهی دولپه ای، یکساله و از خانواده بادمجانیان[2] است که در نواحی استوایی به‌صورت دائمی می‌روید (۷ و ۲۱). این محصول یک منبع غنی از آنتی‌اکسیدانت‌ها به‌شمار می رود، به‌طوری که دارای مقدار قابل‌توجهی از کاروتنوئیدها به‌ویژه لیکوپن، اسیداسکوربیک و ترکیبات پنولیکی می‌باشد که در کاهش ریسک بیماری‌هایی مانند سرطان و بیماری‌های قلبی‌عروقی موثر هستند (۱۲ و ۱۹). گوجه‌فرنگی با سطح زیرکشت ۳/۹۹ میلیون‌هکتار و متوسط تولید ۱۰۸/۵ میلیون تن در جهان از جمله مهم‌ترین محصولات سبزی و صیفی محسوب می‌شود (۲۳). سطح زیرکشت گوجه‌فرنگی در ایران در سال ۱۳۸۷، ۱۴۰ هزار هکتار و تولید آن ۵ میلیون تن بوده است. خراسان‌رضوی از مهم‌ترین مراکز تولید گوجه‌فرنگی در کشور است، درحالی‌که میانگین عملکرد گوجه‌فرنگی در کشور ۳۷ تن در هکتار است، این میزان در خراسان‌رضوی ۴۰ تن در هکتار می‌باشد. ۱۰ درصد تولید گوجه‌فرنگی کشور در خراسان‌رضوی و ۱۴ درصد فرآوری گوجه‌فرنگی در این استان صورت می‌پذیرد (۲۱).

کشت و تولید گوجه‌فرنگی به‌دلیل افزایش تقاضا برای فرآورده‌های متعدد آن رو به افزایش است که این امر باعث تداوم مصرف کودهای شیمیایی در تولید این محصول می‌گردد. استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی به‌واسطه برجای ماندن در طبیعت باعث آلودگی منابع آب و خاک شده و از این طریق منجر به صدمات زیست‌محیطی و مشکلات سلامت و بهداشت از جمله سرطان و مت‌هموگلوبینمیا در انسان می‌شوند ضمن این که هزینه تولید آن‌ها نیز بسیار بالاست (۲۲). از طرف دیگر، استفاده از کودهای بیولوژیک فوایدی هم‌چون صرفه‌اقتصادی، پایداری منابع خاک، حفظ تولید در درازمدت و جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست را به همراه دارد که چندان مورد مطالعه قرار نگرفته‌اند، بعلاوه از اثر این کودها روی گوجه‌فرنگی نتیجه‌ای در ایران گزارش نشده است.

لذا هدف از این تحقیق، امکان جایگزینی کودهای شیمیایی با کودهای بیولوژیک و در نتیجه کاهش مصرف نهاده‌ها و آلودگی‌های زیست‌محیطی، کاهش هزینه‌های تولید و در نهایت عرضه محصول سالم و با کیفیت بالا به بازار با تکیه بر عملیات زراعی اکولوژیک بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد (طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا) به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد.

1- Plant growth promoting rhizobacteria

2- Solanacea

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش.
Table 1- Some soil physiochemical characteristics of experimental field

بافت خاک Soil texture	نیتروژن Nitrogen (ppm)	فسفر Phosphorus (ppm)	پتاسیم Potassium (ppm)	pH	EC (dS/m)
لومی – سیلت Silt-loam	15.5	13.7	119	7.47	1.2

جدول ۲- خصوصیات کود مرغی مورد استفاده در آزمایش.
Table 2- Used poultry manure characteristics in experiment

نوع کود Fertilizer type	نیتروژن (٪) Nitrogen (%)	فسفر (٪) Phosphorus (%)	پتاسیم (٪) Potassium (%)
کود مرغی Poultry manure	2.14	2.35	0.78

کود مرغی (صفر و ۲۰ تن در هکتار) و ۵ نوع کود مختلف (شامل: کودهای بیولوژیک نیتروکسین (A) (دارای باکتری های *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp.) (۲ لیتر در هکتار بر اساس توصیه شرکت سازنده) و باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات (B) (دارای باکتری‌های *Bacillus* sp. و *Pseudomonas* sp.) (۲ لیتر در هکتار بر اساس توصیه شرکت سازنده)، A+B (هر یک به میزان ۲ لیتر در هکتار بر اساس توصیه شرکت سازنده)، مخلوط کود شیمیایی نیتروژن (اوره، ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار) و فسفر (سوپر فسفات تریپل، ۲۹۴ کیلوگرم در هکتار) و شاهد (عدم استفاده از کود) به‌ترتیب به‌عنوان فاکتور اصلی و فرعی مدنظر قرار گرفتند.

پیش از اجرای آزمایش به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل تحقیق، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک به طور تصادفی نمونه‌گیری و پس از مخلوط کردن آن‌ها به‌منظور تعیین میزان ماده آلی، میزان عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، pH و ظرفیت تبادل کاتیونی به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج حاصل از تجزیه خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. همچنین میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در کود مرغی مورد استفاده در آزمایش تعیین شد (جدول ۲). بر اساس منابع موجود، نیاز کودی گوجه‌فرنگی بر اساس کود شیمیایی ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص و ۱۳۲ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص تعیین گردید (۲۱) و تیمارهای کود شیمیایی همزمان با کاشت در کرت‌های مورد نظر اعمال شدند. مقدار مورد نیاز کود مرغی جهت اضافه کردن به خاک بر اساس درصد نیتروژن موجود در خاک و کود مرغی ۲۰ تن در هکتار تعیین شد (۲۴).

برای آماده‌سازی زمین با تاکید بر عملیات خاک‌ورزی حداقل، تنها دیسک‌زنی توسط تراکتور انجام و کلیه‌ی مراحل بعدی توسط کارگر و با بیل‌دستی انجام شد. برای اعمال کود دامی، کود مرغی کاملاً پوسیده بر مبنای ۲۰ تن در هکتار، اواخر اسفند ماه ۱۳۸۷ در سطح کرت‌های مورد نظر به‌طور یکنواخت پخش و بلافاصله توسط بیل‌دستی وارد خاک شد. چند روز قبل از کاشت، به‌کمک ردیف‌ساز، جوی‌های موردنظر به‌فاصلهٔ ۷۵ سانتی‌متر ایجاد و سپس کرت‌هایی با ابعاد ۴×۴ متر ایجاد شد. فاصله‌ی بین کرت‌ها در هر بلوک به اندازه ۱ ردیف نکاشت (۷۵ سانتی‌متر) (۲۴) و فاصلهٔ بین بلوک‌ها ۱ متر در نظر گرفته شد. برای جلوگیری از مخلوط شدن آب بلوک‌ها، برای هر تکرار جوی آب و فاضلاب جداگانه در نظر گرفته شد.

نشاهای مورد استفاده در آزمایش از مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شدند. تلقیح نشاهای گوجه‌فرنگی با کودهای بیولوژیک به‌روش استاندارد (۳۳) (دور از نور مستقیم) و نیز رعایت توصیه‌های شرکت تولیدکننده[۱]، همزمان با نشاکاری انجام شد، بدین‌صورت که ریشهٔ نشاها به مدت ۱۵ دقیقه در مایع‌تلقیح خیسانده شد. کاشت نشاهای گوجه‌فرنگی در تاریخ ۲۴ اردیبهشت ۱۳۸۸ انجام شد. کشت به‌صورت نشایی و با استفاده از رقم سوپرکوئین انجام شد. کشت نشاها با دست و در فواصل ۳۰ سانتی‌متر روی ردیف انجام شد. آبیاری به روش نشتی و توسط لوله انجام گرفت. اولین آبیاری، کمی قبل از نشاکاری شروع و تا پایان عملیات نشاکاری ادامه یافت و سپس هر ۷ روز یکبار تا آخر فصل رشد تکرار شد. برای رشد بهتر بوته‌ها، سه نوبت عملیات خاک‌دهی پای‌بوته به‌ترتیب در تاریخ‌های ۸۸/۲/۳۰، ۸۸/۳/۵ و ۸۸/۳/۱۲ انجام گرفت. برای کنترل علف‌های‌هرز مزرعه ۳ نوبت وجین‌دستی به‌ترتیب در تاریخ‌های ۸۸/۳/۶، ۸۸/۴/۶ و ۸۸/۵/۶ انجام شد. مهم‌ترین علف‌های‌هرز موجود در مزرعه، سلمه‌تره (*Chenopodium album*) و پیچک (*Convulvulus arvensis*) بودند. در طول‌مدت انجام آزمایش از هیچ‌گونه سم و آفت‌کش شیمیایی استفاده نشد.

در طی فصل رشد، دو چین با فاصله زمانی ۱۴ روز در زمانی که ۸۰-۷۰ درصد میوه روی بوته‌ها رسیده بودند، برداشت شد. قبل از هر چین، تعداد ۵ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و صفاتی نظیر تعداد کل میوه در بوته، تعداد میوه سالم و ناسالم در بوته، وزن کل میوه در بوته،

۱- شرکت فن‌آوری زیستی آسیا

وزن میوه سالم و ناسالم در بوته، عملکرد کل و عملکرد قابل عرضه به‌بازار، اندازه گیری شدند. وزن میوه با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم تعیین شد.

برای تعیین عملکرد کل، در هر کرت دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا ونیم متر از انتهای کرت به‌عنوان اثر حاشیه‌ای حذف شد و در سطح هفت و نیم متر مربع باقیمانده، عملکرد میوه تعیین شد. عملکرد قابل‌عرضه به بازار نیز بر اساس درصد وزنی میوه‌های سالم و ناسالم محاسبه شد.

در پایان هر چین، تعداد ۱۰ میوه از هر تیمار در هر تکرار، به‌طور جداگانه، به‌منظور تعیین شاخص‌بریکس[1] به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه ابتدا آب‌میوه‌های هر تیمار به‌طور جداگانه توسط دستگاه آبمیوه‌گیری گرفته و سپس عدد بریکس آن‌ها توسط دستگاه رفرکتومتر قرائت شد.

پس از برداشت چین سوم، به‌منظور تعیین ویتامین ث و لیکوپن میوه مقدار ۵۰۰ گرم میوه از هر تیمار در هر تکرار برداشت و به‌طور جداگانه به آزمایشگاه منتقل شدند و سپس با استفاده از روش مستوفی و نجفی (۴۲) میزان ویتامین‌ث و لیکوپن آن‌ها تعیین گردید.

به‌منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش و رسم شکل‌ها، از نرم‌افزارهای SAS Ver. 9.1 و MS Excel Ver. 11 استفاده شد. مقایسه کلیه‌ی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. لازم به‌ذکر است که باتوجه به داشتن دو چین در طول آزمایش، به‌جز در مورد صفات ویتامین‌ث و لیکوپن که تنها در چین دوم اندازه‌گیری و به‌صورت طرح کرت‌های خردشده معمولی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل‌تصادفی آنالیز شدند، به‌منظور مقایسه چین‌ها، آنالیز داده‌ها به‌صورت طرح کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل‌تصادفی انجام شد. در این‌راستا چین‌های مختلف به‌عنوان کرت‌های فرعی‌فرعی و کودهای مختلف (نیتروکسین، باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات، مخلوط نیتروکسین و باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات، کود شیمیایی و شاهد) به‌عنوان کرت فرعی و کاربرد کود مرغی و عدم‌کاربرد کود مرغی به عنوان کرت اصلی در نظر گرفته شدند.

نتایج و بحث

تعداد میوه در بوته

بر اساس نتایج آزمایش از لحاظ تعداد میوه در بوته بین کاربرد و عدم‌کاربرد کود مرغی اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p<0/01$). همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود کود مرغی به‌طور معنی‌داری موجب افزایش ۲۵ درصدی تعداد میوه در بوته نسبت به عدم‌کاربرد کود مرغی شد. محققان مختلف (۱۳ و ۳۶) به نقش مثبت کود دامی در بهبود خواص فیزیکی خاک و افزایش رطوبت قابل‌دسترس در خاک، اشاره کرده‌اند. آرانکون و همکاران (۳) گزارش کردند که کاربرد ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کود گاوی تعداد میوه در بوته گوجه‌فرنگی را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. باتوجه به نتایج تجزیه‌واریانس اثر کودهای مختلف به‌کار رفته در آزمایش بر تعداد میوه در بوته معنی‌دار شد ($p<0/01$). کود شیمیایی برترین تیمار از نظر تعداد میوه در بوته نسبت به سایر تیمارها بود (جدول ۳). امینی‌فرد (۱) گزارش کرد کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی (نیتروژن به‌صورت اوره) به‌طور معنی‌داری تعداد میوه در هکتار را نسبت به شاهد افزایش داد. نتایج این تحقیق با نتایج کاتاک و همکاران (۳۴) و تومباری و همکاران (۵۳) مطابقت داشت.

اثرات متقابل کود آلی و کودهای بیولوژیک و شیمیایی به‌کار رفته در آزمایش بر روی تعداد میوه در بوته دارای تأثیر معنی‌دار بود ($p<0/01$). اثر متقابل کود آلی و بیولوژیک و شیمیایی در شکل ۱ نشان داده شده است. بیشترین تعداد میوه در بوته در اثر متقابل کاربرد کود مرغی و شاهد به‌دست آمد، به‌طوری که موجب افزایش ۶۲ درصدی تعداد میوه در بوته نسبت به اثر متقابل عدم‌کاربرد کود مرغی و شاهد شد (شکل ۱). جهان و همکاران (۳۱) گزارش کردند که کاربرد بهاره‌ی کود دامی به‌همراه تلقیح بذور کدو پوست‌کاغذی با کود زیستی اثرات مثبتی بر شاخص‌های رشدی میوه کدو تخم پوست‌کاغذی گذاشت. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود تعداد میوه در بوته در تیمار شاهد (کود مرغی) بیشتر از تیمار کود مرغی و شیمیایی است که علت احتمالی آن را می توان به بروز مسئله سمیت نیتروژن و یا بر هم خوردن تعادل هورمونی بذر نسبت داد.

نتایج آزمایش نشان داد که تعداد میوه در بوته در چین های مختلف معنی‌دار بود. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می شود تعداد میوه در بوته در چین اول ۳۲ درصد بیشتر از چین دوم بود. چنین‌به‌نظر می‌رسد که احتمالاً طول دورهٔ رشد بیشتر گیاه در چین اول باعث افزایش بیشتر جذب آب و عناصر غذایی شده و در نهایت تعداد میوه در بوته را نسبت به چین دوم افزایش داده است.

درصد میوه های ناسالم

درصد میوه‌های ناسالم به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر کاربرد و عدم‌کاربرد کود مرغی قرار گرفت ($p<0/01$). باتوجه به نتایج جدول ۳، درصد میوه‌های ناسالم در کاربرد کود مرغی (۲۳/۵۵ درصد) به‌طور معنی‌داری کمتر از عدم‌کاربرد کود مرغی (۳۱/۰۵ درصد) بود. قربانی و همکاران (۲۴) اثر کاربرد کودهای آلی مختلف بر تولید گوجه فرنگی را بررسی و گزارش کردند که کود مرغی کمترین درصد میوه‌های

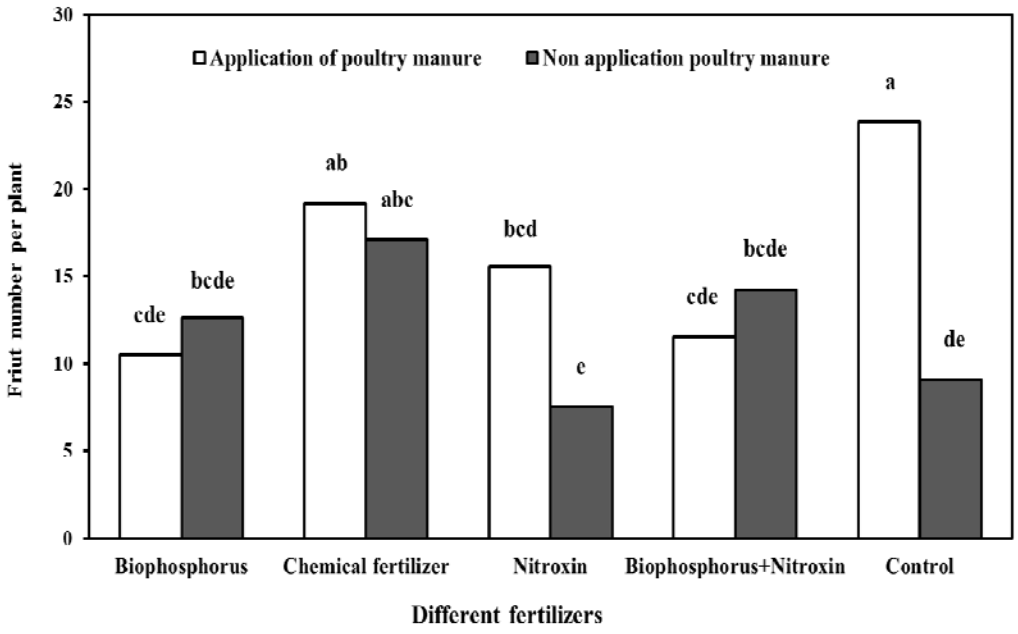
1- Brix index

ناسالم را در مقایسه با سایر تیمارها دارا بود.

بر اساس نتایج بدست آمده اثر کودهای مختلف مورد استفاده در آزمایش بر درصد میوه‌های ناسالم معنی‌دار بود (p<۰/۰۱). تیمار کود بیولوژیک بیوفسفر+نیتروکسین با دارا بودن کمترین درصد میوه های ناسالم (۱۷/۲۰ درصد) برترین تیمار از این نظر بود، به‌طوری‌که درصد میوه‌های ناسالم را به‌مقدار قابل‌توجهی (۴۸ درصد) نسبت به شاهد کاهش داد (جدول ۳). آزاز و همکاران (۶) مشاهده کردند که در رازیانه کاربرد توأم باسیلوس و ازتوباکتر خصوصیات رشدی آن را بهبود بخشید.

اثر متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر درصد میوه های ناسالم معنی‌دار بود (p<۰/۰۱). بر اساس شکل ۲، برترین تیمار از نظر درصد کمتر میوه‌های ناسالم، عدم‌کود مرغی و کود بیولوژیک بیوفسفر+نیتروکسین (۱۵/۲۹ درصد) بود، که البته از این‌نظر به‌جز با تیمارهای عدم‌کود مرغی و نیتروکسین و عدم‌کود مرغی و شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. چنین به‌نظر می‌رسد که کود مرغی با در دسترس قرار دادن عناصرغذایی احتمالاً رشد گیاه و مقاومت آن را نسبت به بیماری‌ها بهبود بخشیده، که این امر باعث کاهش درصد میوه ناسالم در بوته شده است. در همین‌راستا، نتایج قربانی و همکاران (۲۴) نیز نشان داد که کود مرغی باعث کاهش تولید تعداد میوه‌های ناسالم در گوجه‌فرنگی شد.

بر اساس نتایج این آزمایش مشخص شد که بین چین‌های مختلف گوجه‌فرنگی از نظر درصد میوه‌های ناسالم اختلاف معنی‌داری وجود داشت (p<۰/۰۱)، به‌طوری‌که چین دوم با ۲۲/۲ درصد میوه ناسالم، احتمالاً به‌دلیل کاهش درجه‌حرارت و تاحدودی رطوبت در مراحل پایانی فصل رشد در مقایسه با چین اول از خسارت عوامل بیماریزا بر گیاه و میوه‌های آن کاسته که این امر کاهش درصد میوه‌های ناسالم را به‌دنبال داشته است. نتایج برخی از تحقیقات بر وجود شرایط محیطی مناسب از جمله درجه‌حرارت و رطوبت برای توسعه بیماری‌ها تأکید کرده است.



شکل ۱- اثر متقابل کود آلی و کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر تعداد میوه در بوته گوجه فرنگی

Figure 1- Interaction effect of organic fertilizer, biofertilizers and chemical fertilizer on fruit number per plant in tomato

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different (p≤0.05), at 5% probability level based on Duncan′s multiple range

جدول ۳- مقایسه‌میانگین برخی شاخص‌های کمی و کیفی مورد مطالعه گوجه‌فرنگی در اثر کاربرد و عدم کاربرد کود مرغی در مجموع دو چین برداشت شده

Table 3- Means comparison of some quantity and quality characteristics of tomato affected by application and non-application of poultry manure in sum of two harvesting times

تیمار Treatment	تعداد میوه در بوته Fruit number per plant	درصد میوه‌های ناسالم Unhealthy fruit (%)	وزن میوه در بوته Fruit weight per plant (g)	عملکرد کل Total yield (t/ha)	عملکرد قابل عرضه به بازار Marketable yield (t/ha)	قرائت کلروفیل متر Spad reading	شاخص بریکس Brix index	ویتامین ث C vitamin (mg/100 g samples)	لیکوپن Lycopene (mg/100 g samples)
کود آلی Organic fertilizer									
کاربرد کود مرغی Application of poultry manure	16.11a*	23.55b	691.69a	30.74a	22.22a	53.92a	7.40a	10.69a	1.84b
عدم کاربرد کود مرغی Non application of poultry manure	12.11b	31.05a	588.75b	26.16b	20.24a	53.05a	6.95a	9.25a	2.12a
کودهای بیولوژیک و شیمیایی Biofertilizers and chemical fertilizer									
بیوفسفر Biophosphorus	11.55d	26.93b	689.88a	30.66b	21.31b	53.12ab	7.14b	9.92b	2.38a
نیتروکسین Nitroxin	11.52d	35.24a	529.43d	23.53d	16.90d	53.50ab	6.25c	11.44a	2.15b
بیوفسفر+نیتروکسین Biophosphorus+Nitroxin	12.88c	17.20d	607.86c	27.01c	22.93b	53.77ab	7.37b	10.68ab	2.05b
شیمیایی Chemical fertilizer	18.13a	23.94c	768.11a	34.13a	26.06a	55.21a	7.93a	7.40c	1.77c
شاهد Control	16.45b	33.17a	605.85c	26.92c	18.95c	51.83b	7.16b	10.42ab	1.53d

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

*In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan′s multiple range.

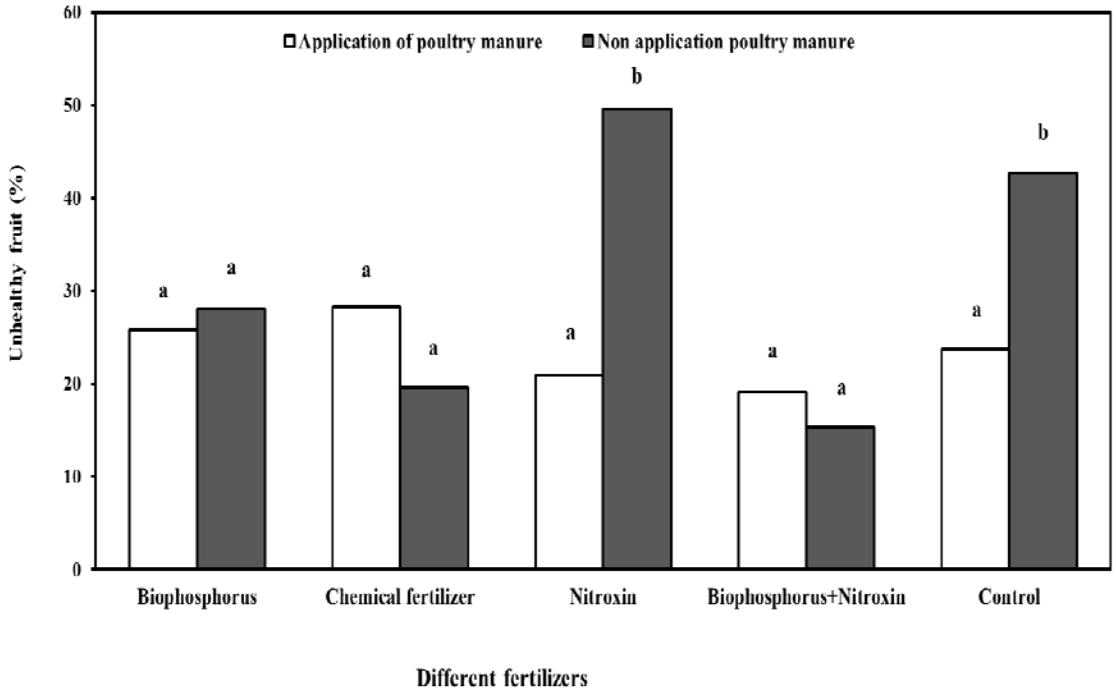
جدول ٤- مقایسه میانگین برخی شاخص های کمی و کیفی مورد مطالعه گوجه فرنگی در چین‌های مختلف

Table 4- Means comparison of some quantity and quality characteristics of tomato in different harvesting times

تیمار Treatment	تعداد میوه در بوته Fruit number per plant	درصد میوه‌های ناسالم Unhealthy fruit (%)	وزن میوه در بوته Fruit weight per plant (g)	عملکرد کل Total yield (t/ha)	عملکرد قابل عرضه به بازار Marketable yield (t/ha)	قرائت کلروفیل متر Spad reading	شاخص بریکس Brix index
چین اول First harvesting time	16.76a*	32.42a	742.16a	32.98a	23.22a	54.41a	7.00b
چین دوم Second harvesting time	11.45b	22.17b	538.29b	23.92b	19.24b	52.57b	7.35a

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

*In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan′s multiple range.



شکل ۲- اثر متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر درصد میوه های ناسالم گوجه فرنگی

Figure 2- Interaction effect of organic fertilizer, biofertilizers and chemical fertilizer on the percentage of unhealthy fruit in tomato

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different ($p\leq0.05$), at 5% probability level based on Duncan′s multiple range

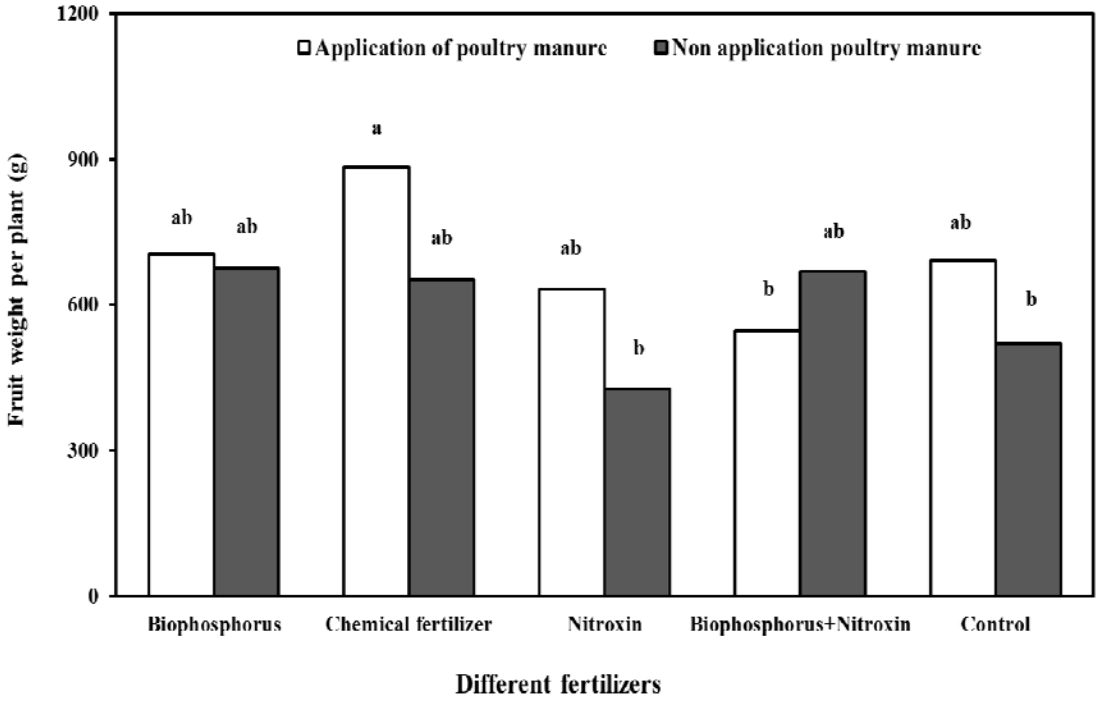
وزن میوه در بوته

نتایج آزمایش نشان داد که اثر کود مرغی بر وزن میوه در بوته معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$)، به‌طوری‌که استفاده از کود مرغی موجب افزایش ۱۵ درصدی وزن میوه در بوته نسبت به عدم‌کاربرد این کود شد (جدول ۳). چنین به‌نظر می‌رسد که کود مرغی با تأمین به‌موقع و متوازن عناصرغذایی برای گوجه‌فرنگی و نیز نگهداری مناسب رطوبت در طی رشد رویشی گیاه، زمینهٔ لازم را جهت بهبود رشد و افزایش وزن میوه در بوته فراهم نموده است. در یک پژوهش اثر سطوح مختلف کودهای آلی بر کمیت و کیفیت ارقام مختلف گوجه‌فرنگی بررسی و گزارش شد که بیشترین وزن خشک میوه و برگ، عملکرد نهایی و شاخص بریکس در تیمار ۱/۵ کیلوگرم اسید هیومیک بدست آمد (۴۹). در پژوهشی دیگر، پس از بررسی اثر کودهای آلی مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی کدو پوست کاغذی گزارش شد که کودهای گاوی، گوسفندی و ورمی‌کمپوست منجر به افزایش وزن میوه در بوته در مقایسه با شاهد شدند (۳۲).

بر اساس نتایج بدست آمده اثر کودهای شیمیایی و بیولوژیک بر وزن میوه در بوته معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$)، به‌طوری که بیشترین مقدار وزن میوه در بوته در کود شیمیایی مشاهده شد، گرچه از این نظر اختلاف معنی‌داری با بیوفسفر نداشت (جدول ۳). نتایج این تحقیق با نتایج امینی‌فرد (۱) بر روی فلفل (*Capsicum annumvar*) هم‌خوانی داشت.

اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر وزن میوه در بوته معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). همان‌طور که در شکل ۳ مشهود است بیشترین و کمترین وزن میوه در بوته به‌ترتیب در تیمار کود مرغی و شیمیایی (۸۸۴/۵ گرم) و عدم‌کود مرغی و نیتروکسین (۴۲۶/۲گرم) بدست آمد. نتایج انجام شده روی سایر گیاهان نیز برتری کاربرد توأم کودهای بیولوژیک و شیمیایی را در مقایسه با مصرف جداگانه کودهای شیمیایی نشان داده است (۱۶ و ۳۹).

بین چین‌های مختلف گوجه‌فرنگی از نظر وزن میوه در بوته اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p<۰/۰۱$)، به‌طوری‌که وزن میوه در بوته در چین اول ۲۷ درصد بیشتر از چین دوم بود (جدول ۳). چنین به‌نظر می‌رسد که احتمالاً طول دورهٔ رشد بیشتر گیاه در چین اول باعث افزایش بیشتر جذب آب و عناصر غذایی شده و در نهایت وزن میوه در بوته را نسبت به چین دوم افزایش داده است.



شکل ۳- اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر وزن میوه در بوته گوجه فرنگی

Figure 3- Interaction effect of organic fertilizer, biofertilizers and chemical fertilizer on weight fruit per plant in tomato

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range

عملکرد کل و عملکرد قابل عرضه به بازار

اثر کاربرد کود مرغی بر عملکرد کل گوجه‌فرنگی معنی‌دار بود ($p<0/01$). همان‌طور که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود، کاربرد کود مرغی موجب افزایش ۱۵ درصدی عملکرد کل نسبت به عدم‌کاربرد این کود شد. بهبود رشد گیاه و افزایش عملکرد میوه گوجه‌فرنگی در اثر کاربرد کودهای آلی می‌تواند ناشی از افزایش فراهمی عناصرغذایی در خاک و هم‌چنین بهبود ظرفیت نگهداری آب در خاک باشد که در نهایت افزایش عملکرد را به‌دنبال داشته است (۳ و ۵۲). هم‌چنین با توجه به اینکه استفاده از کود مرغی باعث افزایش تعداد میوه در بوته و هم‌چنین کاهش درصد میوه‌های ناسالم (جدول ۳) شد، افزایش عملکرد میوه گوجه‌فرنگی در شرایط استفاده از کود مرغی منطقی به‌نظر می‌رسد. نتایج بررسی‌ها نشان داده است که کودهای آلی سبب بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده و از این طریق عملکرد محصولات را افزایش داده‌اند (۴، ۴۳ و ۵۴). در آزمایشات متعددی (۳۰، ۱۶ و ۲۲) اثرات مثبت کودهای آلی بر عملکرد گیاهان مختلف گزارش شده است. در یک پژوهش، اثر کودهای آلی مختلف بر تولید و ماندگاری گوجه‌فرنگی در انبار مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که کودهای مرغی، گاوی و کمپوست خانگی عملکرد میوه را در مقایسه با شاهد و کود شیمیایی افزایش دادند، اما کود مرغی عملکرد قابل عرضه به بازار را افزایش و کود شیمیایی آن را کاهش داد (۲۴).

از نظر عملکرد کل بین کودهای بیولوژیک و شیمیایی مورد استفاده در آزمایش اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p<0/01$)، به‌طوری که کود شیمیایی با عملکرد کل ۳۴/۱۳ تن در هکتار بیشترین و نیتروکسین با ۲۳/۵۳ تن در هکتار کمترین عملکرد کل را در مقایسه با سایر تیمارها دارا بودند (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد از آن‌جایی که عناصر موجود در کود شیمیایی نسبت به عناصر سایر کودها زودتر آزاد شده و در دسترس گیاه قرار می‌گیرد، لذا با افزایش رشد اولیه گیاه و در نتیجه بهبود قدرت گلدهی آن عملکرد کل افزایش یافته است. نتایج این تحقیق با نتایج امینی‌فرد (۱)، تومبار و نیکام (۵۳)، بارتال و همکاران (۹)، و کاتاک و همکاران (۳۴) همخوانی داشت.

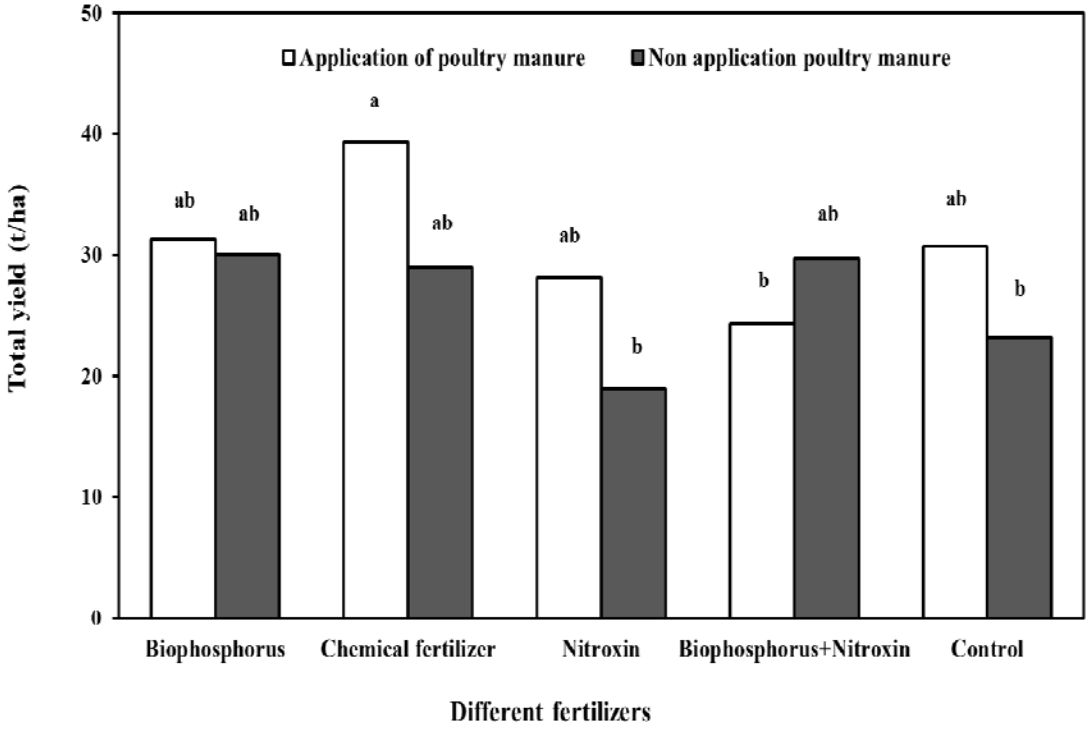
اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد کل معنی‌دار بود ($p<0/01$). همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می شود، تیمار کود مرغی و شیمیایی بیشترین (۳۹/۳۱ تن در هکتار) عملکرد کل را به خود اختصاص داد، گرچه از این‌نظر به‌جز با اثرات متقابل عدم‌مرغی و نیتروکسین، کود مرغی و بیوفسفر+نیتروکسین و عدم مرغی و شاهد با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت. به‌طور کلی

اثر کاربرد کود مرغی در شرایط استفاده از سایر حاصلخیزکننده‌های خاک به‌جز کودهای بیولوژیک بیوفسفر+نیتروکسین موجب افزایش عملکرد کل در مقایسه با عدم‌کاربرد این کود شد. چنین به‌نظر می‌رسد که عدم‌افزایش عملکرد در شرایط استفاده از کود دامی و بیوفسفر+نیتروکسین مربوط به اثرات آنتاگونیستی این حاصلخیزکننده‌ها باشد. نتایج فلاحی (۱۶) نیز مؤید این مطلب است.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس بین چین‌های مختلف از نظر عملکرد کل اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول ۳)، به‌طوری‌که عملکرد کل در چین اول به‌مقدار قابل‌توجهی (۴۷ درصد) بیشتر از چین دوم بود (جدول ۴). باتوجه به بالاتر بودن تعداد میوه در بوته و هم‌چنین کاهش درصد میوه‌های ناسالم در چین اول (جدول ۴)، روند افزایش عملکرد کل در این چین در مقایسه با چین دوم منطقی به‌نظر می‌رسد.

بر اساس نتایج به‌دست آمده اثر کاربرد کود مرغی بر عملکرد قابل عرضه به‌بازار معنی‌دار شد ($p<0/01$)، به‌طوری‌که کاربرد کود مرغی موجب افزایش ۹ درصدی عملکرد قابل عرضه به‌بازار در مقایسه با عدم‌کاربرد کود مرغی شد (جدول ۳). دارا بودن مواد آلی، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، تقویت فعالیت‌های شبه‌هورمونی گیاه، تأمین عناصر مورد نیاز گیاه و افزایش جذب موادغذایی توسط گیاه و به‌طور کلی بهبود ساختار شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی بسترکاشت، از جمله دلایل متعددی است که محققین با استناد به آن‌ها تأثیر کودهای آلی را بر افزایش عملکرد گیاهان مورد تأیید قرار داده‌اند (۳۹). نتایج این تحقیق با نتایج قربانی و همکاران (۲۴)، جهان و همکاران (۳۰ و ۳۱)، کوپر و همکاران (۳۶)، سیدیکوی (۵۰)، آرانکون و همکاران (۲ و ۳) و فیدریک و همکاران (۱۸) مطابقت داشت.

اثر کاربرد کودهای مختلف بر عملکرد قابل عرضه به‌بازار معنی‌دار بود ($p<0/01$). نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که کود شیمیایی با ۲۶/۰۶ تن گوجه‌فرنگی در هکتار برترین تیمار از نظر عملکرد قابل عرضه به‌بازار بود.



شکل ٤- اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد کل میوه گوجه فرنگی

Figure 4- Interaction effect of organic fertilizer, biofertilizers and chemical fertilizer on total yield in tomato

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different ($p\leq0.05$), at 5% probability level based on Duncan′s multiple range

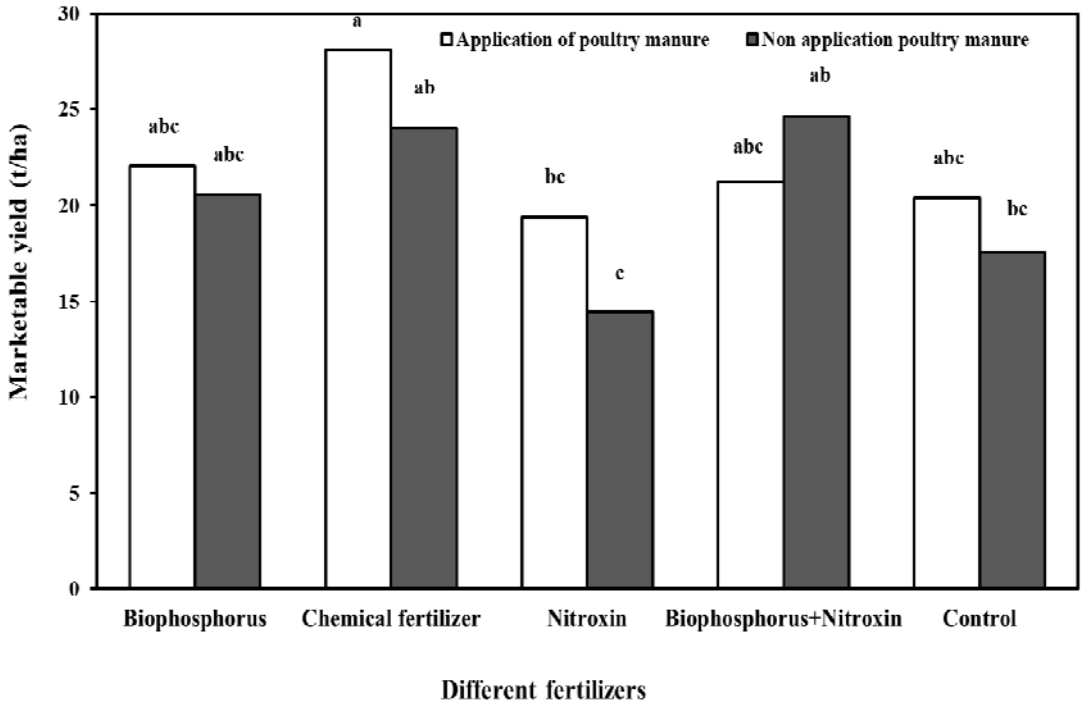
هم‌چنین کود بیولوژیک بیوفسفر+نیتروکسین و بیوفسفر نیز در مقایسه با شاهد به‌ترتیب باعث افزایش ۱۷ و ۱۱ درصدی عملکرد قابل عرضه به‌بازار شدند. بارتال و همکاران (۹)، پوسسا و همکاران (۴۴) و جولر و کار (۲۶) نیز اثر کود شیمیایی روی بر میوه گیاهان مختلف مثبت گزارش کردند.

اثر متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد قابل عرضه به‌بازار معنی‌دار شد ($p<0/01$). اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی در شکل ۵ نشان داده شده است. تیمار کود مرغی و شیمیایی بیشترین (۲۸/۱۰۵ تن در هکتار) و تیمار عدم مرغی و نیتروکسین (۱۴/۴۳۲ تن در هکتار) کمترین عملکرد قابل عرضه به‌بازار را دارا بودند، ضمن این‌که کاربرد کود مرغی به‌جز در مورد کود بیولوژیک بیوفسفر+نیتروکسین عملکرد قابل عرضه به‌بازار را در مقایسه با عدم‌کاربرد کود مرغی افزایش داد (شکل ۵). لباسچی و همکاران (۳۷) گزارش کردند که استفاده همزمان تیمار کود آلی و کود شیمیایی اوره باعث افزایش معنی‌دار رشد و نمو گل راعی در مقایسه با کاربرد جداگانهٔ کود شیمیایی شد.

بین چین‌های مختلف گوجه‌فرنگی از لحاظ عملکرد قابل عرضه به‌بازار اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p<0/01$)، به‌طوری‌که چین اول با عملکرد قابل عرضه به‌بازار ۲۳/۲۲ تن در هکتار دارای برتری ۱۷ درصدی نسبت به چین دوم (۱۹/۲۴ تن در هکتار) بود (جدول ۴). چنین به‌نظر می‌رسد که افزایش تعداد میوه در بوته (جدول ۶) در چین اول، باعث افزایش عملکرد قابل عرضه به بازار در این چین در مقایسه با چین دوم شده است.

قرائت کلروفیل‌متر

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر قرائت کلروفیل‌متر معنی‌دار بود ($p<0/05$) و استفاده از این کودها باعث افزایش معنی‌دار قرائت کلروفیل‌متر در مقایسه با شاهد شدند (جدول ۳)، به‌طوری‌که کود شیمیایی، بیوفسفر+نیتروکسین، نیتروکسین و بیوفسفر قرائت کلروفیل‌متر را به‌ترتیب ۶، ۴، ۳ و ۲ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۳). باتوجه به اینکه استفاده از این کودها نقش مؤثری در افزایش عناصر قابل‌دسترس و به‌ویژه نیتروژن برای گیاه دارند، افزایش قرائت کلروفیل‌متر در صورت استفاده از آن‌ها منطقی به‌نظر می‌رسد.



شکل ۵- اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد قابل عرضه به بازار گوجه فرنگی

Figure 5- Interaction effect of organic fertilizer, biofertilizers and chemical fertilizer on marketable yield in tomato

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different ($p\leq0.05$), at 5% probability level based on Duncan′s multiple range

بیاری و همکاران (۱۱) گزارش کردند که تلقیح ذرت با باکتری‌های محرک‌رشد (ازتوباکتر و آزوسپیریلوم) سبب افزایش معنی‌دار قسمتی عناصر از جمله نیتروژن و فسفر در اندام‌های گیاه در مقایسه با شاهد شد، لذا باتوجه به این‌که بین میزان نیتروژن برگ و قرائت کلروفیل‌متر، همبستگی بالایی وجود دارد (۴۸) استفاده از این کودها به‌دلیل فراهمی عناصرغذایی و به‌ویژه نیتروژن باعث افزایش قرائت کلروفیل‌متر در مقایسه با شاهد شد.

بر اساس نتایج بدست آمده، بین چین‌های مختلف از نظر قرائت کلروفیل‌متر اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p<۰/۰۱$)، به‌طوری که از این لحاظ چین اول نسبت به چین دوم دارای برتری بود (جدول ۳). باتوجه به این‌که نیتروژن عنصری متحرک در گیاه است که با پیر شدن گیاه از اندام‌های مسن‌تر به سمت اندام‌های جوان حرکت می‌کند، بالاتر بودن قرائت کلروفیل‌متر که نشاندهندهٔ محتوی نیتروژن برگ می‌باشد در چین اول در مقایسه با چین دوم منطقی به‌نظر می‌رسد.

شاخص بریکس

اثر کاربرد کود مرغی بر شاخص‌بریکس میوه گوجه‌فرنگی معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$)، به‌طوری‌که شاخص‌بریکس در کاربرد کود مرغی (۷/۴۰ بریکس) بیشتر از عدم‌کاربرد کود مرغی (۶/۹۵ بریکس) بود (جدول ۳). نتایج بررسی‌های مختلف نیز بهبود کیفیت تعداد زیادی از گیاهان را در شرایط استفاده از انواع کودهای آلی تأیید کرده است (۲۸، ۴۰ و ۴۲). بدین‌ترتیب، باتوجه به این‌که شاخص بریکس، به‌عنوان یک شاخص کیفی مهم در صنایع غذایی محسوب می‌شود، می‌توان چنین نتیجه گرفت که بهره‌گیری مناسب از کودهای آلی نظیر کود مرغی می‌تواند به‌عنوان یکی از روش‌های مناسب و اکولوژیک جهت افزایش عملکرد کیفی گوجه‌فرنگی مدنظر قرار گیرد. بر اساس نتایج آزمایش بین کودهای مختلف تفاوت معنی‌داری از نظر شاخص‌بریکس وجود داشت ($p<۰/۰۱$)، به‌طوری‌که کود شیمیایی باعث افزایش ۱۰ درصدی شاخص بریکس نسبت به شاهد شد. نتایج این تحقیق با نتایج امینی‌فرد (۱) و جعفری و کاشی (۲۹) نیز مطابقت داشت.

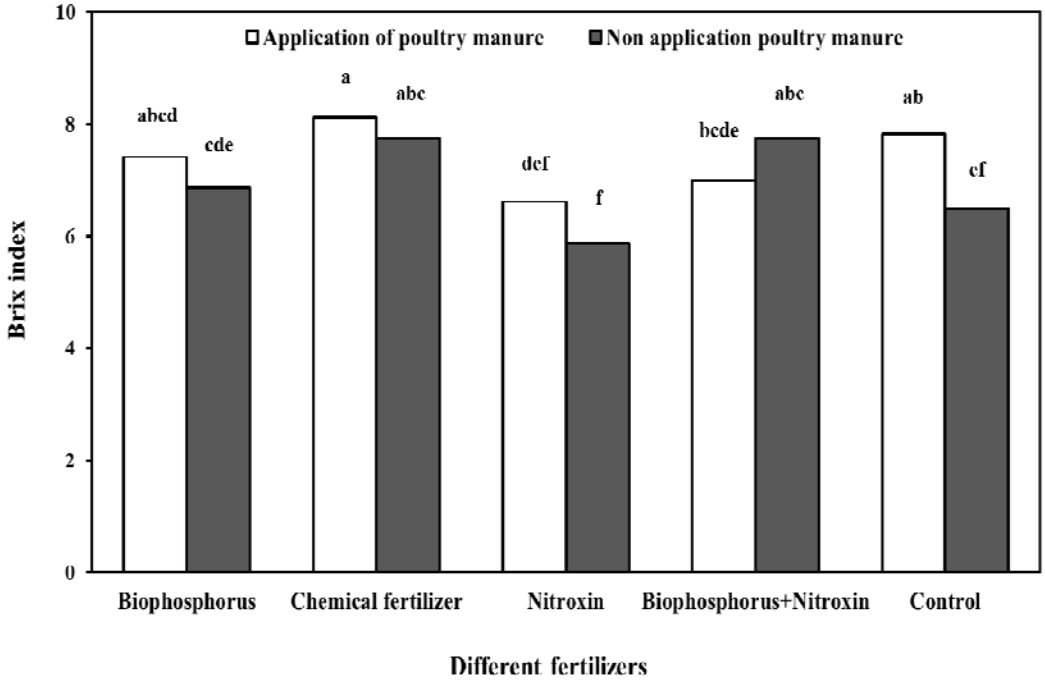
اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر شاخص بریکس معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$)، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین مقدار شاخص بریکس به‌ترتیب در تیمار کود مرغی و شیمیایی (۸/۱۲ بریکس) و بدون کود مرغی و نیتروکسین (۵/۸۷ بریکس) بدست آمد. همچنین نتایج نشان داد که تمامی کودهای مورد استفاده در آزمایش به جز تیمار بیوفسفر+نیتروکسین، کود مرغی باعث افزایش شاخص بریکس شد (شکل ۶). آزار و همکاران (۶) در رازیانه نشان دادند که بیشترین عملکرد اسانس از کاربرد توأم کود گاوی به همراه باسیلوس و ازتوباکتر به دست آمد و کاربرد تمامی تیمارهای کود شیمیایی و بیولوژیک در مقایسه با شاهد عملکرد اسانس بهتری تولید کردند. هرشاوران و همکاران (۲۸) در بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) نتیجه گرفتند که کاربرد ۴۵ کیلوگرم نیتروژن و ۲۲/۵ کیلوگرم فسفر و پتاس به همراه ۹ تن در هکتار کود آلی باعث حداکثر تولید اسانس شد.

اثر چین‌های مختلف بر شاخص‌بریکس معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که شاخص بریکس در چین دوم (۷/۳۵ بریکس) بیشتر از چین اول (۷/۰۰ بریکس) (بود (جدول ۴).

ویتامین‌ث و لیکوپن

اثر استفاده از کود مرغی بر محتوی لیکوپن میوه گوجه‌فرنگی معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$)، به‌طوری‌که کاربرد کود مرغی باعث کاهش ۱۵/۲۲ درصدی محتوی لیکوپن گوجه‌فرنگی شد (جدول ۳). تأثیر کودهای آلی بر خصوصیات کیفی گیاهان مختلف نتایج متفاوتی را در برداشته است (۱۶، ۵۱ و ۵۵). باتوجه به این‌که کود مرغی به‌عنوان یک کود آلی ظرفیت نگهداری آب در خاک را افزایش می‌دهد (۱۳ و ۳۵)، چنین به‌نظر می‌رسد که احتمالاً کاهش تنش آب ناشی از مصرف کود مرغی باعث کاهش محتوی لیکوپن گوجه‌فرنگی در مقایسه با شرایط عدم استفاده از کود شده است. جهان و همکاران (۳۰) گزارش کردند که با افزایش مقدار کود دامی از سطح ۱۰ تا ۲۵ تن در هکتار، برخی خصوصیات کیفی کدو تخم پوست‌کاغذی با کاهش مواجه شدند.

باتوجه به نتایج این آزمایش مشخص شد که بین کودهای مختلف مورد استفاده در آزمایش از نظر ویتامین‌ث اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p<۰/۰۱$). بیشترین و کمترین مقدار ویتامین‌ث به‌ترتیب با ۱۱/۴۴ و ۷/۴۰ گرم در ۱۰۰ گرم نمونه در کود بیولوژیک نیتروکسین و کود شیمیایی مشاهده شد (جدول ۳). چنین به‌نظر می‌رسد که استفاده از انواع مختلف حاصلخیزکننده‌های خاک، به‌دلیل تأثیر مثبت در فراهمی عناصرغذایی باعث افزایش رشد گیاه و به‌تبع آن بهبود خصوصیات کیفی میوه شده است. لیسی و همکاران (۳۸) و قریب و همکاران (۲۰) نیز اثر کودهای بیولوژیک را بر شاخص‌های کیفی گیاهان مختلف مثبت گزارش کردند.



شکل ٦- اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر شاخص‌بریکس میوه گوجه فرنگی

Figure 6- Interaction effect of organic fertilizer, biofertilizers and chemical fertilizer on brix index in tomato

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

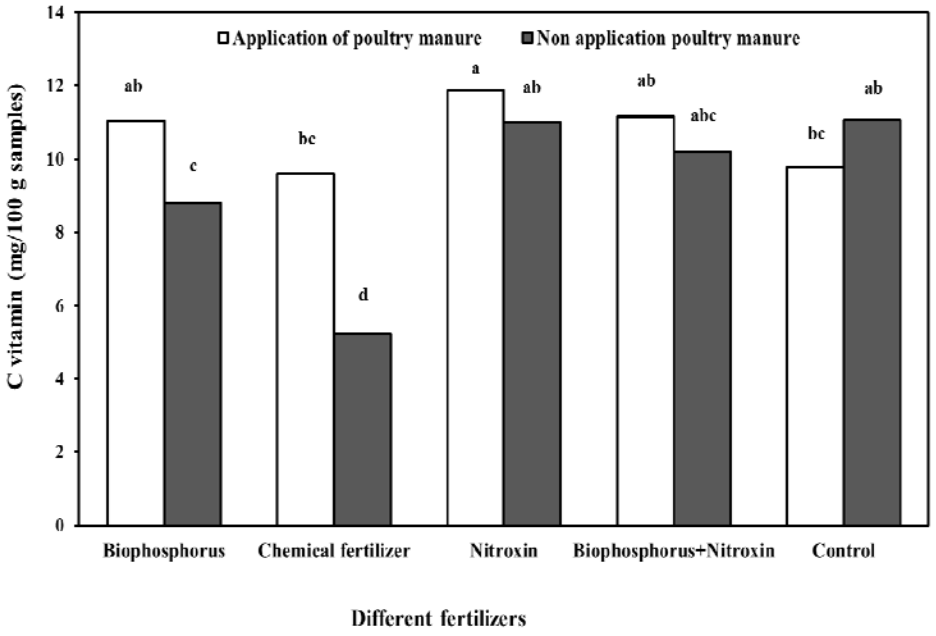
Means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan′s multiple range.

نتایج اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی نشان داد که ویتامین‌ث گوجه‌فرنگی تحت‌تأثیر مصرف این کودها قرار گرفت ($p<۰/۰۱$)، به‌طوری‌که تیمار کود مرغی و نیتروکسین با ۱۱/۸۸ گرم بیشترین و تیمار بدون کود مرغی و شیمیایی با ۵/۲۱ گرم کمترین مقدار ویتامین‌ث را در مقایسه با سایر تیمارها دارا بودند، ضمن‌اینکه به‌جز در تیمار شاهد، کاربرد کود مرغی باعث افزایش میزان ویتامین‌ث شد (شکل ۷). یزدانی (۵۵) گزارش کرد که مصرف انواع مختلف کودهای آلی بر خصوصیات کیفی گیاه ماریتیغال (*Silybum marianum*) تأثیر معنی‌داری داشت. فلاحی (۱۶) نشان داد که از نظر درصد کامازولن موجود در اسانس بابونه، کود بیولوژیک نیتروکسین بیشترین اثر را داشت.

بین کودهای بیولوژیک و شیمیایی مورد استفاده در آزمایش تفاوت معنی‌داری از نظر میزان لیکوپن وجود داشت ($p<۰/۰۱$) و تمامی کودها باعث افزایش میزان لیکوپن نسبت به شاهد شدند. افزایش دادند، به‌طوری‌که بیشترین میزان لیکوپن در بیوفسفر (۲/۳۸ میلی گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) به‌دست آمد (جدول ۳). هم‌چنین نتایج آزمایش نشان داد که تیمارهای تلقیح شده با کودهای بیولوژیک دارای محتوی لیکوپن بیشتری نسبت به تیمارهای کود شیمیایی و شاهد بودند (جدول ۳). بدین‌ترتیب با توجه به این‌که لیکوپن، به‌عنوان یک کاروتنوئید مهم در گوجه‌فرنگی مطرح است، می‌توان استفاده از کودهای بیولوژیک را به‌عنوان جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی در جهت بهبود خصوصیات کمی گوجه‌فرنگی از جمله لیکوپن مدنظر قرار داد. نتایج بررسی‌های مختلف نیز بهبود کیفیت تعداد زیادی از گیاهان را در شرایط استفاده از باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات تأیید کرده است (۴۷ و ۵۶).

اثر متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر میزان لیکوپن گوجه‌فرنگی معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). همان‌گونه که در شکل ۸ ملاحظه می‌شود بیشترین میزان لیکوپن در تیمار بدون کود مرغی و بیوفسفر (۳/۱۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) و کمترین مقدار آن در تیمار بدون کود مرغی و شاهد (۰/۲۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) مشاهده شد، ضمن این‌که به‌جز شاهد میزان لیکوپن گوجه‌فرنگی در شرایط عدم‌استفاده کود مرغی بیشتر از کاربرد کود مرغی بود. درزی و همکاران (۱۴) با مطالعه اثر کودهای زیستی بر ترکیبات اسانس رازیانه گزارش کردند که کاربرد میکوریزا، ورمی‌کمپوست و تلفیق آن‌ها با افزایش در میزان آنتول باعث کاهش میزان لیمونن در اسانس این گیاه شد. فلاحی (۱۶) نیز بر روی بابونه نشان داد که بیشترین درصد و عملکرد اسانس در تیمار باکتری‌های حل‌کننده فسفات حاصل شد. تبریزی (۵۱) به‌نقل از کالرا گزارش کرد که عملکرد

اسانس در گیاه نعناع در تیمارهای کـود بیولوژیـک معـادل ۸۵ درصـد عملکرد حاصل از کودهای شیمیایی بود.

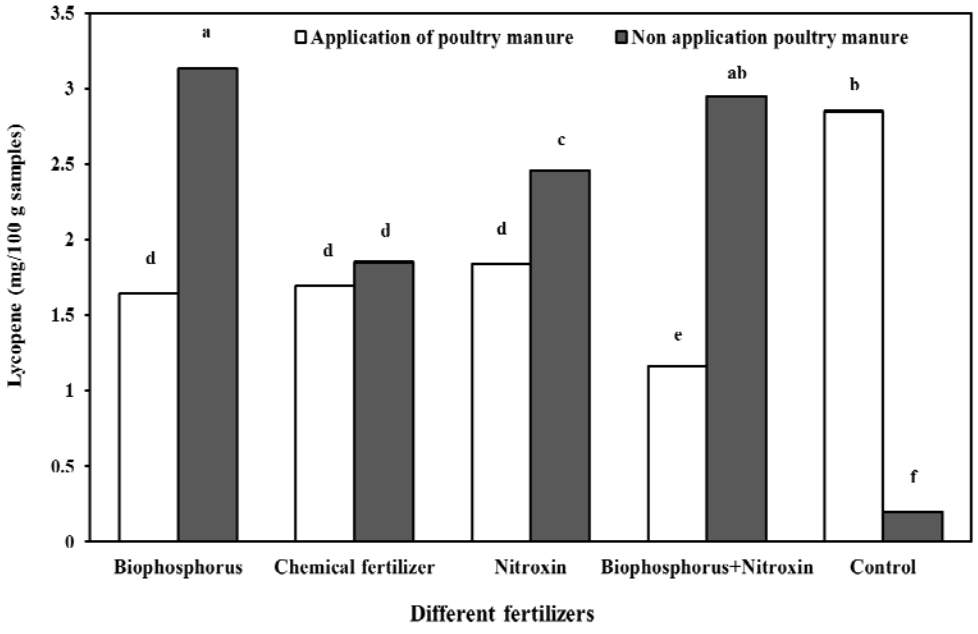


شکل ۷- اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر ویتامین ث میوه گوجه‌فرنگی

Figure 7- Interaction effect of organic fertilizer, biofertilizers and chemical fertilizer on C vitamin in tomato

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different (p≤0.05), at 5% probability level based on Duncan′s multiple range



شکل ۸- متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر لیکوپن میوه گوجه‌فرنگی

Figure 8- Interaction effect of organic fertilizer, biofertilizers and chemical fertilizer on lycopene in tomato

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different (p≤0.05), at 5% probability level based on Duncan′s multiple range

منابع

1- Aminifard M.H. 2005. Evaluation of plant density and nitrogen on growth, yield and oil of *Capsicum annumvar*. MSc thesis of horticulture, Faculty of agriculture, Ferdowsi university of Mashhad. (in Persian with English abstract).
2- Arancon N.Q., Edwards C.A., Bierman P., Metzeger J.D. and Lee S. 2005. Effect of vermicompost on growth and marketable fruits of field – grown tomato, peppers and strawberries. Bioresource Technology, 47: 731-735.
3- Arancon N.Q., Edwards C.A. and Bierman P. 2006. Influences of vermicomposts on field strawberries: Part 2. Effect on soil microbiological and chemical properties. Bioresource Technology, 97: 831-840.
4- Arun K.S. 2002. A Handbook of Organic Farming Pub. Agrobios, India.
5- Astaraee A. and Koocheki A. 1996. Biofertilizers in agriculture. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. (in Persian with English abstract).
6- Azzaz N.A., Hassan E.A. and Hamad E.H. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of Fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral Fertilizer. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3: 579-587.
7- Behnamian M. and Masiha S. 2002. Tomato with most emphasis on the greenhouse tomato. Tabriz Sotoode Press. (In Persian with English abstract).
8- Barea J.M., Pozo M.J., Azcon R. and Azcon-Aguilar C. 2005. Microbial co-operation in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany, 56: 1761-1778.
9- Bar-Tal A., Aloni B., Karin L. and Rosenberg R. 2001. Nitrogen nutrition of greenhouse pepper. I. Effects of nitrogen concentration and No3: NH4 ratio on yield, Fruit shape, and the incidence of blossom-end rot in relation to plant minral composition. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 36: 1244-1251.
10- Bauer A. and Black A.L. 1994. Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. Soil Science Society of America, 58: 185-193.
11- Biari A., Gholami A. and Asadi Rahmani H. 2006. Sustainable production and improve the absorption of nutrients of maize in reaction to the inoculation of plant growth promoting rhizobacteria. Proceeding of the 2th national conference of Ecological Agriculture in Iran (Gorgan), 17-18 October. 2004. (In Persian with English abstract).
12- Borguini R.G. and Turres E.A.F.S. 2009. Tomatoes and Tomato Products as Dietary Sources of Antioxidants. Food Reviews International, 25: 313-325.
13- Celik I., Ortas I. and Kilic S. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. 2004. Soil and Tillage Research, 78: 59-67.
14- Darzi M.T., Sefidkan A.F. and Rajali F. 2008. Effect of mycorrhiza, vermicompost and phosphorous biofertilizers on the oil quantity and quality of fennel. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants in Iran, 24: 396-413. (In Persian with English abstract).
15- Eghball B., Binford G.D., Power J.F. and Anderson F.D. 1995. Maize temporal yield variability under long term manure and fertilizer application: Fractal analysis. Soil Science Society of America Journal, 59: 1360-1364.
16- Fallahi J., Koocheki A. and Rezvani Moghaddam P. 2008. Effect of biofertilizers on quantity and quality yield of Matricaria chamomilla. Iranian Journal of Field Crops Research, 7: 127-136. (In Persian with English abstract).
17- Farahmand A., Fardad H., Liaghat A. and Kashi A. 2005. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield and water use efficiency of tomato. Iranian Journal of Soil and Water Sciences, 19: 263-270. (In Persian with English abstract).
18- Federico A., Santiago-Borraz J., Molina J.A., Nafate C.C. and Dendooven L. 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). Bioresource Technology, 98: 2781–2786.
19- George B., Kaur C., Khurdiya D.S. and Kapoor H.C. 2004. Antioxidants in tomato (*Lycopersicom esculentum*) as a function of genotype. Food chemistry, 84: 45-51.
20- Gharib F.A., Moussa L.A. and Massoud O.N. 2008. Effect of compost and bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) plant. International Journal of Agricultura and Biology, 10: 381–387.
21- Gheshm R. and Kafi M. 1998. Industrial tomato, from planting to harvest time. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. (In Persian with English abstract).
22- Ghorbani H. 2006. A review of biofertilizers in Iran and their role in keeping the community. Proceeding of the 2th national conference of Ecological Agriculture in Iran (Gorgan), 17-18 October. 2004. (In Persian with English abstract).
23- Girish N. and Umesha S. 2005. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on bacterial canker of tomato. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 38: 235-243.
24- Ghorbani R., Koocheki A., Asadi G.A. and Jahan M. 2008. Effect of organic amendments and compost extracts on tomato production and storability in ecological production systems. Iranian Journal of Field Crops Research, 6:

116-126. (In Persian with English abstract).
25- Griffe P., Metha S. and Shankar D. 2003. Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants (MADPs): Forward, Preface and Introduction, FAO.
26- Guler S. and Kar H. 2002. Response of field-grown tomatoes to nitrogen and potassium applied with drip or furrow irrigation. Acta Horticulturae, 571: 187-193.
27- Hamze Eu J. and Najari S. 2013. The possibility of reducing the use of nitrogen chemical fertilizers through the application of nitroxin biofertilizer in the production of anise. Iranian Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production, 23: 41-55. (In Persian with English abstract).
28- Harshavardhan P.G., Vasundhara Raviraja M., Shetty G., Nataraja A., Sreeramu B.S., Chandre Gowda M. and Sreenivasappa K.N. 2007. Influence of spacing and integrated nutrient management on yield and quality of essential oil in lemon balm (*Melissa officinalis* L). Biomed, 2: 288.
29- Jafari M. and Kashi A.K. 2000. Effect of different levels of nitrogen and plant density on quantity and quality characteristics of *Capsicum Anuum*. 2th Congress of Horticultural Science, September. 2000. Karaj, Iran. (In Persian with English abstract).
30- Jahan M., Koocheki A., Nassiri Mahallati M., and Dehghanipoor F. 2007. The effects of different manure levels and two branch management methods on organic production of *Cucurbita pepo* L. Iranian Journal of Field Crops Research, 5: 1-9. (In Persian with English abstract).
31- Jahan M., Nassiri Mahallati M., Salari M.D. and Ghorbani R. 2010. The effects of time of manure application and different biological fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of *Cucurbita pepo* L. Iranian Journal of Field Crops Research, 8: 726-737. (In Persian with English abstract).
32- Jahan M., Amiri M.B., Aghhavani Shajari M. and Tahami Zarandi M.K. 2013. Effect of cover crop and biofertilizers on quantitative and qualitative characteristics in Sesame (*Sesamum indicum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 8: 737-726. (In Persian with English abstract).
33- Kennedy I.R., Choudhury A.T.M.A., Kecskes M.L., Roughley R.J. and Hien N.T. 2004. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited? Soil Biology and Biochemistry, 36: 1229-1244.
34- Khattak M., MuhammadIshtlag N. and Naeem N. 2001. Effect of different levels of nitrogen on growth and yield of different cultivars of eggplant under the agro-climatic conditions of peshwar. Sarhad Journal of Agriculture.
35- Kuepper G. 2000. Manure for organic crop production. ATTRA, Fayetteville, AR72702. Available Online (July 2004): www.attra.org/attra-pub/manure.htm.
36- Kuepper G.L., Born H. and Bachmann J. 2003. Organic culture of bramble fruits. Horticulture production guides. http://www.attra.ncat.org.
37- Lebaschi M.H., Matin A. and Amin Gh. 2000. Effect of organic and chemical fertilizers on yield and oil of *Hypericum perforatum*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 31: 1-15. (In Persian with English abstract).
38- Leithy S., El-Meseiry T.A. and Abdallah E.F. 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on rosemary herbage oil yield and quality. Journal of Applied Sciences Research, 2: 773-779.
39- Mahfouz S.A. and Sharaf-Eldin M.A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Agrophysics Journal, 21: 361-366.
40- Mehnaz S. and Lazarovits G. 2006. Inoculation effects of *Pseudomonas putida, Gluconacetobacter azotocaptans,* and *Azospirillum lipoferum* on corn plant growth under greenhouse conditions. Microbial Ecology, 51: 326–335.
41- Mirzaee Talarposhti R., Kambozia J., Sabahi H. and Mahdavi Damghani A. 2009. Effect of organic fertilizers application on of soil physicochemical characteristics and production of tomato. Iranian Journal of Field Crops Research, 7: 257-268. (In Persian with English abstract).
42- Mostofi Y. and Najafi F. 2008. Laboratory and analytical methods in horticultural science. Tehran University Press. (In Persian with English abstract).
43- Paksoy M. and Aydin C. 2004. Some physical properties of edible squash (*Cucurbita pepo* L.) seeds. Journal of Food Engineering, 65: 225-231.
44- Posca G., Candido V., Lovelli S. and Miccolis V. 2001. Nitrogen and pepper. Journal of Horticultural Science and Biotechnology (abstract), 71(9): 1081.
45- Poudel D.D., Hoawath W.R., Lanini W.T., Temple S.R. and. Van Bruggen A.H.C. 2002. Comparison of soil N availability and conventional farming systems in northern California. Agriculture, Ecosystems and Environment, 90:125-137.
46- Rajendran K. and Devaraj P. 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of Casuarina equisetifolia inoculated with biofertilizers in farm land. Biomass and Bioenergy, 26: 235-249.
47- 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. Microbiol Research, 156: 145-149.
48- Salehi M., Koocheki A. and Nassiri Mahallati M. 2004. Leaf nitrogen and chlorophyll content as an indicator of

salinity stress in wheat. Iranian Journal of Field Crops Research, 2: 25-33. (In Persian with English abstract).
49- Salehi B., Bagherzade A., Ghasemi M. and Ebrahimi M. 2013. Effect of different amounts of organic fertilizers (humic acid) on quantity and quality characteristics of different varieties of tomato. Iranian Journal of Plant production Research, 20: 189-198. (In Persian with English abstract).
50- Siddiqui Z.A. 2004. Effects of plant growth promoting bacteria and composed organic fertilizers on the reproduction of Meloidogyne incognita and tomato growth. Bioresource Technology, 95: 223–227.
51- Tabrizi L. 2004. Effect of water stress and manure on quantity and quality of *Plantage ovate* and *Plantago psyllium*. MSc thesis of Agronomy, Faculty of agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English abstract).
52- Tu C., Ristaino J.B. and Hu S. 2006. Soil microbial biomass and activity in organic tomato farming systems: Effects of organic inputs and straw mulching. Soil Biology and Biochemistry, 38: 247-255.
53- Tumbare A.D. and Nikam D.R. 2004. Effect of planting and fertigation on growth and yield of green chilli (*Capsicum annum*). Indian Journal of Agricultural Sciences, 74: 242-245.
54- Vessey J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil, 255: 571–586.
55- Yazdani R. 2009. Investigating the effects of seed priming using Azotobacter, manure, organic and chemical fertilizer on quantitative and qualitative characteristics of milk thistle (*Silybum marianum*). MSc thesis of Agronomy, Faculty of agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English abstract).
56- Yousefpour M., Chaichi M.R., Mazaheri D., Fakhretabatabaeii M. and Jafari A. 2007. Effect of different soil fertilizing systems on seed and mucilage yield and seed P content of isabgol (*Plantago ovata forsk*). Asian Journal of Plant Sciences, 6: 1088-1099.
57- Yousefpour Z. and Badavi A. 2014. Effect of biofertilizers, nitrogen and phosphorous chemical fertilizers on quantity and quality yield of *Helianthus annuus*. Iranian Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production, 1: 95-112. (In Persian with English abstract).

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص.۲۳۹-۲۳۲
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 232-239
ISSN: 2008 - 4730

اثر هرس سبز بر عملکرد و کیفیت میوه در بوته‌های خزندهٔ انگور رقم کشمشی در شرایط اقلیمی شیروان

فاطمه صادقیان[1*]- اسماعیل سیفی[2]- علی دادار دادار[3]- مهدی علیزاده[4]- مهدی شریفانی[5]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۰۲

چکیده

هرس سبز یا تابستانه مکمل هرس زمستانه است و در فصل رشد انجام می‌گیرد. به منظور بررسی اثر هرس سبز در زمان‌های مختلف بر صفات کمی و کیفی میوه‌ی انگور رقم کشمشی، آزمایشی با آرایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل زمان هرس سبز (تمام‌گل، دو هفته پس از تمام‌گل و زمان آبگیری حبه) و شدت هرس سبز (شاهد یا بدون هرس و هرس بعد از دو، چهار و شش گره بالاتر از آخرین خوشه) بودند و در سه تکرار و در هر تکرار شش بوته اعمال شدند. صفات کمی و کیفی، از جمله وزن خوشه، وزن حبه، طول و عرض خوشه، طول و عرض حبه، تعداد خوشه و حبه، عملکرد بوته، سطح برگ، مواد جامد محلول، اسیدیته‌ی کل، پی.اچ، رنگ و آفتاب‌سوختگی حبه و تعداد شاتبری، مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اکثر تیمارها بر صفات کمی و کیفی میوه تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد داشتند. هرس شش‌گره‌ای در زمان آبگیری حبه بر عملکرد بوته نسبت به سایر تیمارها تاثیر مثبت داشت و سبب بهبود کیفیت میوه نسبت به شاهد شد. هرس دو و چهارگره‌ای در زمان تمام‌گل سبب کاهش اجزای عملکرد و افزایش مواد جامد محلول، پی.اچ و بهبود رنگ حبه شدند.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته‌ی کل، تمام‌گل، صفات کمی و کیفی، مواد جامد محلول، هرس تابستانه

مقدمه

شاخه‌های یک‌ساله‌ی انگور همه ساله نیاز به هرس دارند و شدت هرس با توجه به قدرت رشد بوته و نوع رقم متفاوت است. محصول بیش از حد و سایه‌اندازی ممکن است موجب کاهش میزان کربوهیدرات‌ها در بوته‌ی مو گردد. سایه‌اندازی همچنین می‌تواند آثار منفی زیادی بر باروری در فصل جاری داشته باشد. نوک شاخه‌های در حال رشد، محل مصرف قوی مواد غذایی حاصل از فتوسنتز هستند و با خوشه‌ها رقابت می‌کنند (۵). به این دلایل، برای افزایش کمیت و کیفیت محصول بوته‌های انگور در طی فصل رشد هرس سبز انجام می‌شود (۹).

کاووسی و همکاران (۱۰) تأثیر تنک خوشه و شدت‌های مختلف سربرداری شاخه‌های بارور را بر عملکرد و بهبود کیفیت میوه‌ی انگور رقم عسکری مورد بررسی قرار دادند. تیمار سربرداری به طور معنی‌داری موجب افزایش درصد مواد جامد محلول، نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته‌ی کل، پی.اچ آب‌میوه و کاهش میزان اسیدیته‌ی کل گردید. در این گزارش، به منظور افزایش ویژگی‌های کیفی و دستیابی به عملکرد متعادل انگور رقم عسگری در منطقه‌ی سردسیر یاسوج تیمار تنک خوشه توام با سربرداری شاخه توصیه گردید. در یک مطالعه‌ی دیگر، عمل سربرداری در موقعیت‌های دوازدهمین و شانزدهمین برگ روی شاخه‌ی مو رقم پوینت نویر در سه زمان مختلف (۴، ۱۲ و ۲۳ جولای) انجام گرفت. نتایج نشان داد که سطح کل برگ در حالت سربرداری و شاهد مشابه بود، زیرا شاخه‌های جانبی در صورت سربرداری دارای برگ‌های بزرگ بودند (۱۳). بر اساس نتایج موجود (۹)، هرس سبز شاخه‌های انگور از بالای گره‌ی پنجم بعد از آخرین خوشه تاثیر زیادی در افزایش کمیت و کیفیت محصول انگور دارد. در مناطق خنک، حذف شاخه‌های جانبی موجب نفوذ نور کافی به داخل تاج و تهویه‌ی بهتر بوته‌های انگور، به ویژه در روش خوابیده یا خزنده، شده و به افزایش کیفیت خوشه‌ها می‌انجامد (۹).

در بیشتر نواحی انگورخیز ایران، سرشاخه‌ها را در اوایل دوره‌ی گلدهی قطع می‌کنند. با این عمل، از رشد طولی ساقه جلوگیری شده و مواد غذایی که باید صرف رشد رویشی گردند موقتاً به گل‌ها تغییر

۱، ۲، ۴ و ۵- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، استادیاران و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*-نویسنده مسئول: Email: fatemehsadeghian60@yahoo.com)
۳- عضو هیأت علمی گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان

مسیر داده و از ریزش آن‌ها جلوگیری می‌کنند. شایان ذکر است که واکنش ارقام مختلف در برابر سربرداری شاخه‌ها یکسان نیست، به طوری که سربرداری در برخی از ارقام باعث ازدیاد محصول می‌شود و در پاره‌ای دیگر اثر چندانی ندارد (۶ و ۲۰). لذا لزوم انجام آزمایش بر روی ارقام مختلف آشکار است.

این پژوهش به منظور بررسی اثر هرس سبز با شدت‌های مختلف و در زمان‌های گوناگون بر صفات کمی و کیفی میوه‌ی انگور رقم کشمشی با تربیت خزنده و در شرایط اقلیمی شیروان واقع در استان خراسان شمالی انجام شد. بوته‌های انگور رقم کشمشی در خراسان شمالی به دلیل زمستان‌های سرد و یخبندان‌های شدید به روش خزنده (روش سنتی) تربیت می‌شوند. در این بوته‌ها، خوشه‌ها به دلیل عدم دریافت نور کافی کیفیت پایینی دارند. در رابطه با اثر هرس سبز بر کمیت و کیفیت محصول، تحقیقات کمی در بوته‌های انگور با تربیت خزنده صورت گرفته است (۲۱) و بیشتر تحقیقات در سایر روش‌های تربیت انگور می‌باشند (۱۰، ۵، ۱۱ و ۱۴). رقم کشمشی از ارقام ارزشمند دومنظوره است که هم برای تازه‌خوری و هم برای تهیه‌ی کشمش به کار می‌رود و در استان خراسان شمالی و استان‌های هم‌جوار دارای کشت وسیع می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک تاکستان از رقم کشمشی در ۲۰ کیلومتری شهرستان شیروان واقع در استان خراسان شمالی انجام گردید. باغ مورد آزمایش دارای بوته‌های بالغ، سالم و پرمحصول بود و اعمال باغبانی، از جمله آبیاری، کوددهی، هرس زمستانه و مبارزه با علف‌های هرز، در آن به طور منظم انجام می‌گرفت. بوته‌ها به شکل خزنده تربیت شده بودند، از نظر سن و قدرت رشد یکنواخت بودند و با فاصله‌ی ۳×۳ متر کشت شده بودند. آزمایش بر اساس طرح آماری فاکتوریل بر مبنای بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. فاکتور اول زمان هرس سبز بود و در سه مرحله، شامل تمام‌گل (حدود ۱۵ خرداد)، دو هفته پس از تمام‌گل و زمان آبگیری یا رنگ‌گیری حبه (۱۵ مرداد) انجام شد. فاکتور دوم شدت هرس بود و در چهار سطح، شامل شاهد (بدون اعمال هرس)، هرس دوگره‌ای، هرس چهارگره‌ای و هرس شش‌گره‌ای، اجرا گردید. به عبارت دیگر، شاخه‌ها بعد از دو، چهار و شش گره بالاتر از آخرین خوشه سربرداری شدند. بدین ترتیب، ۱۲ تیمار در ۳ تکرار اعمال شدند و در هر تکرار ۶ بوته و در مجموع ۲۱۶ بوته تحت تیمار قرار گرفتند.

در طی فصل رشد، کلیه‌ی مراقبت‌ها، شامل آبیاری، کوددهی و غیره، به طور یکنواخت انجام شد. نمونه‌برداری در اواخر فصل رشد، همزمان با برداشت محصول در منطقه (اواخر شهریور)، از چهار بوته‌ی وسط انجام گرفت و بوته‌های کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند. از هر بوته پنج خوشه برداشت گردید. خوشه‌های هر تیمار به طور جداگانه در کیسه‌های پلاستیکی به آزمایشگاه منتقل شدند و تا زمان اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی در دمای ۵ درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شدند. صفات مورد بررسی شامل صفات کمی و کیفی از جمله وزن خوشه، وزن حبه، طول و عرض خوشه، طول و عرض حبه، تعداد خوشه و حبه، عملکرد بوته، سطح برگ، مواد جامد محلول، اسیدیته‌ی کل، پی.اچ، رنگ و آفتاب‌سوختگی حبه و تعداد شات‌بری بودند.

برای آبگیری حبه از دستگاه آب میوه‌گیری دستی فشاری استفاده شد. سپس آب‌میوه، با کاغذ صافی یکنواخت و صاف گردید. به‌منظور اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفراکتومتر دستی[1] ساخت ژاپن استفاده شد. بدین نحو که یک قطره از آب میوه روی صفحه‌ی مخصوص دستگاه مزبور ریخته و عدد مربوط به درصد مواد جامد محلول در هر تیمار قرائت گردید. تعداد خوشه‌ها از طریق شمارش آن ها در اواخر خرداد ماه تعیین گردید. تعداد حبه نیز از طریق تقسیم میانگین وزن خوشه بر میانگین وزن حبه محاسبه شد (۱۵). عملکرد بوته از ضرب تعداد خوشه در میانگین وزن خوشه محاسبه گردید (۱۰). برای اندازه‌گیری سطح برگ، دو هفته قبل از برداشت محصول (اواسط شهریور)، پنج برگ از هر بوته به طور تصادفی و از شاخه‌های مختلف نمونه‌برداری شد و توسط دستگاه سنجش سطح برگ مورد مطالعه قرار گرفت (۱۴). برای اندازه‌گیری مقدار اسیدیته‌ی کل از روش تیتراسیون استفاده شد (۱۰). برای تعیین رنگ از سه کد ۱ (زرد)، ۲ (زرد مایل به سبز) و ۳ (سبز) استفاده شد و درجه‌ی رنگ حبه مشخص گردید. درصد آفتاب‌سوختگی حبه با توجه به تعداد حبه‌های آفتاب‌سوخته و تعداد کل حبه‌ها محاسبه شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SAS (ویرایش ۹.۱) انجام شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵٪ مقایسه شدند. در صفاتی که اثر متقابل شدت هرس و زمان هرس معنی‌دار شده بود مقایسه‌ی میانگین‌ها با برش‌دهی اثرات متقابل صورت گرفت (جدول ۲)، ولی در سایر صفات اثرات مستقیم تیمارها در نظر گرفته شد (جدول ۳).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه‌ی واریانس نشان داد که تیمارهای مختلف بر اکثر صفات مورد مطالعه تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد داشتند (جدول ۱). تیمارها به صورت انفرادی و ترکیبی اثرات متفاوتی بر صفات مورد مطالعه نشان دادند. شدت هرس فاقد اثر معنی‌دار بر عرض حبه، تعداد خوشه و تعداد حبه بود، ولی بر میزان

1- Hand referctometer

مواد جامد محلول در سطح احتمال ۵ درصد و بر سایرصفات در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی‌دار داشت. همچنین، اثر زمان هرس بر اکثر صفات در سطح احتمال ۱ درصد و بر وزن خوشه، پی.اچ و رنگ حبه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود، اما اثر آن بر تعداد خوشه، مواد جامد محلول و اسیدیته معنی‌دار نبود. نتایج همچنین نشان داد که اثر متقابل تیمارها بر طول خوشه، عرض خوشه، طول حبه، وزن خوشه، وزن حبه، تعداد حبه، تعداد شاتبری، سطح برگ و پی.اچ در سطح احتمال ۱ درصد و بر مواد جامد محلول و رنگ حبه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود، ولی بر عرض حبه، تعداد خوشه، عملکرد بوته، اسیدیته‌ی کل و آفتاب‌سوختگی حبه فاقد اثر معنی‌دار بود.

نتایج حاصل از این مطالعه (جدول ۲) نشان داد که هرس شش‌گره‌ای در زمان آبگیری حبه سبب افزایش اکثر صفات گردید و هرس سبز شدید و زودهنگام (حذف شاخه از دو گره و چهار گره بالاتر از آخرین خوشه در زمان تمام‌گل) بر اکثر صفات تاثیر کاهشی داشت. هرس شش‌گره‌ای در زمان آبگیری حبه سبب افزایش طول خوشه (۳۱/۴۷ سانتی‌متر)، عرض خوشه (۱۲/۹۸سانتی‌متر)، طول حبه (۱۶/۸۰ میلی‌متر)، وزن خوشه (۳۴۴/۳۳ گرم)، وزن حبه (۱/۸۵ گرم)، تعداد حبه در خوشه (۲۳۳/۵۳) و سطح برگ (۱۹۳/۲۰ سانتی‌متر مربع) نسبت به سایر تیمارهای شدت و زمان هرس گردید، هرچند با برخی دیگر از تیمارها اختلاف معنی‌دار نداشت. در مقابل، هرس شدید (دوگره‌ای و چهارگره‌ای) در زمان تمام‌گل سبب کاهش این صفات گردید، هرچند در این مورد نیز با برخی دیگر از تیمارها اختلاف معنی‌دار دیده نشد. در تمام صفات فوق‌الذکر (غیر از عرض خوشه و طول حبه) بین هرس شش‌گره‌ای در زمان آبگیری حبه و شاهد اختلاف معنی‌داری دیده نشد. در مقابل، هرس شش‌گره‌ای در زمان آبگیری حبه باعث کاهش تعداد شاتبری در خوشه (۱/۸۸) نسبت به هرس شدید (دوگره‌ای و چهارگره‌ای) در زمان تمام‌گل (به ترتیب ۱۶/۲۰ و ۲۲/۰۰) گردید، ولی نسبت به شاهد تغییری دیده نشد. نتایج همچنین نشان داد که هرس دو و شش‌گره‌ای در زمان آبگیری حبه و هرس چهارگره‌ای در زمان تمام‌گل باعث افزایش درصد مواد جامد محلول نسبت به شاهد گردید. از نظر پی.اچ نیز، هرس شش‌گره‌ای در زمان آبگیری حبه و هرس دو، چهار و شش‌گره‌ای در زمان تمام‌گل پی.اچ حبه‌ها را نسبت به شاهد افزایش داد. از نظر رنگ حبه‌ها، تمام تیمارها به غیر از هرس چهارگره‌ای دو هفته پس از تمام‌گل و هرس دوگره‌ای در زمان آبگیری حبه باعث کاهش شاخص رنگ سبز و به عبارت دیگر باعث زردتر شدن حبه‌ها نسبت به شاهد شدند.

جدول ۱- نتایج تجزیهٔ واریانس اثر هرس سبز بر صفات خوشه و حبه در انگور رقم کشمشی

Table 1- The effect of green pruning on berry and cluster attributes in grapevine cultivar *Keshmeshi*

	میانگین مربعات Means of squares					
	شدت هرس Severity	زمان هرس Time	شدت × زمان Severity ×Time	بلوک Block	خطا Error	ضریب تغییرات CV
طول خوشه (Cluster length)	397.75**	1073.76**	186.28**	44.75ns	17.10	16.18
عرض خوشه (Cluster width)	65.44**	20.67**	20.47**	0.991ns	3.16	16.50
طول حبه(Berry length)	24.22**	23.48**	7.42**	3.12ns	1.83	9.11
عرض حبه (Berry width)	3.40ns	9.70**	2.32ns	3.27ns	1.85	10.99
وزن خوشه (Cluster weight)	19389.52**	6441.72*	6989.46**	833.82ns	202.02	17.17
وزن حبه (Berry weight)	11.56**	6.77**	1.52**	0.024ns	0.088	19.53
تعداد خوشه (Cluster number)	32.92ns	63.20ns	59.92ns	131.34ns	56.38	3.82
تعداد حبه (Berry number)	1123.57ns	5024.70**	2657.26**	940.70ns	690.90	15.62
تعداد شاتبری (Shotberry number)	765.98**	1521.86**	985.13**	30.03ns	62.92	83.64
عملکرد بوته (Yield)	480.41**	629.38**	231.66ns	0.164ns	64.42	8.26
سطح برگ (Leaf area)	32439.9**	134386.1**	14134.9**	568.77ns	28.17	18.49
مواد جامد محلول(TSS)	7.55*	1.16ns	2.11*	1.24ns	1.70	5.38
اسیدیته (TA)	0.023**	0.001ns	0.004ns	0.001ns	0.0038	22.31
پی.اچ(pH)	0.16**	0.047*	0.04*	0.026ns	0.011	3.04
رنگ حبه (Berry color)	3.43**	0.75*	0.60*	1.14ns	0.21	26.02
آفتاب‌سوختگی حبه (Sun scald)	96.91**	175.21**	42.43ns	8.6ns	17.94	70.68
درجه‌ی آزادی (df)	3	2	6	2	22	

ns، * و** به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ را نشان می‌دهند.

*, **, ns: significant at $p < 0.05$, $p < 0.01$ and not significant, respectively.

اولین مرحله از رشد حبه‌ها بلافاصله پس از میوه‌بندی رخ می‌دهد. در این مرحله، حبه‌ها به سرعت از نظر اندازه و توده افزایش می‌یابند (۲). در این آزمایش، کاهش سطح برگ ناشی از هرس دو و چهارگره‌ای در هر سه زمان (تمام‌گل، دو هفته پس از تمام‌گل و آبگیری حبه) سبب کاهش نسبی اکثر صفات مربوط به اجزاء عملکرد، شامل طول و عرض خوشه، طول حبه، وزن خوشه و حبه و تعداد حبه در خوشه، نسبت به شاهد و هرس‌های شش‌گره‌ای شد. در مقابل، این هرس‌ها در زمان تمام‌گل سبب افزایش تعداد شاتبری در خوشه نسبت به شاهد و هرس‌های شش‌گره‌ای گردیدند. این آثار ممکن است به دلیل کاهش سطح برگ و در نتیجه کاهش مواد غذایی باشد. به علاوه، کاهش سطح برگ ممکن است به کاهش تولید هورمون‌های رشد گیاه بیانجامد.

باوون و کلیور (۳) اظهار نمود که کاهش وزن حبه در اثر حذف برگ‌ها در رقم انگور سلطانی می‌تواند به دلیل کاهش سطح برگ‌ها و در نتیجه کاهش فتوسنتز و هورمون‌های رشد باشد. آن‌ها نتیجه‌گیری کردند که این هورمون‌ها احتمالاً در رشد حبه‌ها دخیل هستند. هانتر و ویسر (۸) گزارش نمودند که حذف ۶۶ درصد از برگ‌ها در مرحله‌ی نخودی (زمانی که حبه‌ها به اندازه‌ی نخود هستند) و در شروع تغییر رنگ روی عملکرد و وزن حبه تاثیر معنی‌داری داشته است و وزن حبه در تیمارهایی که برگ‌ها در سطح شدید و زود هنگام حذف شده بودند به شدت کاهش یافت. همچنین، سائور (۱۶) اظهار نمود که هرس سبز اغلب سبب کاهش معنی‌دار در اندازه‌ی میوه می‌گردد. با این وجود، این تاثیر ممکن است به زمان هرس، شدت آن و نوع رقم وابسته باشد. این نتایج با نتایج حاصل از آزمایش حاضر تطابق دارد که در آن در بوته‌های تحت هرس شدید دوگره‌ای،کاهش میزان برگ‌ها در زمان تمام‌گل و دو هفته پس از آن سبب تشدید رقابت میان قسمت‌های مختلف بوته در جذب مواد غذایی گردید و در نتیجه وزن خوشه و وزن حبه کاهش یافت. در مقابل کاووسی و همکاران (۱۰) گزارش نمودند که در رقم عسکری شدت‌های مختلف سربرداری بر وزن خوشه و عملکرد بوته تاثیر معنی‌داری نداشته است. در پژوهشی دیگر، اثر تنک شاخه در سطوح صفر، ۳۰ و ۶۰ درصد یک هفته قبل از گلدهی بر عملکرد، رشد رویشی و صفات کمی انگور ارقام آماسیا و کاردینال مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد تنک شاخه در این زمان سبب کاهش عملکرد بوته و در مقابل سبب بهبود کیفیت میوه (افزایش مواد جامد محلول) می‌گردد (۵). نتایج تحقیقات کوبلت (۱۳) نشان داد که کل سطح برگ در حالت سربرداری (هرس سبز) و شاهد مشابه بود، زیرا شاخه‌های جانبی در حالت سربرداری دارای برگ‌های بزرگ بودند.

نتایج این مطالعه نشان داد که اعمال هرس سبز در اغلب شدت‌ها و زمان‌ها سبب افزایش مواد جامد محلول و بهبود رنگ حبه (کاهش شاخص رنگ سبز و در نتیجه زردتر شدن رنگ حبه) نسبت به شاهد شد. این موضوع می‌تواند به دلیل افزایش نفوذ نور به درون تاج بوته‌ها به دنبال هرس سبز باشد. به طور مشابه، آرچر و استراتوس (۱) اظهار نمودند که ترکیبات میوه تحت تاثیر میکروکلیمای درون تاج قرار می‌گیرد و در شرایط سایه کیفیت میوه در انگور به شدت کاهش می‌یابد. در واقع، با افزایش نفوذ نور به داخل بوته‌ی انگور، کیفیت میوه از طریق افزایش درصد قند میوه بهبود می‌یابد (۴ و ۸). نتایج تحقیقات کلیور و آنتکلیف (۱۲) نشان داد که قرار گرفتن حبه‌ها در معرض نور کم، سبب کاهش نمو آن‌ها در انگور می‌گردد. رشد رویشی بیش از حد بوته‌ی مو با تراکم تاج و نامرغوبی میوه در ارتباط است. هر برگ انگور ۸۰ تا ۹۰ درصد نور با طول موج فعال (از نظر فتوسنتز) را جذب می‌کند. بعد از این که تاج مو از چندین لایه برگ تشکیل شد، برگ‌های داخلی به ندرت نور مناسب برای فتوسنتز را دریافت خواهند کرد، زیرا شدت نور دریافتی فقط ۱۰ تا ۲۰ درصد نور معمولی خورشید خواهد بود (۲).

جدول ۳ اثر مستقیم شدت و زمان هرس سبز را در صفاتی نشان می‌دهد که اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نشده است. با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، شدت هرس بر عملکرد بوته، اسیدیته‌ی کل و درصد آفتاب‌سوختگی حبه اثر معنی‌داری داشت، ولی اثر آن بر عرض حبه و تعداد خوشه معنی‌دار نبود (جدول ۳). هرس شش‌گره‌ای در مقایسه با هرس دو و چهارگره‌ای سبب افزایش معنی‌دار عملکرد بوته شد، اما بین هرس شش‌گره‌ای با شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین میزان اسیدیته‌ی کل مربوط به شاهد (۰/۵۶۹ میلی-گرم در لیتر) بود. همچنین، کمترین درصد آفتاب‌سوختگی حبه مربوط به شاهد (۱/۶۴ درصد) و بیشترین آن مربوط به هرس دوگره‌ای (۹/۴۴ درصد) بود. بر اساس نتایج به دست آمده، زمان انجام هرس بر عرض حبه، عملکرد بوته و درصد آفتاب‌سوختگی حبه اثر معنی‌دار داشت. بوته‌های هرس شده در زمان آبگیری حبه بیشترین عملکرد بوته (۴۰/۱۵ کیلوگرم) و کمترین آفتاب‌سوختگی حبه (۱/۶۴ درصد) را نشان دادند. زمان انجام هرس سبز بر تعداد خوشه و اسیدیته‌ی کل فاقد اثر معنی‌دار بود.

کاهش سطح برگ در اثر هرس تابستانه، سبب کاهش میزان کربوهیدرات‌ها و افزایش نفوذ نور به داخل تاج می‌شود (۱۶). کاهش عملکرد بوته در هرس شدید (دو و چهارگره‌ای) ممکن است به دلیل کاهش میزان سطح برگ و در نتیجه کاهش میزان مواد غذایی باشد. همچنین، این عامل سبب افزایش میزان نفوذ نور به داخل تاج شده و درصد آفتاب‌سوختگی حبه را افزایش داده است. اسمارت و همکاران (۱۸) تاثیر شدت نور در رشد حبه رقم کابرنت ساویگنون را مورد بررسی قرار دادند.

جدول ۲- اثر شدت و زمان هرس سبز بر صفات خوشه و حبه‌ی انگور رقم کشمشی (برش‌دهی اثرات متقابل)

Table 2- The effect of severity and time of green pruning on cluster and berry in grapevine cultivar *Keshmeshi* (reciprocal effects)

شدت و زمان هرس time and severity of pruning	طول خوشه Cluster length (cm)	عرض خوشه Cluster width (cm)	طول حبه Berry length (mm)	وزن خوشه/بوته Cluster number/vine (gr)	وزن حبه Berry weight(gr)	تعداد حبه/ خوشه Berry number/cluster	تعداد شات‌بری/خوشه Shotberry number /cluster	سطح برگ Leaf area (cm^2)	مواد جامد محلول TSS (%)	pH	رنگ حبه[1] Berry color
	P<0.001	*P*=0.002	*P*<0.001	*P*=0.013	*P*<0.001	*P*=0.009	*P*<0.001	*P*<0.001	*P*=0.029	*P*=0.007	*P*=0.038
(Control)شاهد	29.58ab	10.53cd	15.00bc	332.60ab	1.80a	198.27a	7.40df	158.80ab	21.78b	3.05cd	2.66a
دوگره‌ای × تمام‌گل 2 nodes × Full bloom	21.84e	10.43.cd	14.80.bc	188.69d	1.28d	118.73c	16.20b	79.86a	24.66ab	3.22a	1.00d
چهارگره‌ای × تمام‌گل 4 nodes × Full bloom	20.19e	9.20d	14.30bc	200.91d	1.30cd	160.72abc	22.00a	84.31de	25.51a	3.16ab	1.00d
شش‌گره‌ای × تمام‌گل 6 nodes × Full bloom	21.65e	11.17bc	14.90bc	314.33abc	1.69abc	160.30abc	4.40ef	140.60abc	24.18ab	3.12bc	1.33cd
دوگره‌ای × دو هفته پس از تمام‌گل 2 nodes × Full bloom (+2 w)	21.64e	10.58cd	14.10c	194.43d	1.39cd	156.22bc	13.80bc	79.15e	24.66ab	3.12bc	1.ood
چهارگره‌ای ×دو هفته پس از تمام‌گل 4 nodes × Full bloom (+2 w)	23.54de	10.67cd	14.08c	265.3abcd	1.69abc	160.20abc	5.87ef	96.57cd	23.43ab	3.11bc	2.00abc
شش‌گره‌ای × دو هفته پس از تمام‌گل 6 nodes × Full bloom (+2 w)	29.17ab	12.73ab	15.32b	191.29d	1.45bcd	209.17ab	3.63ef	131.23bcde	24.64ab	3.10bc	1.33cd
دوگره‌ای × آبگیری حبه 2 nodes × Verasion stage	25.68cd	10.16.cd	14.90bc	252.51bcd	1.68abc	156.22bc	3.70ef	172.86ab	25.59a	3.13bc	2.33ab
چهارگره‌ای × آبگیری حبه 4 nodes × Verasion stage	28.76ab	11.56abc	14.32bc	294.10abc	1.56abcd	157.22bc	3.03ef	125.69bcde	23.87ab	3.03d	1.66bcd
شش‌گره‌ای × آبگیری حبه 6 nodes × Verasion stage	31.47a	12.98a	16.80a	344.33a	1.85a	233.53a	1.88f	193.20a	25.22a	3.14ab	1.33cd

[1] ۱ (زرد)، ۲ (زرد مایل به سبز) و ۳ (سبز). در هر ستون، اعدادی که با حروف یکسان مشخص شده‌اند فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

[1] 1(yellow), 2 (between yellow and green) and 3 (green) .Values within each column followed by the same letter are not significantly different.

نتایج نشان داد که شدت نور بر رشد حبه، تجمع قند و اسیدیته‌ی کل موثر می‌باشد. افزایش نفوذ نور در اثر کاهش سطح برگ می‌تواند دلیل کاهش میزان اسیدیته‌ی کل در بوته‌های هرس شده نسبت به شاهد باشد (۲). نتایج چندین مطالعه (۲، ۱۵ و ۱۸) با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد، اما تحقیقات دیگری هم بوده‌اند که در آنها هرس سبز اثر معنی‌داری بر میزان اسیدیته‌ی کل نداشته است (۱۶) یا سبب افزایش میزان اسیدیته‌ی کل شده است (۱۶ بر اساس گزارش ۱۹). حذف دیرهنگام برگ‌ها در محدوده‌ی خوشه به منظور تسریع در رنگ‌گیری حبه‌ها، کاهش اسیدیته و کاهش پوسیدگی حبه‌ها مطلوب گزارش شده است، به همین دلیل باید از حذف زود هنگام برگ‌ها جلوگیری نمود (۶).

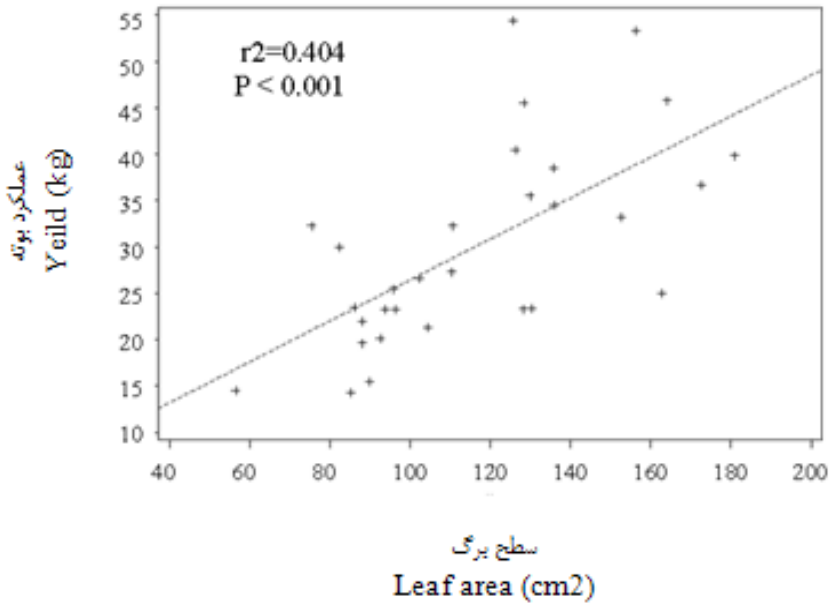
جدول ۳- مقایسه‌ی میانگین اثر شدت و زمان هرس سبز بر صفاتی که اثر متقابل آن معنی‌دار نشده است

Table 1-The effect of green pruning levels and time on attributes that not have significant reciprocal effect

	عرض حبه Berry width (mm)	تعداد خوشه در بوته Cluster number	عملکرد بوته Yield (Kg)	اسیدیته کل Total acidity (mg/l)	آفتاب‌سوختگی حبه Sun scald (%)
شدت هرس (Severity of pruning)	*P* = 0.122	*P*= 0.631	*P* = 0.001	*P*= 0.004	*P* =0.006
شاهد (Control)	12.59	34.44	42.44a	0.569a	1.64d
دوگره‌ای (2 node)	12.5	29.66	26.16b	0.412b	9.44a
چهارگره‌ای (4 node)	12.03	30.75	27.87b	0.460b	7.13b
شش‌گره‌ای (6 node)	12.58	34.78	32.20ab	0.455b	5.73c
زمان هرس (Time of pruning)	*P* =0.005	*P* = 0.346	*P* = 0.009	*P* = 0.194	*P* = 0.009
تمام‌گل (Full bloom)	12.59a	30.77	27.58b	0.440	7.71a
دو هفته پس از تمام‌گل (Full bloom + 2w)	12.04b	29.25	28.40b	0.430	8.65a
آبگیری حبه (Verasion stage)	12.53a	34.13	40.15a	0.471	1.64b

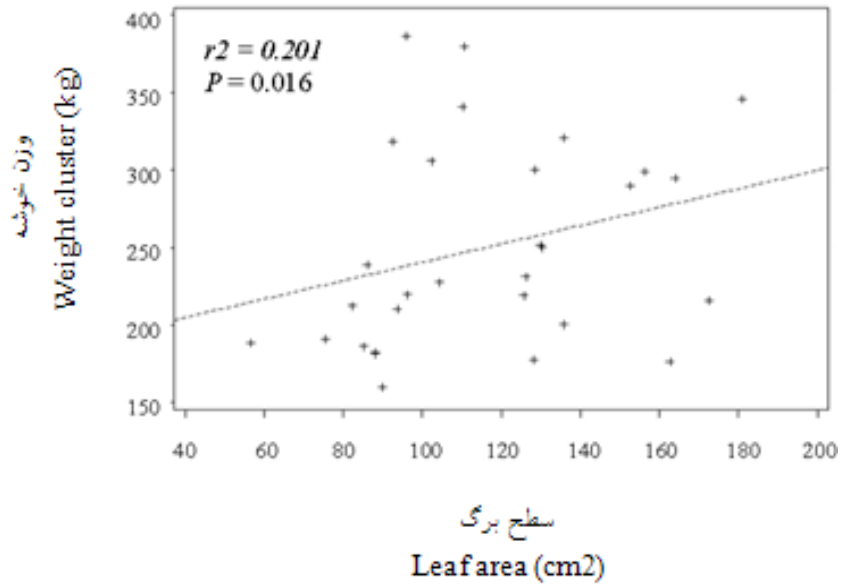
در هر ستون، اعدادی که با حروف یکسان مشخص شده‌اند فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

Values within each column followed by the same letter are not significantly different.



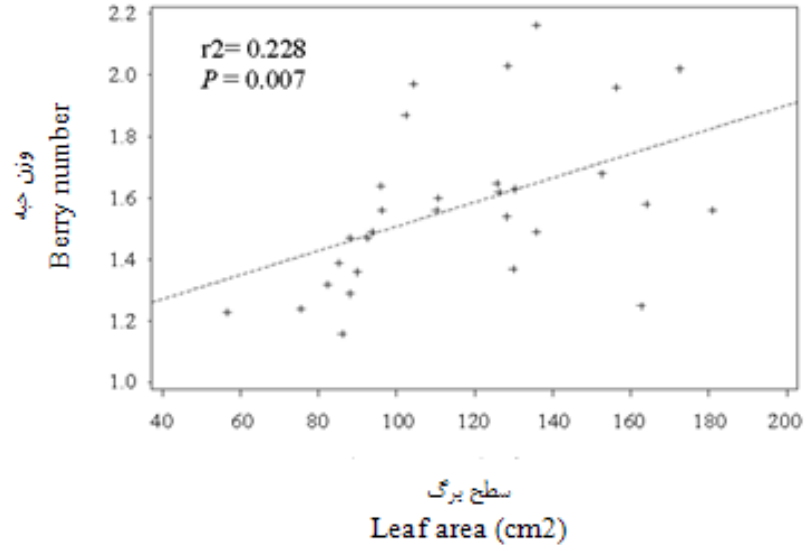
شکل ۱- رابطه‌ی بین سطح برگ و عملکرد بوته بعد از هرس سبز انگور رقم کشمشی

Figure 1- Relationship between leaf area and grapevine cv. *Keshmeshi* yield after green pruning



شکل ۲- رابطه‌ی بین سطح برگ و وزن خوشه انگور رقم کشمشی بعد از هرس سبز

Figure 2- Relationship between leaf area and cluster weight of grapevine cv. *Keshmeshi* after green pruning



شکل ۳- رابطه‌ی بین سطح برگ و وزن حبه انگور رقم کشمشی بعد از هرس سبز

Figure 3- Relationship between leaf area and berry weight of grapevine cv.*Keshmeshi* after green pruning

نتایج این مطالعه نشان داد که بین سطح برگ با عملکرد بوته (شکل ۱)، وزن خوشه (شکل ۲) و وزن حبه (شکل ۳) همبستگی مثبت و معنی‌دار (به ترتیب $P<$ ۰/۰۰۱، $P =$ ۰/۰۱۶ و $P =$ ۰/۰۰۷) وجود دارد، به عبارت دیگر با افزایش سطح برگ عملکرد بوته، وزن خوشه و وزن حبه افزایش می‌یابد. در انگور، به ازای هر۱ گرم میوه، ۷ تا ۱۰ سانتی‌متر مربع برگ نیاز است و اگر سطح برگ کمتر باشد، وزن حبه و سطح مواد جامد محلول کاهش یافته و همچنین مدت زمان بلوغ افزایش می‌یابد (۱۱).

افزایش سطح برگ ممکن است میزان کربوهیدرات‌ها را برای رشد حبه‌ها بیشتر کند. با انجام هرس سبز، خوشه‌هایی که در معرض نور خورشید قرار گرفتند دارای اسید مالیک کمتر و قند بیشتری بودند و همچنین پوسیدگی و بیماری کمتری داشتند (۶). واکنش ارقام به سربرداری یکسان نیست، به طوری که سربرداری در برخی از ارقام باعث ازدیاد محصول می‌شود و در پاره‌ای دیگر اثر چندانی ندارد (۶ و ۲۰).

به نظر می‌رسد که کاهش میزان سطح برگ با کاهش اجزای عملکرد رابطه مستقیم دارد و همچنین افزایش کیفیت آب میوه تحت تاثیر میزان نور خورشید است. با توجه به تربیت خزنده‌ی بوته‌های

انگور رقم کشمشی و رشد رویشی زیاد، سایه‌اندازی بر روی خوشه‌ها زیاد شده و کیفیت میوه کاهش می‌یابد. در نتیجه، با انجام سربرداری نفوذ نور به داخل تاج افزایش یافته و بر کیفیت میوه افزوده می‌شود. در هرس سبز، قسمت‌های انتهایی شاخه که به عنوان محل مصرف عمل کرده و در واقع نقش چشمگیری در فتوسنتز ندارند، حذف شده و مواد غذایی به طور متعادل بین خوشه‌ها تقسیم می‌شود. شدت هرس و سربرداری باید طوری باشد که از کاهش شدید عملکرد بوته ممانعت به‌عمل آید. بر اساس نتایج به دست آمده، در انگور رقم کشمشی، هرس در زمان آبگیری حبه نسبت به هرس در زمان تمام‌گل و دو هفته پس از آن سبب افزایش عملکرد بوته و کاهش درصد آفتاب‌سوختگی حبه گردید. بوته‌های شاهد (هرس نشده) کمترین درصد آفتاب‌سوختگی حبه را نسبت به بوته‌های هرس شده داشتند. هرس شش‌گره‌ای در زمان آبگیری حبه با توجه به اینکه تاثیر منفی بر عملکرد بوته نسبت به سایر تیمارها نداشت و از طرفی سبب بهبود کیفیت میوه نسبت به شاهد شد، بهترین تیمار از لحاظ افزایش کمیت و کیفیت محصول می‌باشد. بررسی توام هرس زمستانه و هرس تابستانه می‌تواند به پرسش‌های بیشتری در این زمینه پاسخ دهد.

منابع

1- Archer E. and Strauss H. C. 1989. Effect of shading on the performance of *vitis vinifera* L. cv. Cabernet sauvignon. South African. Journal of Enology and Viticultural. 10(2): 74-76.

2- Asna Ashari M., Gholami M. and Almasi P. 2007. Grapevine biology (Translation: M.J. Malins). Universtiy of Bouali Sina press. Hamedan, Iran.

3- Bowed P.A. and Kliewer W.M. 1990. Influence of clonal variation, pruning severity, and cane structure on yield component development in Cabernet Sauvignon grapevines. Journal of the American Society for Horticultural Science . 115(4): 530-534.

4- Bowen P.A. and Kliewer W.M. 1990. Relationships between the yield and vegetative characteristics of individual shoot of Cabernet Sauvigonon grape. Journal of the American Society for Horticultural Science. 115(4): 534-539.

5- Dardeniz A. and Kismali I. 2002. Investigations on the effect of diffetent crop load of Amasya and Cardinal grape cultivars on the yields and qualites of grape and cuttings. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergis. 39(1): 9-16.

6- Ganji moghadam E. 2011. Fruit prouduction in temprate zoon. Agriculture education Press. Mashad, Iran.

7- Hale C.R. and Weaver R.V. 1962. The effect of development stage on direction translocation of photosynthate in *Vitis vinifera* L. Hilgardia 33: 89-93.

8- Hunter J.J. and Visser J.H. 1990. The effect of partial defoliation on growth characteristics of *Vitisvinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. II. Reproductive Growth. South. African. Journal of Enology and Viticultural. 11(1): 26-33.

9- Jalili Marandi R.L. 2002. Small fruits. University of Oroumye press. Oroumye, Iran.

10- Kavousi B., Eshghi S. and Tafazouli A. A. 2009. The effect of cluster thinning and different level of pruninng on balance yield and improve fruit quality in Grapevine cultivar *Asgara.* Journal of Agricultural and Natural Sceince and Technology. 48: 15-25. (in presian)

11- Kingston C.M. and Epenhuijsen C.W. 1992. Influence of summer pruning of glasshouse, container-grown Italian table grapes on bud break and fruit developmwnt in the following season. Sci. Hort. 51: 25-34.

12- Kliewer W.M. and Antcliff A.J. 1970. Influence of defolation, leaf darkening, and cluster shading on the growth and composition of sultana grapes. American Journal of Enology and Viticultural. 21: 26-36.

13- Koblet W. 1987. Effectivness of shoot topping and leaf removal as a means of improving quality. Acta Horticultural. 206:141-155.

14- Naor A., Gal Y. and Bravdo B. 2002. Shoot and cluster influence vegetative growth, fruit yield and wine quality of Sauvignon blanc grapevines. Journal of the American Society for Horticultural Science. 127(4): 628-634.

15- Preston A.P. and Perring M.A. 1974. The effect of summer pruning and nitrogen on growth, cropping and storage quality of Cox' Orange Pippin apple. Journal of Horticultural Science. 49: 77-83.

16- Saure M. 1987. Summer pruning effects in apple. Scientia Horticultrae. 30:253-282.

17- Scholefield P.B., May P. and Neales T.F. 1977. Harvest pruning and trelising of 'Sultana' vines. I. Effects on yield and vegtative growth. Scientia Horticultrae. 7: 115-122.

18- Smart R. E. 1985. Principles of grapevine canopy microclimate maniopulation with implications for yield and quality (Absract). Amrican. Journal of Enology and Viticultural. 36: 230-239

19- Struklec A. 1981. Einfluss schnittermins beim Sommerschnit auf Blatt and Fruchat beim Apfel.Garten. bauwissen chaf. 46: 268-276.

20- Tafazouli A. A., Hekmati J. and Firozeh P. 1994. Grape. University of Shiraz press. Shiraz, Iran.

21- Taherkhani A. and golchin A. 2012. The investigation of partial rootzoone drying and green pruning on qantative and qualative attributs cultivar *Bidaneh Sefid* in Takestan Region. Journal of Horticulture Sceince. 26(2): 215-222. (in Presian)

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۵۴-۲۴۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 240-254
ISSN: 2008 - 4730

بررسی ویژگی‌های اگرواکولوژیکی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت تأثیر کاربرد سوپرجاذب رطوبت، اسیدهیومیک و دورهای آبیاری

محسن جهان[۱]- شیوا قلعه‌نویی[۲]- امین خاموشی[۳]- محمد بهزاد امیری[۴*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۱۸

چکیده

در سال‌های اخیر، برای دستیابی به تولید پایدار محصولات کشاورزی به‌ویژه گیاهان دارویی، توجه به استفاده از نهاده‌های بوم‌سازگار مورد تأکید قرار گرفته است. به‌منظور بررسی اثر مقادیر سوپرجاذب و محلول‌پاشی اسید هیومیک بر برخی خصوصیات کمی ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشدهٔ نواری در قالب طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ انجام شد. عوامل آزمایشی شامل سه سطح مختلف سوپرجاذب رطوبت (صفر، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان عامل کرت اصلی، دو سطح اسید هیومیک (صفر و ۳ کیلوگرم در هکتار) به عنوان عامل کرت فرعی و دو سطح آبیاری (دور آبیاری ۵ و ۱۰ روز) به عنوان عامل کرت نواری بودند. صفات مورد بررسی شامل تعداد و وزن بذر در بوته، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، عملکرد بذر، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بودند. نتایج آزمایش نشان داد که برهمکنش سوپرجاذب رطوبت و اسیدهیومیک بر عملکرد بذر معنی‌دار بود ($P\leq$ ۰/۰۵)، به‌طوری‌که بیشترین مقدار عملکرد بذر (۲۶۳۸/۸ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب و بدون اسید هیومیک به‌دست آمد. در بررسی اثرات متقابل سوپرجاذب و مدار آبیاری مشاهده شد که در تمامی سطوح سوپرجاذب مورد مطالعه، عملکرد مادهٔ خشک در مدار آبیاری ۵ روز بیشتر از مدار آبیاری ۱۰روز بود، به‌طوری‌که در مدار آبیاری ۵ روز، سطوح صفر، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب به‌ترتیب منجر به افزایش ۱۳، ۵۰ و ۱۷ درصدی عملکرد مادهٔ خشک نسبت به مدار آبیاری ۱۰ روز شدند. تعداد بذر در بوته به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر برهمکنش اسیدهیومیک و مدار آبیاری قرار گرفت، به‌طوری‌که محلول‌پاشی اسیدهیومیک در مدار آبیاری ۱۰ روز، افزایش ۲۶ درصدی تعداد بذر در بوته را در مقایسه با شاهد به همراه داشت. اثر متقابل سه‌گانهٔ سوپرجاذب، اسیدهیومیک و مدار آبیاری تأثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه فرعی در بوته داشت، به‌طوری‌که در مدار آبیاری ۵ روز، در هر دو شرایط کاربرد و عدم‌کاربرد اسید هیومیک، بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته در سطح ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب مشاهده شد. به‌طور کلی، کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب رطوبت به‌همراه محلول‌پاشی اسیدهیومیک در شرایط کم‌آبیاری، ضمن بهبود نسبی ویژگی‌های کمی گیاه، نقش مؤثری در کاهش اثرات مخرب ناشی از کم‌آبی و ثبات عملکرد گیاه در شرایط تنش رطوبتی داشت.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، سلامت محصول، عملکرد ماده‌ی خشک، گیاهان دارویی، نهادهٔ بوم‌سازگار

مقدمه

ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، گیاهی علفی، یک‌ساله و متعلق به خانواده نعناعیان[5] است. این گیاه بومی هند و سایر کشورهای جنوب آسیا می‌باشد (۲۴). از ریحان به‌عنوان گیاهی دارویی، ادویه‌ای و هم‌چنین به‌عنوان سبزی تازه استفاده می‌شود و برگ‌های معطر این گیاه به‌صورت تازه یا خشک شده به‌عنوان چاشنی و طعم‌دهندهٔ غذا، شیرینی‌ها و نوشیدنی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۲). درک چگونگی پاسخ گیاهان دارویی به تنش‌های محیطی به‌منظور تولید پایدار و اکولوژیک این محصولات طبیعی و سالم امری اجتناب‌ناپذیر است. خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی به‌شمار می‌رود و با توجه به گزارش‌های پژوهشگران، در بسیاری از مناطق دنیا مشکل کم‌آبی رو به افزایش است (۳۲). با عنایت به این‌که ایران جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا محسوب می‌شود، لذا با مشکل کمبود آب و نزولات جوی مواجه است (۳۰). تنش خشکی با اختلال در عمل روزنه‌ها و سیستم فتوسنتزی، تخریب پروتئین‌ها و آنزیم‌ها، کاهش سطح برگ و ریزش

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشیار، دانشجوی دکتری و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- عضو هیأت علمی مجتمع آموزش عالی گناباد
(*-نویسنده مسئول: Email: m.b2.amiri@gmail.com)

5- Lamiaceae

گل و میوه موجب کاهش عملکرد گیاهان می‌شود (۶) و رشد و نمو گیاهان دارویی نیز مانند سایر گیاهان تحت‌تأثیر تنش خشکی کاهش می‌یابد (۸). در چنین شرایطی، یافتن راهکارهایی بوم‌سازگار به‌منظور افزایش کارایی مصرف آب در جهت نیل به اهداف کشاورزی پایدار ضروری به‌نظر می‌رسد (۵). از این رو در سال‌های اخیر تلاش‌های فراوانی به‌منظور افزایش کارایی مصرف آب صورت گرفته است، که در این راستا، افزایش دور آبیاری و بهره‌گیری از سوپرجاذب‌های رطوبت به‌عنوان دو راهکار اساسی جهت صرفه‌جویی و استفادهٔ بهینهٔ آب مدنظر قرار گرفته‌اند (۱۴). امروزه استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب رطوبت در کشاورزی روبه گسترش بوده و نقش آن‌ها در کاهش شدت تنش خشکی و میزان مرگ و میر گیاهان و همچنین افزایش تولید محصولات زراعی در پژوهش‌های متعدد به اثبات رسیده است (۱، ۴۷). این پلیمرها قادرند مقدار زیادی آب جذب و آن را در ساختمان خود حفظ کنند و در صورت نیاز در شرایط خشکی آن را در اختیار گیاه قرار دهند (۳۱ و ۴۸). این مواد بی‌بو، بی‌رنگ و بدون خاصیت آلایندگی خاک، آب و بافت گیاه می‌باشند، ضمن اینکه کاملاً سالم و غیرسمی هستند و در نهایت در خاک به دی‌اکسید کربن، آب، آمونیاک و یون پتاسیم تجزیه می‌شوند (۲۹). در یک پژوهش اثر سطوح مختلف پلیمر سوپرجاذب رطوبت در یک اقلیم خشک بر خصوصیات اکوفیزیولوژیکی ذرت (*Zea mays* L.) مورد مطالعه قرار گرفت و گزارش شد که استفاده از سوپرجاذب در رژیم‌های مختلف آبیاری (کافی، متوسط و کم) منجر به افزایش معنی‌دار زیست‌توده‌ی ذرت شد، به‌طوری که سوپرجاذب (۳۰ کیلوگرم در هکتار) زیست‌توده را به‌ترتیب برای این تیمارها ۹۹، ۱۱ و ۳۹ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (۷). در مطالعه‌ای دیگر اثر قطع آبیاری و تأثیر سوپرجاذب بر میزان بقای گیاهچهٔ کاج (*Pinus halepensis*) در یک اقلیم خشک در خاک‌های مختلف (شنی، لومی، لومی سیلتی، لومی شنی و رسی) مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که در شرایط عدم-کاربرد سوپرجاذب، ۵ روز پس از قطع آبیاری گیاهچه‌ها خشک شدند، درحالی‌که در شرایط استفاده از سوپرجاذب مرگ گیاهچه تا ۱۹ روز به تأخیر افتاد (۱۳). در یک پژوهش اثر کودهای آلی و شیمیایی مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی ریحان بررسی و گزارش شد که در بسیاری از صفات مورد مطالعه نظیر ارتفاع بوته، عملکرد برگ و عملکرد خشک اندام‌های هوایی، کودهای آلی نسبت به کودهای شیمیایی و شاهد دارای برتری بودند (۳۹). در پژوهشی دیگر، پس از بررسی اثر کودهای زیستی مختلف و سطوح سوپرجاذب بر عملکرد و کمیت اسانس ریحان گزارش شد که بیشترین عملکرد ماده خشک ریحان در تیمار (بیوسولفور+نیتروکسین+سوپرجاذب) به‌دست آمد (۳۸).

طی چند دهه اخیر تلاش برای افزایش تولید در واحد سطح از یک سو و مصرف زیاد و نامتعادل کودهای شیمیایی از سوی دیگر، پیامدهای زیست‌محیطی منفی و افزایش هزینه‌های تولید را به‌همراه داشته است و این امر بر ضرورت تجدیدنظر و شیوه‌های جدید و ایمن افزایش تولید محصول تأکید دارد (۴۳). مواد هیومیکی شامل مخلوطی از ترکیبات آلی مختلف هستند که از منابع مختلفی نظیر خاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده، زغال‌سنگ و غیره استخراج می‌شوند و از نظر اندازهٔ مولکولی و ساختار شیمیایی متفاوت هستند (۳۳ و ۳۴). مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، منجر به افزایش حاصلخیزی خاک می‌شود (۲۸). از دیگر مزایای اسیدهیومیک می‌توان به خاصیت کلات‌کنندگی عناصرغذایی (۴۲)، افزایش ظهور ریشه‌های جانبی، افزایش رشد اندام‌های هوایی و محتوای نیتروژن، رفع کلروز برگ‌ها (۲۵)، بهبود جذب عناصر غذایی و سهولت جذب عناصر ماکرو و میکرو (۳۳)، افزایش فعالیت‌های شبه‌هورمونی (۳۶) و افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی (۴۰) اشاره کرد. در یک بررسی، اثر اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی فلفل (*Capsicum frutesens* L.) در خاک شور و در یک اقلیم خشک مطالعه و گزارش شد که سطوح ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسید هیومیک، افزایش طول هیپوکوتیل، قطر و طول ساقه، وزن خشک، میزان عناصرغذایی و عملکرد گیاه را به همراه داشت (۴۱). در پژوهشی دیگر، اثر سطوح مختلف اسیدهیومیک بر شاخص‌های رشدی کلزا (*Brassica rapa* L.) در یک اقلیم خشک مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که تیمار ۱۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدهیومیک، بیشترین شاخص سطح برگ را سبب شد (۲). در پژوهشی، اثر سطوح مختلف اسید هیومیک (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) بررسی و گزارش شد که بیشترین وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع و تعداد گل و برگ در بوته در اثر کاربرد تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بدست آمد (۲۷). جهان و همکاران (۱۵) گزارش کردند که استفاده از کودهای بیولوژیک منجر به افزایش طول ساقه‌ی اصلی و فرعی، تعداد ساقه‌ی فرعی، وزن خشک اندام هوایی و وزن هزار دانه ریحان در مقایسه با شاهد شد. غلامی و همکاران (۱۰) پس از بررسی اثر سطوح مختلف اسید فولویک (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovate* L.) گزارش کردند که کاربرد اسید فولویک ضمن بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه، خسارات ناشی از تنش شوری را کاهش داد. در پژوهشی دیگر، اثر کودهای بیولوژیک مختلف بر عملکرد تر و خشک اندام هوایی، عملکرد خشک برگ و شاخص سطح برگ ریحان مثبت گزارش شد، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد اندام هوایی در تیمار کاربرد هم‌زمان نیتروکسین و بیوفسفر بدست آمد (۱۸).

با توجه به اهمیت دارویی ریحان و جایگاه آن در صنایع غذایی و

دارویی (۱۲) و همچنین محدود بودن منابع آب و ضرورت افزایش کارایی مصرف آب با استفاده از نهاده‌های اکولوژیک، این پژوهش به‌منظور ارزیابی برخی ویژگی‌های اگرواکولوژیکی ریحان تحت‌تأثیر کاربرد هیدروژل سوپرجاذب رطوبت در خاک و محلول‌پاشی برگی اسیدهیومیک در شرایط آب و هوایی مشهد انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت کرت‌های دوبار خردشده نواری (اسپلیت استریپ بلوک) در قالب طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه‌ی شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقهٔ شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد. کاربرد هیدروژل سوپر جاذب رطوبت (CLOPHONY®, GL Co LTD. Netherland, www.glco.nl) در خاک در سه سطح صفر، مقدار توصیه شده (۴۰ کیلوگرم در هکتار)[1] و دو برابر مقدار توصیه شده (۸۰ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌های اصلی و محلول‌پاشی برگی اسیدهیومیک (POW HUMUS®, Bioactive 85% WSG, HUMIN TECH, Germany, www.humintech.com) در دو سطح صفر و مقدار توصیه شده (۳ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌های فرعی و مدار آبیاری در دو سطح ۵ و ۱۰ روز در کرت‌های نواری قرار گرفتند. حجم آب مورد نیاز در هر بار مورد نیاز در هر بار آبیاری برای هر تیمار ۴۰۰ مترمکعب در هکتار در نظر گرفته شد. کلاس دانه‌بندی سوپرجاذب از نوع متوسط و مخصوص گیاهان زراعی بود (جدول ۱). اسیدهیومیک استفاده شده، منشاء صد در صد طبیعی داشته، فرمولاسیون آن به شکل پودر قابل حل در آب و استخراج شده از معادن کشور آلمان بود (جدول ۱).

قبل از انجام آزمایشات مزرعه‌ای، به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام گرفت (جدول ۱).

به‌منظور حفظ پایداری خاک، جهت عملیات آماده‌سازی زمین، تنها عملیات دیسک‌زنی با تأکید بر خاک‌ورزی حداقل در نظر گرفته شد و کلیهٔ مراحل بعدی توسط کارگر و با بیل دستی انجام شد، بدین‌ترتیب که ابتدا کرت‌هایی به ابعاد ۲/۵×۲ متر ایجاد و سپس مقادیر مختلف سوپرجاذب برای هر یک از کرت‌های مربوطه محاسبه و به‌طور یکنواخت در سطح کرت‌های مورد نظر پخش و بلافاصله توسط بیل‌دستی وارد خاک شدند.

بذور ریحان با منشاء توده‌ی مشهد از مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه و اواخر اردیبهشت‌ماه در ردیف‌هایی به فاصله۵۰ سانتی‌متر، به صورت دستی کاشته شدند. به‌منظور جلوگیری از اختلاط اثر تیمارها، بین کرت‌های آزمایشی یک ردیف نکاشت در نظر گرفته شد و برای هر بلوک یک جوی جداگانه جهت آبیاری، ایجاد شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی تا مرحله پنج برگی هر هفت روز یکبار انجام گرفت و بعد از این مرحله تیمار مدار آبیاری اعمال شد. کاربرد اسید هیومیک در دو نوبت به‌صورت محلول پاشی روی برگ‌ها در مراحل ۶ تا ۷ برگی و قبل از گلدهی انجام گرفت. محلول‌پاشی به هنگام غروب آفتاب و توسط پمپ دستی با حجم پاشش ۴۰۰ لیتر در هکتار به‌صورت یکنواخت در سطح کرت‌های مورد نظر انجام شد. پس از سبز شدن (در مرحلهٔ چهار برگی)، برای حصول تراکم مناسب (۵۰ بوته در مترمربع)، نسبت به تنک گیاهان سبزشده اقدام شد. برای کنترل علف‌های هرز، سه نوبت وجین‌دستی به‌ترتیب ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز پس از کاشت انجام گرفت. در زمان آماده‌سازی زمین و در طول دوره‌ی رشد هیچ‌گونه علف‌کش، آفت‌کش و قارچ‌کش شیمیایی استفاده نشد. در اواخر فصل رشد، با آغاز مرحلهٔ رسیدگی بذرها، ۶۰۰ سانتی‌متر مربع از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و صفاتی نظیر تعداد و وزن بذر در بوته، ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی در بوته اندازه‌گیری شدند. برای تعیین عملکرد بذر، عملکرد مادهٔ خشک و شاخص برداشت، پس از حذف اثر حاشیه‌ای، سطح ۲ متر مربع از هر کرت انتخاب و عملیات برداشت انجام شد.

به‌منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش و رسم شکل‌ها، از نرم‌افزارهای SAS Ver. 9.1 و MS Excel Ver. 14 استفاده شد و داده‌ها تحت تجزیه واریانس (ANOVA) قرار گرفتند. کلیهٔ میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تعداد بذر در بوته

برهمکنش سوپرجاذب و اسید هیومیک بر تعداد بذر در بوته معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین تعداد بذر در بوته به ترتیب در اثر تیمارهای کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب بدون اسید هیومیک (۱۸۳۱ بذر در بوته) و کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب به‌علاوهٔ اسید هیومیک (۱۱۶۰ بذر در بوته) حاصل شد (جدول ۳). برهمکنش سوپرجاذب و مدار آبیاری بر تعداد بذر در بوته معنی‌دار بود، به‌طوری‌که اثر سطوح مختلف سوپرجاذب در مدارهای آبیاری ۵ و ۱۰ روز متفاوت بود، به‌این‌ترتیب که سطوح صفر و ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب در مدار آبیاری ۵ روز و سطح ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب در مدار آبیاری ۱۰ روز نقش مؤثرتری در بهبود تعداد بذر در بوته ایفا کردند (جدول ۴).

۱- سوپرجاذب مورد نیاز از شرکت کودهای زیستی مهرآسیا تهیه شد.

جدول ۱- خصوصیات خاک، اسید هیومیک و سوپرجاذب مورد استفاده.

Table 1- Characteristics of used soil, humic acid and super absorbent.

خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک Physicochemical characteristics of soil		خصوصیات اسید هیومیک مورد استفاده Characteristics of used humic acid		خصوصیات سوپرجاذب مورد استفاده Characteristics of used polymer super absorbent	
بافت خاک Soil texture	لوم سیلتی Silty loam	پوهوموس ۸۵ درصد WGS 85%	نام تجاری Trade name	پودر سفید رنگ White powder	ظاهر Appearance
نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	0.078	85	اسید هیومیک (درصد) Humic acid (%)	Less than 5	مقدار رطوبت (درصد) Moisture content
فسفر قابل دسترس (ppm) Available phosphorus (ppm)	11	12	اکسید پتاسیم (درصد) Potassium oxid (%)	0	بو و سمیت Odor and toxicity
پتاسیم قابل دسترس (ppm) Available potassium (ppm)	472	1	آهن (درصد) Fe (%)	0.8	چگالی توده‌ای ($g.cm^{-1}$) Mass density ($g.cm^{-1}$)
هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$) Electrical conductivity ($ds.m^{-1}$)	1.2	0.8	نیتروژن آلی (درصد) Organic nitrogen (%)	6-7	pH
کربن آلی خاک (درصد) Soil organic carbon (%)	0.58	9-10	pH		
pH	7.7				

به نظر می‌رسد که سطوح مختلف سوپرجاذب از طریق بهبود جذب عناصر غذایی و سهولت جذب عناصر ماکرو و میکرو (۷) توسط گیاه منجر به بهبود خصوصیات کمی گیاه شدند. در یک پژوهش گزارش شد که کاربرد ۶۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب، موجب افزایش تعداد خوشه و بذر در بوتهٔ یولاف (*Avena sativa*) شد (۱۴). جهان و همکاران (۱۷) در یک پژوهش با بررسی اثر سطوح سوپرجاذب و اسید هیومیک در مدارهای آبیاری مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) گزارش کردند که کارایی تمامی سطوح سوپرجاذب مورد مطالعه در شرایط استفاده از اسید هیومیک بهبود یافت، بدین ترتیب که در شرایط کاربرد اسید هیومیک کارایی سطوح صفر، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب به‌ترتیب ۱۹، ۱۸ و ۱۱ درصد نسبت به کاربرد جداگانهٔ آن‌ها افزایش یافت. تعداد بذر در بوته به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر برهمکنش اسیدهیومیک و مدار آبیاری قرار گرفت، به‌طوری‌که اثر اسید هیومیک بر تعداد بذر در بوته در سطوح مختلف آبیاری متفاوت بود، به‌این‌ترتیب که اسید هیومیک در مدار آبیاری ۵ روز منجر به کاهش ۱۱ درصدی تعداد بذر در بوته نسبت به شاهد شد و حال این‌که استفاده از این اسید آلی در مدار آبیاری ۱۰ روز، افزایش ۲۶ درصدی تعداد بذر در بوته در مقایسه با شاهد را به همراه داشت، بنابراین به نظر می‌رسد که با افزایش فاصله آبیاری، نقش‌های سودمند اسیدهیومیک در کاهش اثرات سوء کم‌آبی بیشتر بروز پیدا کرد (جدول ۵). در پژوهشی، اثر سطوح مختلف اسید هیومیک (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی همیشه‌بهار بررسی و گزارش شد که بیشترین تعداد گل و دانه در بوته در اثر کاربرد تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بدست آمد (۲۷). در پژوهشی دیگر، پس از بررسی اثر سطوح مختلف اسید فولویک (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی اسفرزه گزارش شد که کاربرد اسید فولویک ضمن بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه، خسارات ناشی از تنش شوری را کاهش داد (۱۰).

در بررسی اثر متقابل سه‌گانه‌ی سوپرجاذب، اسید هیومیک و مدار آبیاری بر تعداد بذر در بوته مشاهده شد که در مدار آبیاری ۱۰ روز، در هر دو شرایط بدون و با محلول‌پاشی اسیدهیومیک، بیشترین تعداد بذر در بوته در تیمار ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب بدست آمد، در حالی‌که در مدار آبیاری ۵ روز، در شرایط بدون و با محلول‌پاشی اسیدهیومیک، به‌ترتیب سطوح صفر و ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب دارای تعداد بذر در بوته بیشتری نسبت به سطوح دیگر بودند (جدول ۶). بر اساس نتایج جدول ۶، در مدار آبیاری ۵ روز، محلول‌پاشی اسیدهیومیک در تمامی سطوح سوپرجاذب مورد مطالعه منجر به کاهش تعداد بذر در بوته نسبت به زمانی شد که از این اسید آلی استفاده نگردید، ولی در مدار آبیاری ۱۰ روز، کارایی سطوح صفر و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب در حضور اسید هیومیک تشدید شد. به نظر می‌رسد که در مدار آبیاری ۱۰ روز، سوپرجاذب از طریق کاهش تلفات عناصرغذایی موجود در خاک (۴۶) و اسید هیومیک با خاصیت کلات‌کنندگی این عناصر (۴۲)، به‌صورت مکمل هم عمل کردند و در نتیجه مواد غذایی کافی در اختیار گیاه قرار گرفت که در

نهایت منجر به بهبود خصوصیات کمی گیاه شد. در پژوهشی گزارش شد که پلیمر سوپرجاذب، ظرفیت نگهداری آب خاک شنی را ۱۷۱ تا ۴۰۲ درصد افزایش داد (۲۰). همسو با نتایج این پژوهش، برخی محققین (۱۱) گزارش کردند که کاربرد ۳۵۰۰ گرم در هکتار اسید هیومیک، موجب افزایش قابل‌توجه تعداد بذر در ردیف و طول بلال ذرت شد.

وزن بذر در بوته

در بررسی اثر متقابل سوپرجاذب و مدار آبیاری مشاهده شد که در هر مدار آبیاری، سطح مشخصی از سوپرجاذب منجر به تولید بیشترین وزن بذر در بوته شد، به‌این‌ترتیب که در مدارهای آبیاری ۵ و ۱۰ روز به‌ترتیب سطوح ۸۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به سایر تیمارها از وزن بذر در بوته بیشتری برخوردار بودند (جدول ۴). در یک پژوهش، اثر تنش خشکی و سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای بررسی و گزارش شد که وزن دانه در بوته به شدت تحت‌تأثیر افزایش تنش خشکی قرار گرفت و با افزایش دور آبیاری کاهش یافت، درحالی‌که کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرجاذب افزایش معنی‌دار وزن دانه در بوته را در مقایسه با شاهد به همراه داشت، به‌طوری‌که بیشترین مقدار وزن دانه در بوته در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب بدست آمد. همان‌طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، در مدار آبیاری ۵ روز، با افزایش مقادیر مصرفی سوپرجاذب روند تغییرات وزن بذر در بوته در شرایط کاربرد و عدم-کاربرد اسید هیومیک از روند منظمی پیروی کرد، به‌این‌ترتیب که با افزایش سوپرجاذب مصرفی به‌میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار، روند تغییرات وزن بذر در بوته به صورت کاهشی بود و با افزایش بیشتر سوپرجاذب مصرفی به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار، وزن بذر در بوته روندی صعودی را پیمود، به‌طوری‌که در هر دو شرایط بدون و با محلول‌پاشی اسیدهیومیک بیشترین وزن بذر در بوته در سطح ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب بدست آمد. در مدار آبیاری ۱۰ روز، سطوح صفر و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب به‌ترتیب در شرایط بدون و با محلول‌پاشی اسیدهیومیک از نظر وزن بذر در بوته نسبت به سایر مقادیر مصرفی سوپرجاذب دارای برتری بودند. سطوح مختلف سوپرجاذب احتمالاً از طریق بهبود ساختمان خاک (۳۱) موجب بهبود خصوصیات کمی گیاه شدند. در یک پژوهش گزارش شد که کاربرد ۷۵ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب، شاخص‌های رشدی سورگوم را به-میزان زیادی در مقایسه با شاهد افزایش داد (۹).

ارتفاع بوته

اثر متقابل سوپرجاذب و اسید هیومیک بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین مقدار ارتفاع بوته به‌ترتیب در تیمارهای کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب به‌علاوهٔ محلول‌پاشی اسیدهیومیک (۸۸/۳ سانتی‌متر) و عدم کاربرد سوپرجاذب بدون اسید هیومیک (۶۲/۲۰ سانتی‌متر) به‌دست آمد (جدول ۳). تحلیل اثر متقابل سه‌گانه‌ی سوپرجاذب، اسید هیومیک و مدار آبیاری نشان داد که بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به‌ترتیب در تیمارهای عدم‌کاربرد سوپرجاذب به‌علاوهٔ اسید هیومیک و مدار آبیاری ۵ روز (۹۲/۹ سانتی‌متر) و عدم کاربرد سوپرجاذب بدون اسید هیومیک و مدار آبیاری ۵ روز (۴۷/۷ سانتی‌متر) حاصل شد (جدول ۶). در یک پژوهش گزارش شد که کاربرد سوپرجاذب در خاک، با بهبود ساختار خاک منجر به کاهش تلفات نیتروژن (به شکل اوره) در خاک شد (۴۷) و از آبشویی این عنصر به اعماق زمین جلوگیری کرد. در پژوهش حاضر، کاربرد هم‌زمان سوپرجاذب و اسیدهیومیک احتمالاً ضمن کاهش شدت تنش خشکی و بهبود کارایی سطوح آبیاری مورد مطالعه، افزایش ارتفاع بوته را به همراه داشت. در پژوهشی اثر سطوح مختلف اسیدهیومیک بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی (*Lycpersicon esculentum* L.) بررسی و گزارش شد که بیشترین تعداد میوه در بوته در سطح ۲ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک بدست آمد (۳۵). جهان و همکاران (۱۶) اثر سطوح سوپرجاذب در مدارهای آبیاری مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت مطالعه و گزارش کردند که بیشترین ارتفاع بوته در تیمار ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب به‌دست آمد.

تعداد شاخهٔ فرعی در بوته

در بررسی اثر متقابل سوپرجاذب و اسیدهیومیک بر تعداد شاخه فرعی در بوته، مشاهده شد که از این نظر اثر اسیدهیومیک در سطوح مختلف سوپرجاذب متفاوت بود، به‌این‌ترتیب که اسید هیومیک در سطوح صفر و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب منجر به کاهش تعداد شاخه فرعی در بوته شد، درحالی‌که کاربرد همزمان اسید هیومیک و ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب، تعداد شاخه فرعی در بوته را ۱۱ درصد نسبت کاربرد جداگانهٔ آن‌ها افزایش داد (جدول ۳). به نظر می‌رسد که اسیدهیومیک احتمالاً از طریق بهبود فرآیندهای فیزیولوژیکی دخیل در جذب آب توسط ریشه (۳)، کارایی سطح ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب را در فراهمی آب قابل دسترس برای گیاه افزایش داد و در نتیجه تعداد شاخه فرعی در بوته افزایش یافت. در یک پژوهش اثر کودهای بیولوژیک مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis*) بررسی و گزارش شد که در شرایط کاربرد این کودها، خصوصیات کمی گیاه به‌ویژه تعداد ساقه فرعی در بوتهٔ آن به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت (۳۷).

جدول ۲- مقایسه‌میانگین‌های برخی از ویژگی‌های کمی ریحان در سطوح مختلف کاربرد هیدروژل سوپرجاذب رطوبت در خاک، محلول‌پاشی اسیدهیومیک و دور آبیاری.

Table 2- Means comparison of some quantity characteristics of basil in different levels of water-saving super absorbent polymer, humic acid and irrigation intervals.

صفات مورد بررسی Studied traits	Super absorbent (kg.ha^{-1}) سوپرجاذب			Humic acid اسید هیومیک		Irrigation مدار آبیاری intervals	
	صفر 0	٤٠ 40	٨٠ 80	کاربرد Application	عدم‌کاربرد Non-application	٥ روز Day 5	١٠ روز Day 10
عملکرد بذر (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha^{-1})	1831.23^{b*}	2086.61^{a}	1915.90^{b}	1715.63^{b}	2173.53^{a}	2135.49^{a}	1753.68^{b}
عملکرد ماده‌ی‌خشک (کیلوگرم‌درهکتار) Dry matter yield (kg.ha^{-1})	14612.5^{b}	21106.3^{a}	22329.2^{a}	19777.8^{a}	18920.8^{a}	22731.3^{a}	15967.4^{b}
شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	12.67^{a}	11.42^{a}	8.44^{b}	9.36^{b}	12.32^{a}	9.83^{b}	11.85^{a}
تعداد بذر در بوته Seed number per plant	1580.1^{a}	1713.7^{a}	1350.2^{a}	1443.0^{a}	1653.0^{a}	1627.6^{a}	1468.4^{a}
وزن بذر در بوته (گرم) Seed weight per plant (g)	3.66^{a}	3.58^{a}	3.93^{a}	3.58^{a}	3.86^{a}	3.78^{a}	3.66^{a}
ارتفاع بوته (سانتی متر) Height plant (cm)	73.9^{a}	77.8^{a}	80.1^{a}	77.5^{a}	77.0^{a}	73.8^{b}	80.8^{a}
تعداد شاخه فرعی در بوته Branch number per plant	6.2^{b}	7.9^{a}	7.6^{a}	6.7^{b}	7.8^{a}	7.7^{a}	6.8^{b}

* در هر ردیف و برای هر عامل، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

*In each row and for each factor, means followed by the same letters are not significantly different ($p\leq0.05$), at 5% probability level based on Duncan′s multiple range.

جدول ۳- مقایسه‌میانگین‌های برهمکنش کاربرد سوپرجاذب و محلول‌پاشی اسیدهیومیک بر برخی ویژگی‌های کمی ریحان.

Table 3- Means comparison of super absorbent and humic acid interaction on some quantity characteristics of basil.

صفات مورد بررسی Studied traits	عدم‌کاربرد سوپرجاذب Non application of super absorbent		کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب 40 kg.ha^{-1} application of super absorbent		کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب 80 kg.ha^{-1} application of super absorbent	
	محلول‌پاشی اسیدهیومیک Foliar of humic acid	بدون اسیدهیومیک Non foliar of humic acid	محلول‌پاشی اسیدهیومیک Foliar of humic acid	بدون اسیدهیومیک Non foliar of humic acid	محلول‌پاشی اسیدهیومیک Foliar of humic acid	بدون اسیدهیومیک Non foliar of humic acid
عملکرد بذر (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha^{-1})	1990.4^{ab*}	1672.1^{c}	1534.4^{c}	2638.8^{a}	1622.1^{c}	2209.7^{ab}
عملکرد ماده‌ی‌خشک (کیلوگرم‌درهکتار) Dry matter yield (kg.ha^{-1})	15956^{bc}	13269^{c}	22375^{ab}	19838^{ab}	23656^{a}	21002^{ab}
شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	12.56^{ab}	12.78^{ab}	7.82^{c}	15.02^{a}	7.70^{c}	9.18b^{c}
تعداد بذر در بوته Seed number per plant	1572.1^{ab}	1588.1^{ab}	1596.3^{ab}	1831.0^{a}	1160.4^{b}	1539.9^{ab}
وزن بذر در بوته (گرم) Seed weight per plant (g)	3.44^{a}	3.34^{a}	3.32^{a}	3.83^{a}	3.44^{a}	4.41^{a}
ارتفاع بوته (سانتی متر) Height plant (cm)	85.78^{a}	62.20^{c}	67.41^{bc}	88.35^{a}	79.56^{ab}	80.65^{ab}
تعداد شاخه فرعی در بوته Branch number per plant	5.77^{b}	6.77^{ab}	6.45^{b}	9.45^{a}	8.10^{ab}	7.20^{ab}

* در هر ردیف، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

*In each row, means followed by the same letters are not significantly different ($p\leq0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range.

جدول ٤- مقایسه‌میانگین‌های برهمکنش کاربرد سوپرجاذب و مدار آبیاری بر برخی ویژگی‌های کمی ریحان.

Table 4- Means comparison of super absorbent and irrigation intervals interaction on some quantity characteristics of basil.

	مدار آبیاری ۵ روز 5 days irrigation interval				مدار آبیاری ۱۰ روز 10 days irrigation interval			
	عملکرد بذر Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد ماده‌ی‌خشک Dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	تعداد بذر در بوته Seed number per plant	عملکرد بذر Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد ماده‌ی‌خشک Dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	تعداد بذر در بوته Seed number per plant
عدم‌کاربرد سوپرجاذب Non application of super absorbent	1767.4^{bc*}	15606^{d}	11.34^{bc}	1700.8^{a}	1895.0^{b}	13619^{d}	14.00^{ab}	1459.5^{ab}
کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب 40 $kg.ha^{-1}$ application of super absorbent	2128.6^{ab}	28188^{a}	7.93^{cd}	1529.3^{ab}	2044.6^{ab}	14025^{d}	14.92^{a}	1898.1^{a}
کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب 80 $kg.ha^{-1}$ application of super absorben	2510.4^{a}	24400^{b}	10.24^{c}	1652.8^{a}	1321.4^{c}	20258^{c}	6.64^{d}	1047.5^{b}

	مدار آبیاری ۵ روز 5 days irrigation interval			مدار آبیاری ۱۰ روز 10 days irrigation interval		
	وزن بذر در بوته Seed weight per plant (g)	ارتفاع بوته Height plant (cm)	تعداد شاخه فرعی در بوته Branch number per plant	وزن بذر در بوته Seed weight per plant (g)	ارتفاع بوته Height plant (cm)	تعداد شاخه فرعی در بوته Branch number per plant
عدم‌کاربرد سوپرجاذب Non application of super absorbent	3.53^{bc}	70.3^{a}	4.55^{d}	3.79^{bc}	77.6^{a}	8.00^{b}
کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب 40 $kg.ha^{-1}$ application of super absorbent	2.81^{c}	68.8^{a}	10.20^{a}	4.34^{ab}	86.9^{a}	5.70^{cd}
کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب 80 $kg.ha^{-1}$ application of super absorben	5.02^{a}	82.4^{a}	8.35^{ab}	2.84^{c}	77.8^{a}	6.95^{bc}

* در هر دو ستون متناظر و برای هر صفت، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

*In each the same column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های برهمکنش محلول‌پاشی اسیدهیومیک و مدار آبیاری بر برخی ویژگی‌های کمی ریحان.

Table 5- Means comparison of humic acid and irrigation intervals interaction on some quantity characteristics of basil.

	مدار آبیاری ۵ روز 5 days irrigation interval				مدار آبیاری ۱۰ روز 10 days irrigation interval			
	عملکرد بذر Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد ماده‌ی‌خشک Dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	تعداد بذر در بوته Seed number per plant	عملکرد بذر Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد ماده‌ی‌خشک Dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	تعداد بذر در بوته Seed number per plant
محلول‌پاشی اسیدهیومیک Foliar of humic acid	1831.6b*	23504^{a}	8.34^{b}	1357.2^{b}	1599.7^{b}	16051^{b}	10.38^{ab}	1528.7^{ab}
بدون اسیدهیومیک Non foliar of humic acid	2439.4^{a}	21958^{a}	11.32^{ab}	1898.0^{a}	1907.7^{b}	15883^{b}	13.33^{a}	1408.0^{b}

	مدار آبیاری ۵ روز 5 days irrigation interval			مدار آبیاری ۱۰ روز 10 days irrigation interval		
	وزن بذر در بوته Seed weight per plant (g)	ارتفاع بوته Height plant (cm)	تعداد شاخه فرعی در بوته Branch number per plant	وزن بذر در بوته Seed weight per plant (g)	ارتفاع بوته Height plant (cm)	تعداد شاخه فرعی در بوته Branch number per plant
محلول‌پاشی اسیدهیومیک Foliar of humic acid	3.66^{a}	73.6^{a}	8.08^{a}	3.50^{a}	81.5^{a}	5.46^{b}
بدون اسیدهیومیک Non foliar of humic acid	3.91^{a}	74.0^{a}	7.31^{ab}	3.81^{a}	80.0^{a}	8.30^{a}

* در هر دو ستون متناظر و برای هر صفت، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

*In each the same column, means followed by the same letters are not significantly different ($p\leq0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range.

جدول ٦- مقایسه‌میانگین‌های برهمکنش سطوح مختلف کاربرد سوپرجاذب، محلول‌پاشی اسیدهیومیک و مدار آبیاری بر برخی ویژگی‌های کمی ریحان.

Table 6- Means comparison of super absorbent, humic acid and irrigation intervals interaction on some quantity characteristics of basil.

		عملکرد بذر Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد ماده‌ی‌خشک Dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	تعداد بذر در بوته Seed number per plant	وزن بذر در بوته Seed weight per plant (g)	ارتفاع بوته Height plant (cm)	تعداد شاخه فرعی در بوته Branch number per plant
		مدار آبیاری ۵ روز 5 days irrigation interval						
محلول‌پاشی اسیدهیومیک Foliar of humic acid	عدم‌کاربرد سوپرجاذب Non application of super absorbent	1854.3cd*	16550^{cd}	11.15^{b-d}	1459.2^{a-d}	3.70^{b-d}	92.9^{a}	3.9^{f}
	کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب 40 $kg.ha^{-1}$ application of super absorbent	1607.2^{ed}	30250^{a}	5.31^{f}	1340.9^{a-d}	3.21^{c-e}	49.9^{f}	10.2^{a}
	کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب 80 $kg.ha^{-1}$ application of super absorben	2033.3^{c}	23713^{b}	8.57^{ed}	1271.6^{b-d}	4.06^{bc}	78.0^{c-e}	10.1^{a}
محلول‌پاشی اسیدهیومیک Foliar of humic acid	عدم‌کاربرد سوپرجاذب Non application of super absorbent	1680.5^{ed}	14663^{c-e}	11.53^{b-d}	1942.4^{ab}	3.35^{cd}	47.7^{f}	5.1^{e}
	کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب 40 $kg.ha^{-1}$ application of super absorbent	2650.0^{b}	26125^{b}	10.54^{cd}	1717.6^{a-d}	2.41^{e}	87.7a^{-c}	10.2^{a}
	کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب 80 $kg.ha^{-1}$ application of super absorben	2987.6^{a}	25088^{b}	11.90^{bc}	2034.1^{a}	5.97^{a}	86.8^{a-c}	6.6^{d}
		مدار آبیاری ۱۰ روز 10 days irrigation interval						
محلول‌پاشی اسیدهیومیک Foliar of humic acid	عدم‌کاربرد سوپرجاذب Non application of super absorbent	2126.4^{c}	15363^{c-e}	13.97^{b}	1685.1^{a-d}	4.25^{b}	78.6^{c-e}	7.6^{c}
	کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب 40 $kg.ha^{-1}$ application of super absorbent	1461.6^{ef}	14500^{c-e}	10.34^{cd}	1851.8^{a-c}	3.43^{b-d}	84.9^{a-d}	2.7^{g}
	کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب 80 $kg.ha^{-1}$ application of super absorben	1211.0^{f}	18292^{c}	6.83^{ef}	1049.2^{d}	2.82^{de}	81.1^{b-e}	6.1^{d}
محلول‌پاشی اسیدهیومیک Foliar of humic acid	عدم‌کاربرد سوپرجاذب Non application of super absorbent	1663.6^{de}	11875^{e}	14.02^{b}	1233.9^{cd}	3.32^{cd}	76.7^{de}	8.4^{bc}
	کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب 40 $kg.ha^{-1}$ application of super absorbent	2627.7^{b}	13550de	19.50^{a}	1944.4^{ab}	5.25^{a}	89.0^{ab}	8.7^{b}
	کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب 80 $kg.ha^{-1}$ application of super absorben	1431.7^{ef}	22225^{b}	6.45^{ef}	1045.8^{d}	2.86^{de}	74.5^{e}	7.8^{bc}

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

*In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range.

تعداد شاخه فرعی در بوته به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر متقابل سوپرجاذب و مدار آبیاری قرار گرفت، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین تعداد شاخه فرعی در بوته به‌ترتیب در تیمارهای کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب و مدار آبیاری ۵ روز (۱۰/۲ شاخه فرعی در بوته) و عدم‌کاربرد سوپرجاذب و مدار آبیاری ۵ روز (۴/۵ شاخه فرعی در بوته) بدست آمد (جدول ۴). به نظر می‌رسد که سطوح مختلف سوپرجاذب از طریق کاهش نیاز آبی گیاه (۴۴) و کاهش تبخیر آب از سطح خاک (۳۱)، منجر به کاهش شدت تنش خشکی شدند و در نتیجه تعداد شاخه فرعی در بوته افزایش یافت. در آزمایشی، اثر مقادیر مختلف سوپرجاذب و مدار آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max* L.) مورد مطالعه قرار گرفت و گزارش شد که با افزایش مقادیر مصرفی سوپرجاذب، عملکرد بذر، وزن صد بذر، تعداد غلاف در بوته و عملکرد روغن به میزان قابل‌توجهی نسبت به شاهد افزایش یافت (۴۵).

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، اثر سوپرجاذب در سطوح مختلف آبیاری متفاوت بود، به‌این‌ترتیب که در مدار آبیاری ۵ روز، استفاده از سطوح ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب به‌ترتیب منجر به افزایش ۵۵ و ۴۶ درصدی تعداد شاخه فرعی در بوته نسبت به شاهد شد، درحالی‌که در مدار آبیاری ۱۰ روز، کاربرد این سطوح (سطوح ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار) تعداد شاخه فرعی را به‌ترتیب با کاهش ۲۹ و ۱۳ درصدی مواجه ساخت. با توجه به نتایج جدول ۵، در شرایط محلول‌پاشی اسیدهیومیک، مدار آبیاری ۵ روز از تعداد شاخه فرعی بیشتری نسبت به مدار آبیاری ۱۰ روز برخوردار بود، درحالی‌که در شرایط عدم‌استفاده از اسید هیومیک، تعداد شاخه فرعی در بوته در مدار آبیاری ۱۰ روز بیشتر از مدار آبیاری ۵ روز بود.

اثرات متقابل سه‌گانهٔ سوپرجاذب، اسیدهیومیک و مدار آبیاری بر تعداد شاخه فرعی در بوته معنی‌دار بود، به‌طوری‌که در مدار آبیاری ۵ روز، در هر دو شرایط بدون و با محلول‌پاشی اسیدهیومیک، بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته در سطح ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب بدست آمد، درحالی‌که در مدار آبیاری ۱۰ روز، در شرایط بدون و با محلول‌پاشی اسیدهیومیک به‌ترتیب سطوح صفر و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب از تعداد شاخه فرعی در بوتهٔ بیشتری نسبت به سایر مقادیر مصرفی سوپرجاذب برخوردار بودند (جدول ۶).

عملکرد بذر

برهمکنش سوپرجاذب و اسید هیومیک به‌طور معنی‌داری بر عملکرد بذر تأثیر داشت، به‌طوری‌که تیمار کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب بدون اسید هیومیک منجر به افزایش ۳۷ درصدی عملکرد بذر در مقایسه با شاهد شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد که کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی خاک (۴) منجر به افزایش عملکرد بذر شد. در یک بررسی اثر سطوح مختلف سوپرجاذب و اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا قرمز مطالعه و گزارش شد که بیشترین و کمترین عملکرد بذر به‌ترتیب در تیمارهای ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب به‌علاوه‌ی اسید هیومیک و عدم‌کاربرد سوپرجاذب بدون اسید هیومیک بدست آمد، ضمن اینکه در تمامی سطوح سوپرجاذب مورد مطالعه، کاربرد اسید هیومیک منجر به افزایش عملکرد بذر شد (۱۷).

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، با افزایش مقادیر مصرفی سوپرجاذب، روند تغییرات عملکرد بذر در سطوح مختلف آبیاری متفاوت بود، به‌این‌ترتیب که در مدار آبیاری ۵ روز، با افزایش مقادیر مصرفی سوپرجاذب عملکرد بذر افزایش یافت، درحالی‌که در مدار آبیاری ۱۰ روز، با افزایش سوپرجاذب تا سطح ۴۰ کیلوگرم در هکتار، روند تغییرات عملکرد بذر افزایشی و سپس با افزایش بیشتر سوپرجاذب (تا سطح ۸۰ کیلوگرم در هکتار) عملکرد بذر روندی کاهشی را در پیش گرفت. به نظر می‌رسد که در فواصل آبیاری کوتاه‌تر، افزایش مقادیر مصرفی سوپرجاذب منجر به جذب آب اضافی داده شده به زمین شد، درحالی‌که در مدار آبیاری ۱۰ روز، کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب برای جذب رطوبت کافی بود و استفاده مقادیر بیشتر از ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب برای جذب رطوبت چندان مؤثر نبود و صرفهٔ اقتصادی نداشت. کاربرد ۸۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب، به‌ترتیب در مدارهای آبیاری ۵ و ۱۰ روز منجر به تولید بیشترین عملکرد بذر شدند (جدول ۴). به نظر می‌رسد که سطوح مختلف سوپرجاذب از طریق کاهش نیاز آبی گیاه (۴۴) و کاهش تبخیر آب از سطح خاک (۳۱)، تنش خشکی را کاهش دادند و در نتیجه عملکرد بذر افزایش یافت. برخی از محققین اثر مقادیر مختلف سوپرجاذب و مدار آبیاری را بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که با افزایش مقادیر مصرفی سوپرجاذب، عملکرد بذر به میزان قابل‌توجهی نسبت به شاهد افزایش یافت (۴۵).

برهمکنش اسیدهیومیک و مدار آبیاری بر عملکرد بذر معنی‌دار بود، به‌طوری‌که در هر دو سطح آبیاری مورد مطالعه، استفاده از اسید هیومیک دارای اثر منفی بر عملکرد بذر بود (جدول ۵). با توجه به نتایج جدول ۵، اسید هیومیک در مدار آبیاری ۵ روز، نقش مؤثرتری در بهبود عملکرد بذر ایفا کرد، به‌طوری‌که محلول‌پاشی اسیدهیومیک در مدار آبیاری ۱۰روز، نسبت به ۵ روز، فقط سبب کاهش ۱۳ درصدی عملکرد بذر شد که در مقایسه با حذف یک نوبت آبیاری، می‌تواند بسیار قابل توجه باشد. به نظر می‌رسد که اسید هیومیک منجر به بهبود کارایی مصرف آب گیاه شد به‌طوری‌که عملکرد بذر در مدار آبیاری ۱۰ روز تفاوت چندانی با مدار آبیاری ۵ روز نداشت. عملکرد بذر به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر اثرات متقابل سه‌گانهٔ سوپرجاذب،

اسید هیومیک و مدار آبیاری قرار گرفت، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین عملکرد بذر به‌ترتیب در تیمارهای کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب بدون اسید هیومیک و مدار آبیاری ۵ روز (۲۹۸۷/۶ کیلوگرم در هکتار) و کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب به‌علاوهٔ اسید هیومیک و مدار آبیاری ۱۰ روز (۱۲۱۱ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد (جدول ۶). همان‌طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، در مدار آبیاری ۵ روز، در هر دو شرایط کاربرد و عدم‌کاربرد اسید هیومیک، بیشترین عملکرد بذر در بالاترین سطح سوپرجاذب مصرفی (سطح ۸۰ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد، درحالی‌که در مدار آبیاری ۱۰ روز، در شرایط کاربرد و عدم‌کاربرد اسید هیومیک، مقادیر بالای سوپرجاذب مصرفی منجر به کاهش عملکرد بذر شدند. به نظر می‌رسد که در مدار آبیاری ۵ روز، آزادسازی عناصر غذایی موجود در سوپرجاذب با سهولت بیشتری انجام شد (۷) و در نتیجه استفاده از سوپرجاذب عملکرد بذر را افزایش داد، درحالی‌که در مدار آبیاری ۱۰ روز، احتمالاً به دلیل کمبود شدید رطوبت، این مواد نتوانستند نقش مؤثری در افزایش عملکرد بذر ایفا کنند و فقط از کاهش بیشتر عملکرد جلوگیری کردند.

عملکرد ماده خشک

برهمکنش سوپرجاذب و اسیدهیومیک به‌طور معنی‌داری بر عملکرد ماده‌خشک معنی‌دار بود، به‌طوری‌که اثر تمامی سطوح سوپرجاذب مورد مطالعه در شرایط محلول‌پاشی اسیدهیومیک تشدید شد، به این ترتیب که محلول‌پاشی اسیدهیومیک اثر سطوح صفر، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب را به‌ترتیب ۱۷، ۱۱ و ۱۱ درصد نسبت به کاربرد جداگانه‌ی آن‌ها افزایش داد (جدول ۳). به نظر می‌رسد که اسید هیومیک احتمالاً از طریق بهبود فعالیت‌های آنزیمی در محیط ریشه (۳)، کارایی گیاه را را در جذب آب از سوپرجاذب‌ها افزایش داده و در نتیجه، کاربرد هم‌زمان سوپرجاذب و اسید هیومیک منجر به افزایش عملکرد ماده‌خشک شد. محمدی‌پور و همکاران (۲۷) اثر سطوح مختلف اسید هیومیک (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) را بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی همیشه‌بهار مطالعه و گزارش کردند که بیشترین عملکرد ماده خشک در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک حاصل شد. جهان و همکاران (۱۹) اثر سطوح سوپرجاذب و اسید هیومیک را در مدارهای آبیاری مختلف بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) مطالعه و گزارش کردند که بیشترین عملکرد ماده خشک در نتیجهٔ کاربرد سوپرجاذب و محلول‌پاشی اسید هیومیک و دور آبیاری ۷ روز به‌دست آمد.

با توجه به نتایج جدول ۴، به نظر می‌رسد که در مدار آبیاری ۱۰ روز با افزایش مقادیر مصرفی سوپرجاذب، مشکلات ناشی از کم‌آبی، عملکرد ماده‌خشک را کمتر متأثر ساخت، به‌طوری‌که در مدار آبیاری ۱۰ روز، کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب منجر به افزایش ۳۳ درصدی عملکرد ماده‌خشک در مقایسه با شاهد شد. به‌نظر می‌رسد که با افزایش فواصل آبیاری، مقادیر بالای سوپرجاذب از طریق افزایش ظرفیت نگهداری آب (۴۷) و کاهش میزان تبخیر از سطح خاک (۳۱)، نیاز آبی گیاه را کاهش دادند و در نتیجه منجر به افزایش عملکرد ماده‌خشک شدند. در یک بررسی گزارش شد که کاربرد ۵ تا ۱۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت نداشت، درحالی‌که مصرف مقادیر بیشتر سوپرجاذب (۱۵ کیلوگرم در هکتار و بالاتر) عملکرد و اجزای عملکرد ذرت را به میزان قابل‌توجهی افزایش داد (۲۶).

اثر متقابل اسیدهیومیک و مدار آبیاری بر عملکرد ماده‌خشک معنی‌دار بود، به‌طوری‌که در هر دو شرایط بدون و با محلول‌پاشی اسیدهیومیک، عملکرد ماده‌خشک در مدار آبیاری ۵ روز بیشتر از مدار آبیاری ۱۰ روز بود، ضمن این‌که اسید هیومیک در هر دو مدار آبیاری مورد مطالعه، عملکرد ماده‌خشک را در مقایسه با شاهد افزایش داد (جدول ۵). اثر متقابل سه‌گانه‌ی سوپرجاذب، اسیدهیومیک و مدار آبیاری به‌طور معنی‌داری بر عملکرد ماده‌خشک تأثیر داشت، به‌طوری‌که در شرایط بدون و با محلول‌پاشی اسیدهیومیک و در مدارهای آبیاری مختلف، سطوح مشخصی از سوپرجاذب از لحاظ عملکرد ماده‌خشک نسبت به سایر سطوح دارای برتری بودند، به این ترتیب که در مدار آبیاری ۵ روز، در هر دو شرایط بدون و با محلول‌پاشی اسیدهیومیک، سطح ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب از عملکرد بیشتری نسبت به سایر سطوح سوپرجاذب برخوردار بود، درحالی‌که در مدار آبیاری ۱۰ روز و در شرایط بدون و با محلول‌پاشی اسیدهیومیک، کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب منجر به تولید بیشترین عملکرد بذر شد (جدول ۶). به نظر می‌رسد که مقادیر بالای سوپرجاذب از طریق کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک (۱) و بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (۳۱)، منجر به افزایش توانایی گیاه در مقابله با تنش خشکی شدند. در پژوهشی اثر هیدروژل‌های سوپرجاذب بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت در شرایط تنش خشکی بررسی و گزارش شد که کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب از طریق افزایش ظرفیت نگهداری آب، کاهش شستشوی مواد غذایی، رشد سریع و مطلوب ریشه و هوادهی بهتر خاک باعث افزایش عملکرد ماده‌خشک گیاه شد (۲۲).

شاخص برداشت

در بررسی اثرات متقابل سوپرجاذب و اسیدهیومیک مشاهده شد که با افزایش مقادیر مصرفی سوپرجاذب، روند تغییرات شاخص برداشت در شرایط بدون و با محلول‌پاشی اسیدهیومیک متفاوت بود،

به‌این‌ترتیب که در شرایط محلول‌پاشی اسیدهیومیک با افزایش مقادیر مصرفی سوپرجاذب، شاخص برداشت کاهش یافت، درحالی‌که در شرایط بدون اسیدهیومیک، با افزایش مقادیر مصرفی سوپرجاذب تا سطح ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار، شاخص برداشت به‌ترتیب با افزایش و کاهش مواجه شد (جدول ۳). شاخص برداشت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر متقابل سوپرجاذب و مدار آبیاری قرار گرفت، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین شاخص برداشت به‌ترتیب در تیمارهای کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب و مدار آبیاری ۱۰ روز (۱۴/۹۲) و کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب و مدار آبیاری ۱۰ روز (۶/۶۴) به‌دست آمد (جدول ۴). از آن‌جایی‌که سوپرجاذب‌ها قادرند مقدار زیادی آب جذب و آن را در ساختمان خود حفظ کنند (۴۸)، به نظر می‌رسد که سطوح ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب توانستند در هر دو سطح آبیاری مورد مطالعه نقش مؤثری در افزایش شاخص برداشت گیاه ایفا کنند. برخی محققین گزارش کردند که در صورت استفاده از سوپرجاذب‌ها می‌توان فواصل آبیاری را افزایش داد (۵ و ۲۹). اثر متقابل اسیدهیومیک و مدار آبیاری بر شاخص برداشت معنی‌دار بود، به‌طوری‌که در هر دو شرایط بدون و با محلول‌پاشی اسیدهیومیک، مدار آبیاری ۱۰ روز شاخص برداشت بیشتری را نسبت به مدار آبیاری ۵ روز سبب شد، ضمن این‌که در هر دو مدار آبیاری مورد مطالعه، اسیدهیومیک شاخص برداشت را در مقایسه با شاهد کاهش داد (جدول ۵).

شاخص برداشت به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر اثرات متقابل سه‌گانهٔ سوپرجاذب، اسید هیومیک و مدار آبیاری قرار گرفت و بیشترین و کمترین شاخص برداشت به‌ترتیب در تیمارهای کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب بدون اسیدهیومیک و مدار آبیاری ۱۰ روز (۱۹/۵۰ درصد) و کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب به‌علاوهٔ محلول‌پاشی اسیدهیومیک و مدار آبیاری ۵ روز (۵/۳۱ درصد) مشاهده شد (جدول ۶). با توجه به این‌که شاخص برداشت به نوعی معرف توان گیاه در انتقال مواد فتوسنتزی به اندام اقتصادی گیاه است، لذا می‌توان گفت که احتمالاً ذخیره‌ی رطوبت بیشتر در سوپرجاذب، در انتقال بیشتر مواد به بذر، به‌ویژه در انتهای فصل و شرایط گرم و خشک تابستان موثر بوده است، و در نتیجه در شرایط استفاده از این ماده، شاخص برداشت گیاه افزایش یافت. در یک پژوهش گزارش شد که استفاده از کود دامی و پلیمر سوپرجاذب باعث افزایش شاخص برداشت ذرت نسبت به عدم مصرف آن‌ها شد، به‌طوری‌که در بین نسبت‌های مختلف کود دامی با پلیمر سوپرجاذب بیشترین شاخص برداشت از تیمار ۶۵ درصد کود دامی و ۳۵ درصد پلیمر سوپرجاذب و کمترین مقدار آن از تیمار شاهد به‌دست آمد (۲۱). در پژوهش دیگری گزارش شد که تنش آب دارای اثر منفی بر تمامی خصوصیات کمی زیره سیاه (*Carum carvi* L.) بود (۲۳).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج برهمکنش سوپرجاذب و اسیدهیومیک نشان داد که کاربرد اسیدهیومیک در تمامی سطوح سوپرجاذب مورد مطالعه، عملکرد ماده خشک را در مقایسه با شاهد افزایش داد، ضمن این‌که کاربرد همزمان این اسید آلی و ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب، در بهبود تعداد شاخه فرعی در بوته مؤثر بود. نتایج هم‌چنین نشان داد که عملکرد بذر، وزن بذر در بوته و ارتفاع بوته در مدار آبیاری ۵ روز، در شرایط کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند، ضمن این‌که کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب در مدار آبیاری ۱۰ روز نیز منجر به تولید بیشترین عملکرد ماده خشک شد. در بررسی اثر متقابل سه‌گانهٔ سوپرجاذب، اسیدهیومیک و مدار آبیاری مشاهده شد که در مدار آبیاری ۵ روز و در هر دو شرایط بدون و با محلول‌پاشی اسیدهیومیک، بیشترین عملکرد بذر و وزن بذر در بوته در نتیجهٔ کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب حاصل شد، ضمن این‌که کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب نیز در مدار آبیاری ۵ روز و در شرایط کاربرد و عدم‌کاربرد اسیدهیومیک منجر به تولید بیشترین عملکرد ماده خشک و تعداد شاخه فرعی در بوته شد. به‌طورکلی با توجه به یافته‌های این پژوهش، به نظر می‌رسد که استفاده از ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب در مدارهای آبیاری بین ۵ تا ۱۰ روز به‌همراه محلول‌پاشی اسیدهیومیک، ضمن تولید عملکرد مطلوب ریحان در یک نظام زراعی کم‌نهاده و بهبود بخشیدن به وضعیت حاصلخیزی خاک، سبب کاهش مخاطرات زیست‌محیطی ناشی از نهاده‌های شیمیایی شده و در نتیجه می‌تواند پایداری تولید در درازمدت را به‌دنبال داشته باشد.

سپاسگزاری

هزینهٔ انجام این آزمایش (کد ۲/۲۲۶۲۴ مورخ ۱۳۹۱/۷/۱۸) از محل اعتبار پژوهه معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدین‌وسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1- Abedi-Koupai J., Sohrab J. and Swarbrick G. 2008. Evaluation of hydrogel application on soil water retention characteristics. Journal of Plant Nutrition, 31: 317-331.
2- Albayrak S. and Camas N. 2005. Effect of different levels and application times of humic acid on root and leaf

yield and yield component of forage turpin. Journal of Agronomy, 42: 130-133.
3- Canellas L.P., Facanha A.Q., Olivares F.L. and Facanha A.R. 2002. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H^+-ATPase activity in maize roots. Plant Physiology, 130: 1951-1957.
4- Chu M., Zhu S.Q. Li H.M., Huang Z.B. and Li S.Q. 2006. Synthesis of poly (acrylic acid)/sodium humate superabsorbent composite for agricultural use. Journal of Applied Polymer Science, 102: 5137-5143.
5- Dabhi R., Bhatt N. and Pandit B. 2013. Effect of irrigation water quality on the rate of water absorption by super absorbent polymers. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 3: 496-500.
6- Doupis G., Bertaki M. Psarras G., Kasapakis I. and Chartzoulakis K. 2013. Water relations, physiological behavior and antioxidant defence mechanism of olive plants subjected to different irrigation regimes. Scientia Horticulturae, 153: 150-156.
7- Eneji A.E., Islam R., An P. and Amalu U.C. 2013. Nitrate retention and physiological adjustment of maize to soil amendment with superabsorbent polymers. Journal of Cleaner Production, 52: 474-480.
8- Farhoodi R.F. and Makizade Tafti M. 2013. Evaluation of effects of drought stress on growth, yield, oil contents and Kamazolen percentage of 3 varieties of *Matricaria recutita* in Khuzestan conditions. Iranian Journal of Field Crops Research, 10: 735-741. (In Persian with English abstract).
9- Fazeli Rostampour M., Yarnia M., and Rahimzadeh Koee F. 2012. Effect of polymer and irrigation regimes on dry matter yield and several physiological traits of forage sorghum. African Journal of Biotechnology, 11: 10834-10840.
10- Gholami H., Samavat S. and Ardebili Z.O. 2013. The alleviating effects of humic substances on photosynthesis and yield of *Plantago ovate* in salinity conditions. International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 4: 1683-1686.
11- Ghorbani S., Khazaee H.R., Kafi M. and Banayan Aval M. 2009. Effect of humic acid application in water of irrigation on yield and yield components of *Zea mays* L. Iranian Journal of Agroecology, 2: 123-131. (in Persian with English abstract).
12- Govindarajan M., Sivakumar R. Rajeswary M. and Yogalakshmi K. 2013. Chemical composition and larvicidal activity of essential oil from *Ocimum basilicum* (L.) against *Culex tritaeniorhynchus*, *Aedes albopictus* and *Anopheles subpictus* (Diptera: Culicidae). Experimental Parasitology, 134: 7-11.
13- Hutterman A., Zommorodi M. and Reise K. 1999. Addition of hydro gels to soil prolonging the survival of *pinus halepensis* seedling subjected to drought. Soil and Tillage Research, 50: 295-304.
14- Islam M.R., Eneji A.E. Ren C., Li J. and Hu Y. 2011. Impact of water-saving superabsorbent polymer on oat (*Avena* spp.) yield and quality in an arid sandy soil. Scientific Research and Essays, 6: 720-728.
15- Jahan M., Amiri M.B., Dehghanipoor F. and Tahami Zarandi M.K. 2013. The effect of biofertilizers and winter cover crops on essential oil production and some agroecological charactristics of basil (*Ocimum basilicum* L.) in an organic cropping system. Iranian Journal of Field Crops Research, 10: 751-763. (in Persian with English abstract).
16- Jahan M., Kamayestani N. and Ranjbar F. 2013. Assay for applying super absorbent polymer in a low input corn (*Zea mays* L.) production system aimed to reduce drouth stress under Mashhad conditions. Iranian Journal of Agroecology, 5: 272-281. (in Persian with English abstract).
17- Jahan M., Sohrabi R., Doayee F. and Amiri M.B. 2013. Effect of super absorbent water application in soil and humic acid foliar application on some agroecological characteristics of bean (Phaseolus vulgaris L.) in Mashhad (Iran). (in Persian with English abstract).
18- Jahan M., Amiri M.B. Shabahang J., Ahmadi F. and Soleymani F. 2014. The effects of winter cover crops and plant growth promoting rhizobacteria on some soil fertility aspects and crops yield in an organic production system of *Ocimum basilicum* L. Iranian Journal of Field Crops Research, 11: 562-572. (in Persian with English abstract).
19- Jahan M., Nassiri Mahallati M., Ranjbar F., Aryaee M. and Kamayestani N. 2015. The effects of super absorbent polymer application into soil and humic acid foliar application on some agrophysiological criteria and quantitative and qualitative yield of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under Mashhad conditions. Iranian Journal of Agroecology, 6: 753-766. (in Persian with English abstract).
20- Johnson M.S. 1984. The effect of gel-forming polyacrylamides on moisture storage in sandy soils. Journal of the Science of Food and Agriculture, 35: 1196-1200.
21- Khadem A., Ramroodi M., Gloy M. and Roosta M.J. 2011. Effect of drought stress and application of different levels of manure and super absorbent polymer on yield and yield components of *Zea mays* L. Iranian Journal of Field Crops Science, 42: 115-123. (in Persian with English abstract).
22- Kuhestani Sh., Asgari N. and Maghsudi K., 2009. Assessment effects of super absorbent hydro gels on corn yield (*Zea mays* L.) under drought stress condition. Iranian water Research Journal, 4: 57-67. (in Persian with English abstract).
23- Laribi B., Bettaieb I., Kouki K., Sahli A., Mougou A. and Marzouk B. 2009. Water deficit effects on caraway (*Carum carvi* L.) growth, essential oil and fatty acid composition. Industrial Crops and Products, 31: 34-42.

24- Lim Y. and Eom S.K. 2013. Effects of different light types on root formation of *Ocimum basilicum* L. cuttings. Scientia Horticulturae, 164: 552-555.
25- Maccarthy P. 2001. The principles of humic substances. Soil Science, 166: 738-751.
26- Mao S., Islam M.R., Xue X., Yang X., Zhao X. and Hu Y. 2011. Evaluation of a water-saving superabsorbent polymer for corn (*Zea mays* L.) production in arid regions of Northern China. African Journal of Agricultural Research, 6: 4108-4115.
27- Mohammadipour E., Golchin A., Mohammadi J., Negahdar N. and Zarchini M. 2012. Effect of humic acid on yield and quality of marigold (*Calendula officinalis* L.). Annals of Biological Resarch, 3: 5095-5098.
28- Natesan, R., Kandasamy S., Thiyageshwari S. and Boopathy P.M. 2007. Influence of lignite humic acid on the micronutrient availability and yield of blackgram in an alfisol. Science World Journal, 7: 1198-1206.
29- Nazarli, H., Zardashti M.R., Darvishzadeh R. and Najafi S. 2010. The effect of water stress and polymer on water use efficiency, yield and several morphological traits on sunflower. Not Science Biology, 2: 53-58.
30- Noroozi M. and Kazemeini A.R. 2012. Effect of irrigation at least and plant density on growth and seed yield of Iranian Journal of *Carthamus tinctorius*. Field Crops Research, 10: 781-789. (in Persian with English Summary).
31- Nykanen V.P.S., Nykanen A., Puska M.A., Goulart-Silva G. and Ruokolainen J. 2011. Dual-reponsive and super absorbing thermally cross-linked hydrogel based on methacrylate substituted polyphosphazene. Soft Matter, 7: 4414-4424.
32- Passioura J.B. 2007. The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. Journal of Experimental Botany, 58: 113-117.
33- Puglisi E., Fragoulis G., Ricciuti P., Cappa F., Spaccini R., Piccolo A., Trevisan M., and Crecchio C. 2009. Effects of a humic acid and its size-fractions on the bacterial community of soil rhizsphere under maize (*Zea mays* L.). Chemosphere, 77: 829-837.
34- Rezazadeh H., Khrasani S.K. and Haghighi R.S.A. 2012. Effects of humic acid on decrease of phosphorus usage in forage maize var. KSC704 (*Zea mays* L.). Australian Jurnal of Agricultural Engineering, 3: 34-38.
35- Salehi B., Bagherzade A. and Ghasemi M. 2012. Effects of humic acid on growth characteristics, yield and yield components of 3 vatieties of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). Iranian Journal of Agroecology, 2: 640-647. (in Persian with English abstract).
36- Samavat S., Malakuti M., Samavat S. and Malakooti M. 2006. Important use of organic acid (humic and fulvic) for increase quantity and quality agriculture productions. Water and Soil Researchers Technical, 463: 1-13.
37- Shaalan M.N. 2005. Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis* L.). Egyptian Journal of Agricultural Research, 83: 271-284.
38- Shahhoseini R., Omidbeigi R. and Kiani D. 2012. Evaluation of effect of biosulfur and nitroxin and super absorbent polymer on growth, yield and quantity of oil of *Ocimum basilicum* L. Iranian Journal of Horticultural Sciences, 26: 246-254. (in Persian with English abstract).
39- Tahami Zarandi M.K., Rezvani Moghaddam P. and Jahan M. 2010. Comparison of the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil content of basil (*Ocimum basilicum* L.). Iranian Journal of Agroecology, 2: 70-82. (in Persian with English abstract).
40- Tahir M.M., Khurshid M., Khan M.Z., Abbasi M.K. and Kazmi M.H. 2011. Lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils. Pedosphere, 21: 124-131.
41- Turkmen O., Demir S., Sensoy S. and Dursun A. 2005. Effect of arbuscular mycorrhizal fungus and humi acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. Journal of Biological Sciences, 5: 565-574.
42- Verlinden G., Pycke B., Mertens J., Debersaques F., Verheyen K., Baert G., Bries J. and Haesaert G. 2009. Application of humic substances results in consistent increases in crop yield and nutrient uptake. Journal of Plant Nutrition, 32: 1407-1426.
43- Wu S.C., Caob Z.H., Lib Z.G., Cheunga K.C. and Wong M.H. 2005. Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma, 125: 155-166.
44- Xie L., Liu M., Ni B., Zhang X. and Wang Y. 2011. Slow-release nitrogen and boron fertilizer from a functional superabsorbent formulation based on wheat straw and attapulgite. Chemical Engineering Journal, 167: 342-348.
45- Yazdani F., Allahdadi I. and Akbari G.A. 2012. Impact of superabsorbent polymer on yield and growth analysis of soybean (*Glycine max* L.) under drought stress condition. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10: 4190-4196.
46- Zheng T., Liang Y.H., Ye S.H. and He Z.Y. 2009. Superabsorbent hydrogels as carriers for the controlled-release of urea: experiments and a mathematical model describing the release rate. Biosystems Engineering, 102: 44-50.
47- Zhong K., Zheng X.L., Mao X.Y., Lin Z.T. and Jiang G.B. 2012. Sugarcane bagasse derivative-based superabsorbent containing phosphate rock with water-fertilizer integration. Carbohydrate Polymers, 90: 820-826.
48- Zhong K., Lin Z.T., Zheng X.L., Jiang G.B., Fang Y.S., Mao X.Y. and Liao Z.W. 2013. Starch derivative-based superabsorbent with integration of water-retaining and controlled-release fertilizers. Carbohydrate Polymers, 92: 1367-1376.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۶۸-۲۵۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 255-268
ISSN: 2008 - 4730

اثر تنش شوری بر غلظت عناصر غذایی در رقم‌های بادام 'شکوفه'، 'سهند' و ژنوتیپ '۴۰-۱۳' پیوند شده روی پایه GF_{677}

علی مومن پور[1*]- علی ایمانی[2]- داود بخشی[3]- حامد رضایی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۰۷

چکیده

نوع ترکیب پایه و پیوندک و سطح شوری می‌تواند، غلظت عناصر غذایی برگ و ریشه‌های بادام را تحت تاثیر قرار دهد. در این تحقیق، اثر تنش شوری بر غلظت عناصر غذایی برگ و ریشه‌های تعدادی از ژنوتیپ‌های بادام به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور ژنوتیپ در ۴ سطح و شوری آب آبیاری در پنج سطح و با سه تکرار در سال ۱۳۹۲ در گلخانهٔ تحقیقاتی موسسه نهال و بذر کرج بررسی شد. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شامل شکوفه، سهند و ۴۰-۱۳پیوند شده روی پایه GF_{677} و پایه GF_{677} (بدون پیوند به عنوان شاهد) و شوری آب آبیاری شامل صفر، ۱/۲، ۲/۴، ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر نمک (که به ترتیب هدایت الکتریکی برابر ۰/۵، ۲/۵، ۴/۹، ۷/۳ و ۹/۸ دسی‌زیمنس بر متر داشتند)، بودند. نتایج نشان داد که نوع پیوندک و سطح شوری بر غلظت عناصر غذایی برگ و ریشه موثر است. ارزیابی غلظت عناصر غذایی در برگ و ریشه نشان داد که در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، بیشترین مقدار کلر و سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم، سدیم به کلسیم، سدیم به منیزیم، سدیم به فسفر و کمترین مقدار کلسیم، منیزیم، فسفر و مس در برگ و ریشه و کمترین غلظت روی در برگ، در شوری ۹/۸ دسی زیمنس بر متر، مشاهده شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که نوع پیوندک در ممانعت از جذب سدیم و کلر توسط ریشه و انتقال آن به قسمت هوایی موثر است. غلظت کلر و سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم و سدیم به فسفر در سطوح شوری ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر و نسبت سدیم به کلسیم و سدیم به منیزیم در شوری ۴/۸ گرم در لیتر در رقم شکوفه بطور معنی‌داری از سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده، کمتر بود. همچنین، این رقم توانست، در سطوح شوری ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر، از طریق افزایش معنی‌دار درصد پتاسیم و غلظت آهن نسبت به گیاهان شاهد، به مقدار بیشتری از سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده، با اثرات مخرب سدیم مقابله کند. در مجموع در این تحقیق، رقم شکوفه، به عنوان متحمل‌ترین رقم به شوری تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: بادام، پایه GF_{677}، تنش شوری، عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف، رقم شکوفه

مقدمه

بادام یکی از درختان میوه مناطق معتدله بومی فلات ایران است که طبق آخرین آمار به دست آمده در سال ۱۳۹۰، ایران با سطح زیرکشت بیش از ۱۷۰ هزار هکتار و تولید ۱۵۸ هزار تن، سومین کشور تولید کننده آن در دنیا محسوب می شود (۵). بادام در مناطقی با زمستان‌های معتدل و تابستان‌های گرم وخشک رشد می‌کند. اکثر مناطق ایران در اقلیم خشک و نیمه خشک قرار دارند که رشد و نمو گیاهان را با محدودیت مواجه می‌کند. معمولاً در این گونه مناطق شوری آب نیز بالاست که این امر موجب آسیب بیشتر می‌شود. در چنین شرایطی یکی از بهترین راهکارهای مقابله با شوری استفاده از ترکیب پایه و پیوندک‌های متحمل می‌باشد (۸ و ۹). تحقیقات مختلف نشان داده است که بادام در زمره درختان میوه نسبتاً حساس به شوری قرار دارد. درختان بادام می‌توانند در خاک‌هایی با شوری کم مقاومت داشته باشند و تا هدایت الکتریکی ۱/۵ دسی زیمنس بر متر کاهشی در عملکرد آن‌ها مشاهده نمی‌شود، در حالی‌که در شوری به میزان ۲/۸ دسی زیمنس بر متر به میزان ۲۵ درصد و ۴/۱ دسی زیمنس بر متر به میزان ۵۰ درصد و سرانجام در ۷ دسی زیمنس بر متر تا میزان ۱۰۰ درصد از عملکرد آن کاسته می‌شود (۸ و ۱۰). همچنین گزارش شده است که بادام قادر است میزان کلر موجود در آب آبیاری را تا حداکثر، ۱/۱ گرم در لیتر تحمل نماید و میزان کاهش عملکرد آن نسبت به شوری آب شبیه شوری خاک است (۸، ۹ و ۱۰). بنابراین در بادام نیز، همانند سایر درختان میوه، انتخاب پایه و پیوندک‌های

۱ و ۳- دانش آموخته دکتری و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان
(*-نویسنده مسئول: Email: alimomenpour2005@gmail.com)
۲- دانشیار موسسه نهال و بذر کرج
۴- استادیار موسسه آب و خاک کرج

متحمل، استراتژی بسیار مناسبی به منظور کاهش عوارض ناشی از شوری مخصوصاً در نواحی خشک کشور می‌باشد. مشخص شده است که پایه GF_{677} متحمل به شوری می‌باشد، در حالی‌که پایه نماگارد [*P.persica* × *P. davidiana*]، حساسیت بالایی به شوری دارد (۱۶). تحمل پایه GF_{677} نسبت به سطوح مختلف شوری حاصل از کلرید سدیم مورد بررسی قرار گرفته و نشان داده شده است که این پایه نسبت به شوری متحمل است بطوریکه شوری تا ۶۰ میلی مولار (۵/۵ دسی زیمنس بر متر) را تحمل می‌کند (۱۹) همچنین، گزارش شده است که پایه GF_{677} از طریق مکانیسم تدافعی ایجاد محدودیت در جذب و یا انتقال سدیم به قسمت‌های هوایی و نیز حفظ سطح مناسبی از پتاسیم، تحمل بالاتری نسبت به نمک کلرید سدیم در مقایسه با پایه بذری تووانو[1] (هیبرید بین رقم خودگرده افشان تونو و رقم ژنکو[2] در شرایط گرده افشانی کنترل شده) داشته و می‌تواند شوری تا ۵۰ میلی‌مولار (۵/۲ دسی زیمنس بر متر) را تحمل کند (۱۷). در تحقیق دیگری، مومن پور و همکاران (۱۵)، اثر تنش شوری نمک‌های طبیعی را روی پایه GF_{677} بررسی و گزارش کردند، این پایه قابلیت تحمل شوری تا ۴/۹ دسی زیمنس بر متر را دارد (۱۵). لذا با توجه به گزارشات موجود، از این پایه می‌توان به عنوان یک پایه متحمل به شوری برای مناطقی با شوری متوسط استفاده نمود. مکانیسم‌های مختلفی در جهت تحمل شوری وجود دارند که از جمله آن‌ها می توان به توزیع یکنواخت یون‌های نمکی سمی در داخل واکوئل های سلول، تجمع یون‌های متعادل کننده اسمزی در داخل سیتوپلاسم، قابلیت کاهش جذب کلر یا سدیم توسط ریشه‌ها و عدم انتقال کلر یا سدیم به قسمت‌های هوایی اشاره کرد (۶). در تحقیقات انجام شده روی گیاهان مختلف تحت شرایط تنش شوری نشان داده شده است که سدیم، باعث عدم تعادل اسمزی، تخریب غشاهای سلولی، کاهش رشد، جلوگیری از تقسیم و بزرگ‌شدن سلول‌ها می‌شود، ولی پتاسیم در حفظ تعادل اسمزی، باز و بسته شدن روزنه‌ها و فعال‌سازی تعدادی از آنزیم‌ها نظیر پیروات‌کیناز[3] موثر می‌باشد (۲۵ و ۲۶). گیاه به صورت انتخابی جذب پتاسیم را به سدیم ترجیح می‌دهد ولی در صورت بیشتر بودن غلظت یون سدیم در محلول خاک، کمبود پتاسیم در گیاه قطعی است (۱۱). اثر تیمار شوری کلریدسدیم بر میزان جذب عناصر غذایی در بادام تلخ در محیط کشت درون شیشه ای بررسی و گزارش شد که با افزایش سطوح شوری، غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن کاهش و غلظت عناصر روی، مس، منگنز، بر، سدیم و کلر با افزایش سطوح شوری افزایش نشان دادند (۲۳). مومن پور و همکاران (۱۴)، اثر تنش شوری بر خصوصیات رشدی و غلظت عناصر غذایی در رقم‌های بادام 'شاهرود ۱۲'، 'تونو' و ژنوتیپ '۱۶-۱' پیوند شده روی پایه GF_{677} را بررسی و گزارش کردند، بیشترین مقدار کلر (۴/۹۴ درصد) و سدیم (۲/۱۲ درصد)، نسبت سدیم/پتاسیم (۲/۰۳)، سدیم/کلسیم (۱/۹۲)، سدیم/منیزیم (۶/۸۱)، سدیم/فسفر (۱۴/۰۷) و کمترین مقدار کلسیم (۱/۰۶ درصد)، منیزیم (۰/۳۳ درصد)، فسفر (۰/۱۴۶ درصد)، روی (۳۲/۷ قسمت در میلیون) و مس (۹/۳۳ قسمت در میلیون) برگ، در تیمار شوری ۹/۸ دسی زیمنس بر متر، مشاهده شد (۱۴). با بررسی اثر تنش شوری بر وضعیت عناصر غذایی پنج رقم زیتون معلوم شد، شوری اثر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن و فسفر نداشت ولی غلظت کاتیون‌های منیزیم، کلسیم و پتاسیم، در اثر شوری کاهش یافت که این کاهش در ریشه بیشتر از اندام‌های هوایی بود. میزان یون‌های سدیم و کلر در ریشه افزایش یافت و از ورود آن‌ها به اندام هوایی جلوگیری شد، به‌طوری‌که میزان عدم انتقال این عناصر به بخش هوایی بستگی به رقم داشت (۲۱).

پایه‌های مرکبات هم اختلاف گسترده‌ای در تحمل شوری خاک دارند و تمام درختان مرکبات تجاری روی پایه‌هایی پیوند می شوند، که قادرند مقدار تجمع کلر یا سدیم موجود در برگ‌ها را کنترل نمایند (۷). در تحقیقی اثر تنش شوری در دو سطح صفر (شاهد) و ۷۵ میلی‌مول در لیتر بر غلظت عناصر غذایی سه رقم پرتقال والنسیا[4]، نارنگی تانگور[5] و لیموی تیلور[6] که روی پایه کلئوپاترا[7] پیوند شده بودند، بررسی و گزارش شد که پیوندک والنسیا دارای غلظت سدیم کمتری از دو پیوندک دیگر بود (۳). اثر تنش شوری در ۴ سطح صفر (شاهد)، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مول بر لیتر بر غلظت عناصر غذایی برگ‌های دو رقم نارنگی کلمانتین[8] و پرتقال وانشگتن ناول[9] که روی روی پایه کلئوپاترا پیوند شده بودند، بررسی و گزارش شد که میزان تجمع کلر و سدیم در برگ‌های پرتقال واشینگتن ناول بطور معنی‌داری بیشتر بود (۲). در تحقیق دیگری، غلظت عناصر غذایی در دو رقم گیلاس 'Bigarreau Burlat' و 'Tragana Edessis' پیوند شده بر روی پایه مازارد[10]، تحت شرایط تنش شوری (صفر، ۲۵ و ۵۰ میلی‌مول در لیتر) بررسی و گزارش شد که با افزایش میزان شوری غلظت سدیم در برگ‌های بالایی، وسطی و شاخساره گیاهان در در هر دو رقم افزایش یافت به‌طوری‌که میزان افزایش در رقم 'Bigarreau Burlat' بیشتر بود. رقم 'Tragana Edessis' دارای

1- Touvano
2- Genco
3- Pirovat Kinaz

4- Valencia
5- Tangor
6- Taylor
7- Celopatra
8- Celemantin
9- Washington Navel
10- Mazard

سطح بالاتری از پتاسیم بود. با توجه به بررسی سایر صفات، گزارش شده بود که این رقم دارای مقامت بیشتری نسبت به شوری دارد (۱۸).

با توجه به مطالعات انجام شده، یکی از راه‌های پی بردن به میزان تحمل ارقام مختلف نسبت به تنش شوری از طریق بررسی وضعیت عناصر غذایی در برگ و ریشه‌های آن‌ها می باشد. لذا این تحقیق با هدف بررسی اثر تنش شوری بر غلظت عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف در برگ‌های ارقام پیوند شده روی پایه GF_{677} و اثر تنش شوری و نوع رقم پیوندی بر غلظت عناصر غذایی در ریشه‌های پایه GF_{677} و انتخاب متحمل ترین ترکیب پایه و پیوندک به شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، اثر تنش شوری بر غلظت عناصر غذایی در برگ و ریشه‌های تعدادی از ژنوتیپ‌های بادام به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور ژنوتیپ در ۴ سطح و شوری آب آبیاری در پنج سطح و با سه تکرار در سال ۱۳۹۲ در گلخانهٔ تحقیقاتی موسسه نهال و بذر کرج بررسی شد. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شامل شکوفه، سهند و ۴۰-۱۳، پیوند شده روی پایه GF_{677} و همچنین پایه GF_{677} (به صورت پیوند نشده) و شوری آب آبیاری شامل صفر، ۱/۲، ۲/۴، ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر نمک طبیعی (که به ترتیب هدایت الکتریکی برابر ۰/۵، ۲/۵، ۴/۹، ۷/۳ و ۹/۸ دسی زیمنس بر متر داشتند)، بودند. به منظور انجام این تحقیق، ابتدا پایه‌های GF_{677} در اواخر اسفند ماه در داخل گلدان‌های ۲۵ کیلویی حاوی خاکی با بافت لوم متشکل از ۴۶ درصد شن، ۳۴ درصد سیلت و ۲۰ درصد رس کاشته شدند (جدول ۱)، سپس ژنوتیپ‌های مورد با استفاده از پیوند شکمی در ابتدای خردادماه روی آن‌ها پیوند شدند و پس از رشد کافی پیوندک‌ها (دو ماه پس از عمل پیوند)، اعمال تیمارهای شوری آغاز شد و به مدت سه ماه (۱۳ هفته)، ادامه یافت (مشخصات ژنوتیپ‌های مطالعه شده در آغاز تیمار شوری در جدول ۴ آمده است). به منظور اعمال تیمارهای شوری، از نمک‌های طبیعی جمع آوری شده از دریاچه نمک استان قم، استفاده شد که ترکیب آن در جدول ۲ ارائه شده است. به منظور اجتناب از ایجاد شوک ناگهانی و پلاسمولیز، افزودن نمک‌ها به صورت تدریجی انجام گردید. بدین منظور، ابتدا گیاهان با تیمار ۲/۴ گرم در لیتر، آبیاری شدند و برای اعمال تیمار شوری با غلظت ۳/۶ و ۴/۸ گرم درلیتر روی گیاهان، در مرتبه دوم (۳/۵ روز پس از آغاز اعمال تیمار شوری)، با تیمار ۳/۶ گرم در لیتر آبیاری شدند. در نهایت، در مرتبه سوم گیاهانی که قرار بود با تیمار ۴/۸ گرم در لیتر نمک تیمار شوند، با این غلظت از نمک موجود در آب، آبیاری شدند و در نتیجه در مدت یک هفته پس از آغاز اعمال تیمار شوری، به غلظت نهایی رسانده شد. میزان رطوبت خاک گلدان‌ها در سطح ظرفیت مزرعه[1] قبل از انتقال گیاهان به گلدان، به کمک دستگاه صفحه فشاری[2] (مدل F1 شرکت تجهیزات رطوبت خاک کشور آمریکا[3]) تعیین شد. آبیاری گلدان‌ها با توجه به تغییرات وزن آن‌ها و لحاظ نیاز آبشویی، انجام شد و به هر گلدان در هر بار از اعمال تنش شوری، ۱/۹۹۰ لیتر آب از تیمار مورد نظر، اضافه شد. بطوریکه در طی دوره آزمایش (۹۱ روز)، تیمارهای شاهد و ۲/۴ دسی‌زیمنس بر متر، ۲۰ مرتبه، تیمار ۴/۹ دسی زیمنس بر متر، ۱۹ مرتبه و تیمارهای ۷/۳ و ۹/۸ دسی زیمنس بر متر، ۱۷ مرتبه، اعمال شدند. تعداد دفعات کمتر آبیاری در سطوح ۷/۳ و ۹/۸ دسی زیمنس بر متر به دلیل کاهش سرعت رشد گیاهان و کاهش تبخیر و تعرق توسط آن‌ها از یک طرف و وجود نمک بیشتر در خاک این گلدان‌ها بود. این شرایط باعث حفظ رطوبت به مدت بیشتری شده و فاصله زمان بین دو آبیاری در این تیمارها را افزایش می‌داد و در نتیجه تعداد دفعات آبیاری در تیمارهای شوری با غلظت‌ها بالاتر در طول دوره آزمایش نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافتند. همچنین، به منظور اطمینان از انجام نیاز آبشویی خاک گلدان‌ها، پس از هر مرتبه آبیاری، زه آب تعدادی از گلدان‌ها بطور تصادفی جمع‌آوری و هدایت الکتریکی و pH آن‌ها اندازه‌گیری شد. در نهایت در پایان آزمایش نیز، نمونه خاک، از هر یک از سطوح اعمال تیمار شوری، تهیه و آنالیز شد (جدول ۳).

پس از اتمام دوره آزمایش برگ‌ها و ریشه‌ها جدا شدند و پس از شستشوی دقیق، به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از خشک شدن، نمونه‌ها با آسیاب برقی به صورت پودر در آورده شدند. پس از تهیه خاکستر از مواد گیاهی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد، عصاره گیری با استفاده از ۱۰ میلی‌لیتر کلریدریک اسید ۲ نرمال و آب مقطر و رساندن به حجم ۵۰ میلی‌لیتر انجام شد. در نهایت غلظت سدیم و پتاسیم در عصاره با دستگاه فلیم‌فتومتر (JENWAY مدل PFP7)، آهن، فسفر و مس با دستگاه اسپکتروفتومتری (مدل BT600 Plus ساخت کشور کانادا) به ترتیب در طول موج‌های ۵۱۵، ۴۷۰ و ۶۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شدند. همچنین، مقدار کلسیم، منیزیم و روی به روش تیتراسیون اندازه‌گیری شدند (۴). به منظور اندازه‌گیری کلر، ۰/۱ گرم از بافت‌های (ریشه و برگ) خشک‌شده در آون را با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن کرده و سپس به ارلن مایر ۵۰ میلی‌لیتری منتقل شدند. به نمونه‌ها ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر جوش اضافه‌شد و سپس به مدت یک ساعت روی شیکر با ۱۲۰ دور در دقیقه قرارگرفتند و

1- Field Capacity
2- Pressure plate
3- Soil moisture equipment corporation

عصاره‌ها در چند مرحله کاملاً صاف‌شدند و با آب مقطر به حجم رسانده شدند. ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره ها برداشته شدند و ۴ قطره دی‌کرومات پتاسیم به آن‌ها اضافه شد و با محلول نیترات نقره ۰/۰۵ نرمال تا ظهور رنگ قرمزآجری تیتر شدند. مقدار نیترات نقره مصرفی برای نمونه‌ها یادداشت و درصد کلر با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (۲۴).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مخلوط خاکی مورد استفاده

Table 1- Physical and chemical characteristics of soil mixture

عنوان Title	واحد Unit	مقدار Value	عنوان Title	واحد Unit	مقدار Value
رطوبت اشباع (S.P)	درصد (%)	39	بافت (Texture)	–	لوم
۱۰۰× حجم عصاره× وزن نمونه					
رطوبت ظرفیت زراعی (FC)	درصد (%)	27.33	کلسیم محلول (Ca)	پی‌پی‌ام (ppm)	1230
رطوبت نقطه پژمردگی (PWP)	درصد (%)	14.8	منیزیم (Mg)	پی‌پی‌ام (ppm)	316.2
شوری (EC)	دزیمنس بر متر (ds/m)	1.28	کربنات کلسیم معادل (T.N.V)	درصد (٪)	13.8
واکنش خاک (pH)	–	7.5	مس (Cu)	پی‌پی‌ام (ppm)	2.12
نیتروژن (N)	درصد (٪)	0.15	روی (Zn)	پی‌پی‌ام (ppm)	4.86
کربن آلی (O.C)	درصد (٪)	1.49	آهن (Fe)	پی‌پی‌ام (ppm)	27.34
فسفر قابل جذب (P_{avr})	پی‌پی‌ام (ppm)	104.9	پتاسیم قابل جذب ($K_{avr.}$)	پی‌پی‌ام (ppm)	690
شن (Sand)	درصد (٪)	46	منگنز قابل جذب (Mn)	پی‌پی‌ام (ppm)	16.26
سیلت (Silt)	درصد (٪)	34	سدیم محلول (Na)	پی‌پی‌ام (ppm)	93.15
رس (Clay)	درصد (٪)	20			

جدول ۲- خصوصیات کیفی آب مورد استفاده

Table 2- Water qualitative characteristics used

نمونه آب مورد استفاده با سطوح مختلف کلرید سدیم Sample water used with NaCl different levels	شوری ds/m	واکنش آب (pH)	سدیم Na (mg/L)	کلر Cl (mg/L)	کلسیم Ca (mg/L)	منیزیم Mg (mg/L)	بی کربنات Hco_3^- (mg/L)
شاهد (صفر گرم در لیتر) Control 0 (g/L)	0.5	7.3	22.1	35.5	62	17.1	98
۱/۲ گرم در لیتر 1.2 (g/L)	2.5	7.4	389	664	70	20.5	126
۲/۴ گرم در لیتر 2.4 (g/L)	4.9	7.6	809	1386	79	23.01	137
۳/۶ گرم در لیتر 3.6 (g/L)	7.3	7.7	1231	2113	88	23.6	149
۴/۸ گرم در لیتر 4.8 (g/L)	9.8	7.8	1653	2836	99	25.7	159

جدول ۳- مقادیر شوری و واکنش مخلوط خاکی مورد استفاده در گلدان‌ها پس از اعمال تنش شوری

Table 3- EC and pH of soil mixture used in pots then perform salinity stress

نمونه خاک تیمار شده با سطوح مختلف کلرید سدیم Sample treatment soil with NaCl different levels	شوری ds/m	واکنش خاک (pH)
شاهد Control 0 (g/L)	7.4	1.2
۱/۲ گرم در لیتر 1.2 (g/L)	7.55	3.2
۲/۴ گرم در لیتر 2.4 (g/L)	7.65	5.7
۳/۶ گرم در لیتر 3.6 (g/L)	7.8	8.3
۴/۸ گرم در لیتر 4.8 (g/L)	7.9	10.9

جدول ٤- وضعیت رشدی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شروع اعمال تیمار شوری

Table 4- Growth status of genotypes studied at the start of salinity treatment

ژنوتیپ Genotypes	قطر پیوندک Diameter of scion (mm)	قطر پایه‌های شاهد در سطح خاک Diameter of control rootstocks in soil surface (mm)	ارتفاع پایه‌های شاهد Hight of control rootstocks (Cm)	تعداد برگ (شاخه اصلی) Number of leaves	ارتفاع پیوندک Hight of scion (Cm)	تعداد انشعابات Number of ramification
Shokofeh	5.39	-	-	86.02	43.20	4.27
Sahand	4.87	-	-	74.22	42.99	2.67
13-40	5.08	-	-	51.25	34.05	4.07
GF_{677}	-	10.26	87.41	59.93	-	4.13

تفاوت‌هایی که در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در هنگام آغاز تیمار شوری مشاهده می شود، به دلیل تفاوت در سرعت رشدی آن‌ها است و رشد آن‌ها در داخل گلخانه با شرایط کنترل شده، انجام شده است.

حجم کل× ۱۰۰× ۳۵/۵× نرمالیته نیترات نقره × میلی لیتر نیترات نقره مصرفی = کلر (٪)

در نهایت، تجزیه و تحلیل داده‌های آماری، با استفاده از نرم افـزار SAS (نسخه ۹/۱)، انجام و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه ای دانکن و نرم افزار Mstatc صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی ژنوتیپ، تیمار شوری و برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر درصد سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیـزیم، فسـفر، کلـر، مـس، آهـن، روی، نسـبت سـدیم/پتاسـیم، سدیم/کلسیم، سدیم/منیزیم و سدیم/فسفر، در سطح ۱ درصـد معنـی دار شدند.

برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر غلظت سدیم برگ و ریشه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشـان داد کـه در تمـامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، با افزایش غلظـت شـوری، مقـدار سـدیم در برگ بطور معنی‌داری افزایش یافت. بر اساس نتایج بـه دسـت آمـده، بیشترین غلظت سـدیم در بـرگ‌هـای پایـه GF_{677} و در شـوری ۹/۸ دسی زیمنس بر متر، مشاهده شد. غلظت سدیم در برگ‌های این پایه و در این سطح از شوری در مقایسه با رقـم سـهند و ژنوتیـپ ۴۰-۱۳ معنی‌دار نبود. غلظت سدیم در برگ‌های رقم شکوفه در دو سطح ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری از سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شـده کمتر بود. همچنین، نتایج نشان دادند که درصد افزایش غلظت سـدیم در برگ‌های رقم شکوفه نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار نبود (جدول ۵). این نتایج نشان می‌دهد که نـوع پیونـدک بـه‌طـور معنـی‌داری در ممانعت از جذب سدیم توسط ریشـه و انتقـال آن بـه قسـمت هـوایی موثر است. محققین دیگر نیز، اثر تنش شـوری را بـر غلظـت عناصـر غذایی برگ‌های دو رقم نارنگی کلمانتین و پرتقال وانشگتن ناول کـه روی پایه کلئوپاترا پیوند شده بودند، بررسی و گزارش کردند که میزان تجمع سدیم در برگ‌های پرتقال واشـینگتن نـاول بطـور معنـی داری بیشتر بود (۲ و ۳).

بر اساس نتایج به دست آمده، مقدار سدیم ریشه تحت تـاثیر نـوع پیوندک و غلظت شوری قرار گرفت. نتایج نشان دادند که بـا افـزایش غلظت شوری، مقدار سدیم ریشه افزایش یافت ولی مقدار افـزایش آن با توجه به نوع ژنوتیپ پیوندی متفاوت بود. بیشترین مقـدار سـدیم در ریشه‌های پایه GF_{677} (بدون پیوند) و با تیمار ۴/۸ گرم در لیتر (۱/۳۹

درصد)، مشاهده شد. مقدار سدیم در ریشه پایه‌هایی که رقم سهند، ژنوتیپ ۴۰-۱۳ و رقم شکوفه روی آن‌ها پیوند شده بودند در سطح ۴/۸ گرم در لیتر به ترتیب (۱/۰۷، ۱/۰۳ و ۰/۸۸ درصد)، بود. این نتایج حاکی از آن است که در این سطح از شوری، تمام ژنوتیپ‌های پیوندی و در سطح شوری ۳/۶ گرم در لیتر، تنها رقم شکوفه نسبت به پایه‌های GF_{677} پیوند نشده از طریق افزایش قدرت پایه توانستند به‌طور معنی‌داری از ورود سدیم به ریشه و انتقال آن به قسمت هوایی گیاه جلوگیری نمایند. در تحقیقات انجام شده روی گیاهان مختلف تحت شرایط تنش شوری نشان داده شده است که سدیم، باعث عدم تعادل اسمزی، تخریب غشاهای سلولی، کاهش رشد، جلوگیری از تقسیم و بزرگ‌شدن سلول‌ها می‌شود (۲۶ و ۲۷).

برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر غلظت پتاسیم برگ و ریشه

بر اساس نتایج به دست آمده، ژنوتیپ‌های پیوندی، عکس العمل‌های متفاوتی در پاسخ به تنش شوری از خود نشان دادند. با افزایش شوری، غلظت پتاسیم در برگ‌های رقم سهند تا سطح ۱/۲ گرم در لیتر و در ژنوتیپ ۴۰-۱۳ تا غلظت ۲/۴ گرم در لیتر به‌طور غیر معنی داری افزایش یافت. با افزایش بیشتر شوری، غلظت پتاسیم در برگ‌های رقم شکوفه تا سطح ۴/۸ گرم در لیتر، افزایش یافت که مقدار افزایش پتاسیم تنها در سطح ۴/۸ گرم در لیتر نسبت به گیاهان شاهد معنی دار بود. این نتایج نشان می‌دهد که رقم شکوفه از طریق افزایش مقدار پتاسیم به مقدار بیشتری از سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده در این تحقیق می‌تواند با اثرات منفی و مخرب سدیم مقابله کند (جدول ۵). گزارش شده است که پتاسیم در حفظ تعادل اسمزی، باز و بسته شدن روزنه‌ها و فعال‌سازی تعدادی از آنزیم‌ها نظیر پیروات‌کیناز موثر می‌باشد و اثرات مخرب سدیم را کاهش می‌دهد (۲۶ و ۲۷). نتایج حاصل از بررسی مقدار پتاسیم در برگ‌های پایه GF_{677} نشان داد که با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن تا ۲/۴ گرم در لیتر (۴/۹ دسی زیمنس بر متر)، مقدار پتاسیم در برگ‌های این گیاه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و سپس با افزایش بیشتر شوری، مقدار آن کاهش یافت. گزارش شده است که پایه GF_{677} از طریق مکانیسم تدافعی ایجاد محدودیت در جذب و یا انتقال سدیم به قسمت‌های هوایی و نیز حفظ سطح مناسبی از پتاسیم، می‌تواند شوری تا ۵۰ میلی‌مولار (۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر) را تحمل کند (۱۷).

نتایج حاصل از بررسی غلظت پتاسیم در ریشه‌های پایه GF_{677} نشان داد که مقدار شوری و نوع ژنوتیپ پیوندی بر مقدار آن موثر است. بر اساس نتایج به دست آمده، غلظت پتاسیم در پایه‌هایی که رقم سهند و ژنوتیپ ۴۰-۱۳ روی آن‌ها پیوند شده بودند، به ترتیب تا سطوح ۱/۲ و ۲/۴ گرم در لیتر افزایش یافت که مقدار افزایش غلظت پتاسیم در این سطوح از شوری نسبت به گیاهان شاهد، معنی‌دار نبود. در پایه‌هایی که رقم شکوفه روی آن‌ها پیوند شده بودند، غلظت پتاسیم ریشه تا سطح ۲/۴ گرم در لیتر افزایش یافت که مقدار افزایش پتاسیم نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار بود. با بررسی اثر تنش شوری بر وضعیت عناصر غذایی پنج رقم زیتون معلوم شد، که غلظت پتاسیم، در اثر شوری ابتدا افزایش و سپس با افزایش بیشتر غلظت شوری، کاهش یافت (۲۱). پتاسیم علاوه بر ایفای نقش اساسی در متابولیسم‌های حیاتی، در شرایط تنش شوری بسیار با اهمیت جلوه می‌کند به نحوی که مدیریت کارآمد پتاسیم در مقابل سدیم در گیاه در بقای آن در شرایط شوری اساسی است (۲۴). برخی گیاهان توانایی این را دارند که سیتوپلاسم سلول‌های خود را از کاهش شدید مقادیر پتاسیم محافظت کرده و از واکوئل‌ها به‌عنوان مخزنی برای بافر کردن یون پتاسیم بهره ببرند. در همین رابطه گیاهان متحمل توانایی آن را دارند که مقادیر پتاسیم سیتوسولی خود را در حضور کلرید سدیم بهتر حفظ نمایند (۲۴).

نتایج حاصل ار مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر نسبت سدیم به پتاسیم برگ و ریشه معنی‌دار شد. بر اساس نتایج به دست آمده، در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، با افزایش غلظت شوری، نسبت سدیم به پتاسیم افزایش یافت. مقدار افزایش در نسبت سدیم به پتاسیم در سطوح شوری ۳/۶ و ۴/۸ گرم در بین ژنوتیپ‌های بررسی شده با یکدیگر اختلاف داشت. با افزایش غلظت شوری تا سطح ۴/۸ گرم در لیتر، نسبت سدیم به پتاسیم در رقم شکوفه افزایش یافت ولی مقدار افزایش نسبت به گیاهان شاهد، معنی دار نبود. در سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده، مقدار افزایش نسبت سدیم به پتاسیم در سطوح ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر، نسبت به گیاهان شاهد، معنی دار بود. در مجموع بیشترین نسبت سدیم به پتاسیم در پایه GF_{677} و در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر مشاهده شد. نتایج نشان دادند که نسبت سدیم به پتاسیم در ریشه تمامی پایه‌های مطالعه شده، با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. نسبت سدیم به پتاسیم در ریشه پایه‌هایی که رقم شکوفه و ژنوتیپ ۴۰-۱۳ روی آن‌ها پیوند شده بودند، تنها در سطوح ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر نمک به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش یافته بود در حالیکه در ریشه پایه‌های شاهد و پایه‌هایی که رقم سهند روی آن‌ها پیوند شده بودند، در سطوح ۲/۴، ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر نمک بطور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش یافته بود. در مجموع، بیشترین نسبت سدیم به پتاسیم در ریشه پایه-های شاهد (بدون پیوند) و در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر مشاهده شد (جدول ۶).

به‌طور کلی نتایج حاصل از بررسی غلظت سدیم، پتاسیم و نسبت سدیم/پتاسیم در سطوح مختلف شوری در ژنوتیپ‌های بررسی شده نشان داد که مقدار جذب سدیم توسط ریشه و انتقال آن به قسمت هوایی در برگ‌های رقم شکوفه در دو سطح ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر بطور معنی‌داری از سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده کمتر بود. از طرفی

تنها در این رقم، در دو سطح شوری ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر، مقدار جذب پتاسیم توسط ریشه و انتقال آن به بخش هوایی به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش یافته بود. در واقع می‌توان گفت یکی از مکانیسم‌های تحمل بیشتر این رقم در در مقابله با تنش شوری در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده، انتخاب یون پتاسیم در شرایط تنش و افزایش جذب این عنصر در مقایسه با سدیم است. از آن‌جایی که دو یون سدیم و پتاسیم در هنگام جذب توسط ریشه با یکدیگر در رقابت می‌باشند، گیاهان متحمل‌تر به شوری به‌طور انتخابی جذب پتاسیم به سدیم را ترجیح می‌دهند. گزارش شده است که گیاهان به صورت انتخابی جذب پتاسیم را به سدیم ترجیح می‌دهند ولی در صورت بیشتر بودن غلظت یون سدیم در محلول خاک، کمبود پتاسیم در گیاهان قطعی است. میزان جذب پتاسیم نسبت به سدیم در شرایط تنش بسته به نوع گونه گیاهی و میزان مقاوت آن به شوری متفاوت می‌باشد (۹، ۲۵ و ۲۶).

برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر غلظت کلسیم برگ و ریشه

نتایج نشان دادند که غلظت شوری و نوع پیوندک بطور معنی‌داری بر غلظت کلسیم برگ تاثیر دارد (جدول ۵). بر اساس نتایج به دست آمده، در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، با افزایش شوری، مقدار کلسیم برگ کاهش یافت. مقدار کاهش غلظت کلسیم در برگ‌های ژنوتیپ ۴۰-۱۳ در سطوح شوری ۲/۴، ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر و در پایه GF_{677} در سطح شوری ۴/۸ گرم در لیتر در مقایسه با شاهد، معنی‌دار بود در حالی‌که مقدار کاهش غلظت کلسیم در برگ رقم‌های شکوفه و سهند در هیچ یک از سطوح شوری نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار نبود (جدول ۵). در تحقیقات انجام شده روی گیاهان مختلف تحت شرایط تنش شوری نشان داده شده است که سدیم، باعث عدم تعادل اسمزی، کاهش رشد، جلوگیری از تقسیم و بزرگ‌شدن سلول‌ها و تخریب غشاهای سلولی و در نتیجه کاهش میزان کلسیم در گیاهان می‌شود (۲۳ و ۲۴).

نتایج حاصل از بررسی مقدار کلسیم ریشه نشان داد که غلظت شوری و نوع پیوندک بطور معنی‌داری بر مقدار آن موثر است. با افزایش غلظت شوری، غلظت کلسیم در ریشه تمامی پایه‌های مطالعه شده، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ولی مقدار کاهش در غلظت کلسیم ریشه تحت تاثیر نوع پیوندک قرار گرفت. در پایه‌هایی که رقم شکوفه روی آن پیوند شده بودند، مقدار کلسیم ریشه تنها در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر بطور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش نشان داد. در پایه‌هایی که ژنوتیپ ۴۰-۱۳ روی آن پیوند شده بودند، مقدار کلسیم ریشه در تیمارهای ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر بطور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافته بود. در حالی که در پایه‌هایی که رقم سهند روی آن‌ها پیوند شده بودند و پایه‌های شاهد (بدون پیوند)، مقدار کلسیم ریشه در سطوح شوری ۲/۴، ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر بطور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافته بود (جدول ۶). این نتایج نشان دهنده اثر مثبت رقم شکوفه در افزایش مقاومت پایه GF_{677} نسبت به اثرات مخرب شوری است. با بررسی اثر تنش شوری بر وضعیت عناصر غذایی پنج رقم زیتون نیز معلوم شد که غلظت کلسیم، در اثر شوری کاهش می‌یابد (۲۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که نسبت سدیم به کلسیم در برگ تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده به غیر از رقم شکوفه با افزایش غلظت شوری و در سطوح ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافت. در مجموع، کمترین نسبت سدیم به کلسیم در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر (۰/۶۲)، در رقم شکوفه مشاهده شد (جدول ۵). محققین دیگر نیز، اثر تیمار شوری را بر میزان جذب عناصر غذایی در ژنوتیپ‌های مختلف بادام را بررسی و گزارش کردند که با افزایش سطوح شوری، مقدار کلسیم کاهش و غلظت عناصر سدیم و کلر افزایش می‌یابند و در نتیجه نسبت سدیم به کلسیم، افزایش می‌یابد (۱۴، ۱۵ و ۲۳). بر اساس نتایج به دست آمده، نسبت سدیم به کلسیم در ریشه پایه‌هایی که رقم شکوفه روی آن‌ها پیوند شده بودند، در سطوح ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش یافت در حالی‌که نسبت سدیم به کلسیم در پایه‌هایی که رقم سهند و ژنوتیپ ۴۰-۱۳ روی آن‌ها پیوند شده بودند، در سطوح ۲/۴، ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش یافت. این نتایج حاکی ار آن است که رقم شکوفه بطور موثرتری در ممانعت از جذب سدیم توسط ریشه و انتقال آن به قسمت هوایی عمل می‌کند. کلسیم در گیاهان نقش‌های بسیاری از مقادیر اندک در تنظیم برخی متابولیسم‌های سلولی گرفته تا مقادیر زیاد در ساختار دیواره سلولی دارد. این در حالی است که در شرایط تنش‌های محیطی بخصوص تنش شوری علاوه بر بروز تداخل کلسیم با برخی عناصر دیگر (مانند سدیم)، کارکرد این عنصر در فعالیت‌های حیاتی گیاه نقش ویژه‌ای در میزان تحمل به تنش پیدا می‌کند. توانایی کلسیم در تشکیل پیوندهای بین مولکولی سبب می‌شود که در پایداری و حفظ غشاها و دیواره سلول مهم باشد و از این طریق از ورود سدیم به داخل سلول جلوگیری می‌کند (۲۴). از این سو، در ریشه‌هایی که تحت شرایط تنش شوری مقدار کلسیم آن‌ها کمتر کاهش یافته باشد، نفوذپذیری غشاء نیز به مقدار کمتری افزایش یافته و سدیم کمتری به داخل سلول وارد می‌شود (۲۴).

برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر غلظت منیزیم برگ و ریشه

نتایج نشان دادند که غلظت شوری و نوع پیوندک به‌طور معنی‌داری بر غلظت منیزیم برگ تاثیر دارد (جدول ۵). مقدار کاهش غلظت منیزیم در برگ‌های ژنوتیپ ۴۰-۱۳ در سطوح شوری ۱/۲، ۲/۴، ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر ، در رقم سهند و پایه GF_{677} در سطوح شوری ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر در مقایسه با شاهد، معنی‌دار بود

درحالی‌که مقدار کاهش غلظت منیزیم در برگ رقم شکوفه در هیچ یک از سطوح شوری نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار نبود (جدول ۵). گزارش شده است که با افزایش شوری، غلظت منیزیم کاهش می‌یابد که مقدار کاهش این عنصر در ارقام مختلف با یکدیگر متفاوت می‌باشد (۹، ۱۴ و ۲۴). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که نسبت سدیم به منیزیم در برگ تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده به غیر از رقم شکوفه با افزایش غلظت شوری و در سطوح ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر به طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافت. در مجموع، کمترین نسبت سدیم به منیزیم در تیمارهای ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر (۰/۷۱ و ۰/۹۴)، در رقم شکوفه مشاهده شد (جدول ۵).

نتایج نشان دادند که نوع پیوندک و غلظت شوری بر مقدار منیزیم ریشه تاثیر دارد. با افزایش شوری، مقدار منیزیم ریشه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ولی مقدار کاهش آن با توجه به نوع ژنوتیپ پیوندی متفاوت بود. در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، کمترین غلظت منیزیم در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر، مشاهده شد. همچنین، نتایج نشان دادند که نوع پیوندک، در افزایش میزان جذب منیزیم توسط ریشه موثر می باشد بطوریکه تقریبا در تمامی سطوح شوری، غلظت منیزیم در ریشه پایه‌های پیوند شده از مقدار منیزیم ریشه پایه‌های پیوند نشده، بیشتر بود (جدول ۶). بر اساس نتایج به دست آمده، نسبت سدیم به منیزیم در ریشه پایه‌هایی که رقم شکوفه روی آن‌ها پیوند شده بودند، در سطوح ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش یافت در حالیکه نسبت سدیم به منیزیم در پایه‌هایی که رقم سهند و ژنوتیپ ۴۰-۱۳ روی آن‌ها پیوند شده بودند، در سطوح ۲/۴، ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافت. این نتایج حاکی از آن است که رقم شکوفه به طور موثرتری در ممانعت از جذب سدیم توسط ریشه و انتقال آن به قسمت هوایی عمل می کند. گزارش شده است که یکی از مهم‌ترین نقش‌های منیزیم، شرکت آن در ساختار کلروفیل‌ها و کوفاکتور در فعال ساختن همه آنزیم‌های فسفریلاسیون است و میزان جذب این عنصر به وسیله کاتیون‌های دیگر از جمله پتاسیم، آمونیوم، کلسیم و سدیم به شدت کاهش می‌یابد (۹).

برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر غلظت فسفر برگ و ریشه

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که نوع پیوندک و غلظت شوری بر مقدار فسفر برگ موثر است. بر اساس نتایج به دست آمده، غلظت فسفر در رقم شکوفه تا سطح شوری ۲/۴ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش یافت. سپس با افزایش بیشتر شوری تا سطح ۴/۸ گرم در لیتر، غلظت فسفر در برگ‌های این رقم، کاهش یافت ولی میزان کاهش نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار نبود. در رقم سهند و پایه GF_{677} غلظت فسفر در سطوح شوری ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر و در ژنوتیپ ۴۰-۱۳ در سطوح ۲/۴، ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر به طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافته بود (جدول ۵). این نتایج حاکی از آن است که رقم شکوفه در افزایش قدرت پایه در جذب فسفر و انتقال آن به قسمت هوایی گیاه نقش بسزایی دارد. محققین دیگر نیز، گزارش کرده بودند که با افزایش غلظت شوری، غلظت فسفر در پایه‌های بادام تلخ، توانو و GF_{677} کاهش می‌یابد (۱۴، ۱۷ و ۲۳).

بر اساس نتایج به دست آمده، نوع پیوندک و غلظت شوری بر مقدار فسفر ریشه موثر بود. در پایه‌هایی که رقم شکوفه روی آن‌ها پیوند شده بودند، با افزایش غلظت شوری تا ۴/۸ گرم در لیتر، مقدار فسفر کاهش یافت که مقدار کاهش فسفر در دو سطح ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار بود. در پایه‌هایی که ژنوتیپ ۴۰-۱۳ روی آن‌ها پیوند شده بودند، غلظت فسفر تا تیمار ۴/۸ گرم در لیتر افزایش یافت بطوریکه افزایش در غلظت فسفر در شوری ۴/۸ گرم در لیتر نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار بود (جدول ۵). در ریشه‌های پایه GF_{677} (بدون پیوند)، غلظت فسفر با افزایش مقدار شوری تا تیمار ۳/۶ گرم در لیتر بطور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش یافت. سپس در غلظت ۴/۸ گرم در لیتر غلظت فسفر مقداری کاهش نشان داد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که نسبت سدیم به فسفر در برگ تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده به غیر از رقم شکوفه با افزایش غلظت شوری و در سطوح ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافت. در مجموع، کمترین نسبت سدیم به فسفر در تیمارهای ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر (۳/۴۲ و ۴/۳۹)، در رقم شکوفه مشاهده شد (جدول ۵). بر اساس نتایج به دست آمده، نسبت سدیم به فسفر در ریشه پایه‌هایی که رقم شکوفه روی آن‌ها پیوند شده بودند، در سطوح ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش یافت در حالی‌که نسبت سدیم به فسفر در پایه‌هایی که رقم سهند و ژنوتیپ ۴۰-۱۳ روی آن‌ها پیوند شده بودند و پایه‌های GF_{677} (پیوند نشده) در سطوح ۱/۲، ۲/۴، ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافت. این نتایج حاکی از آن است که رقم شکوفه در شرایط تنش شوری، علاوه بر اینکه قابلیت جذب فسفر توسط ریشه را در شرایط تنش شوری افزایش داد، باعث انتقال فسفر جذب شده به قسمت هوایی نیز شد در حالی‌که ژنوتیپ ۴۰-۱۳ و رقم سهند، در شوری ۴/۸ گرم در لیتر تنها توانستند قدرت جذب ریشه را افزایش دهند ولی قابلیت انتقال فسفر به قسمت هوایی را نداشتند (جدول ۶). گزارش شده است که فسفر یکی از عناصر ضروری برای رشد و تکثیر گیاهان می‌باشد و برای ذخیره سازی و انتقال انرژی، حفاظت و انتقال کدهای ژنتیکی به کار می‌رود و جزء ترکیبات ساختمانی سلول‌ها و بسیاری از ترکیبات شیمیایی می‌باشد و نقش مهمی در متابولیسم کربوهیدرات‌ها دارد و مقدار آن تحت شرایط تنش

شوری در رقابت با یون سدیم کاهش می‌یابد. گیاهانی که تحمل بیشتری نسبت به تنش شوری داشته باشند، محتوی فسفر برگ آن‌ها به مقدار کمتری کاهش می‌یابد (۹، ۱۴ و ۲۴).

برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر غلظت کلر برگ و ریشه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، با افزایش غلظت شوری، مقدار کلر برگ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین غلظت کلر در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر و در رقم سهند و پایه GF_{677} (۴/۹۴ و ۴/۴۹)، مشاهده شد. در مجموع، نتایج نشان دادند که مقدار تجمع کلر در برگ‌های رقم شکوفه در دو سطح شوری ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر به‌طور معنی-داری از سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده، کمتر بود (جدول ۵). این نتایج نشان می‌دهد که رقم شکوفه در دو سطح شوری ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر و ژنوتیپ ۴۰-۱۳ در سطح شوری ۴/۸ گرم در لیتر در مقایسه با پایه‌های شاهد (پیوند نشده) توانستند به طور موثری از ورود کلر به بخش‌های هوایی گیاه جلوگیری کنند. محققین دیگر نیز، اثر تنش شوری در ۴ سطح صفر (شاهد)، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مول بر لیتر بر غلظت عناصر غذایی برگ‌های دو رقم نارنگی کلمانتین و پرتقال وانشگتن ناول که روی پایه کلئوپاترا پیوند شده بودند، بررسی و گزارش کردند که میزان تجمع کلر و سدیم در برگ‌های پرتقال واشینگتن ناول به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (۲ و ۳).

بر اساس نتایج به دست آمده، مقدار کلر موجود در ریشه تحت تاثیر نوع ژنوتیپ پیوندی و غلظت شوری قرار گرفت. همان‌طور که از جدول ۶ مشاهده می‌شود، بیشترین مقدار کلر در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر و در پایه‌هایی که رقم‌های شکوفه روی آن‌ها پیوند شده بودند، مشاهده شد. مقدار کلر در دو سطح ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر در ریشه پایه‌های شاهد (پیوند نشده)، به طور معنی‌داری از ریشه پایه‌های پیوند شده کمتر بود. این نتایج حاکی از آن است که، کلر توسط گیاه جذب می شود ولی مقدار انتقال آن به قسمت هوایی با توجه به نوع پیوندک متفاوت می باشد. رقم شکوفه در دو سطح شوری ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر، کمترین مقدار کلر در برگ و در مقابل بیشترین تجمع این عنصر را در ریشه‌ها داشت و در مجموع توانست به‌طور موثری از انتقال کلر از ریشه به قسمت هوایی جلوگیری کند. با بررسی اثر تنش شوری بر رشد رویشی و تولید میوه دو رقم توت فرنگی السانتا و کرونا گزارش شد که غلظت یون کلر در هر دو رقم با افزایش شدت تنش شوری، بطور معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین غلظت این یون مربوط به رقم السانتا بود. یون کلر در رقم کرونا بیشتر در ریشه‌ها و طوقه ذخیره شد ولی در رقم السانتا بیشترین غلظت کلر در دمبرگ‌ها وجود داشت و بطور کلی رقم کورونا قادر بود ۳۳ درصد کلر بیشتری را نسبت به رقم السانتا در ریشه‌های خود انباشته کند و غلظت کلر در برگ‌های آن کمتر از رقم السنتا بود. یون کلر بر خلاف یون سدیم سریعاً به برگ‌های گیاه انتقال می‌یابد و در واقع مقاومت بیشتر رقم کرونا به شوری به علت جلوگیری از انتقال این یون به برگ‌های گیاه است (۲۲). اختلال در رشد و فتوسنتز تا حد زیادی به تجمع کلر در برگ‌ها مربوط است. تحمل به شوری به میزان جذب و انتقال یون‌های کلر از ریشه به شاخه بستگی دارد (۱۲ و ۲۴). گیاهانی که قابلیت بیشتری برای دفع کنندگی یون‌های کلر دارند، این عنصر را بیشتر در بافت ریشه خود ذخیره می‌کنند (۱۲ و ۲۴).

برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر غلظت روی برگ و ریشه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که مقدار روی در برگ و ریشه تحت تاثیر برهمکنش نوع پیوندک و غلظت شوری قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده، در رقم شکوفه با افزایش شوری تا غلظت ۲/۴ گرم در لیتر، مقدار روی بطور معنی داری افزایش یافت. سپس با افزایش بیشتر شوری تا سطح ۴/۸ گرم در لیتر، مقدار روی، در برگ‌های این رقم بطور غیر معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت. در رقم سهند نیز، با افزایش شوری تا غلظت ۲/۴ گرم در لیتر، مقدار این عنصر افزایش یافت ولی مقدار افزایش نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار نبود. سپس با افزایش بیشتر شوری تا سطح ۴/۸ گرم در لیتر، مقدار روی، در برگ‌های این رقم به‌طور غیر معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت. مقدار روی، در برگ‌های ژنوتیپ ۴۰-۱۳ و پایه GF_{677} از ابتدا با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن، بطور معنی‌داری کاهش یافت. این نتایج حاکی ار آن است که رقم شکوفه با افزایش این عنصر تا حدودی با اثرات منفی سدیم مقابله کرده است.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اثر نوع پیوندک و غلظت شوری بر مقدار روی در ریشه معنی‌دار شد. بر طبق نتایج به دست آمده، در ریشه پایه‌هایی که رقم شکوفه روی آن‌ها پیوند شده بودند، با افزایش شوری مقدار روی تا تیمار ۴/۸ گرم در لیتر کاهش یافت ولی مقدار کاهش روی در این سطح از شوری نسبت به گیاهان شاهد معنی دار نبود. در پایه‌های شاهد غلظت روی، ابتدا تا تیمار ۱/۲ گرم در لیتر به‌طور غیر معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت. سپس با افزایش بیشتر شوری و در دو سطح شوری ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر، غلظت روی، بطور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش نشان داد. این نتایج حاکی از آن است که رقم شکوفه از طریق تاثیر بر قدرت جذب پایه باعث افزایش جذب روی توسط ریشه و انتقال آن به بخش هوایی می‌شود و از طریق افزایش این عنصر تا حدودی با اثرات منفی سدیم و کلر مقابله کرده است. روی از جمله عناصر ضروری کم مصرف برای گیاهان است، که به صورت کاتیون دو ظرفیتی جذب می‌شود. گزارش شده است که عنصر روی برای انسجام غشا سلولی ریشه ضروری بوده و احتمالاً می‌تواند اثر منفی کلرید سدیم را با محدود نمودن جذب و یا انتقال سدیم و کلرید و به

داخل گیاه، کاهش دهد (۱).

برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر غلظت مس در برگ و ریشه

نتایج نشان دادند که غلظت شوری و نوع پیوندک به‌طور معنی‌داری بر غلظت مس برگ تاثیر دارد (جدول ۵). بر اساس نتایج به دست آمده در رقم شکوفه با افزایش شوری و در غلظت ۲/۴ گرم در لیتر میزان مس برگ به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش یافت. سپس در این رقم با افزایش بیشتر شوری و تا سطح ۴/۸ گرم در لیتر غلظت مس کاهش یافت که میزان کاهش غلظت مس نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار نبود. در رقم سهند و ژنوتیپ ۴۰-۱۳ به ترتیب با افزایش شوری تا سطح ۲/۴ و ۱/۲ گرم در لیتر غلظت مس در برگ افزایش یافت ولی میزان افزایش غلظت مس نسبت به گیاهان شاهد معنی دار نبود. سپس در رقم سهند و ژنوتیپ ۴۰-۱۳ با افزایش بیشتر شوری تا سطح ۴/۸ گرم در لیتر غلظت مس کاهش یافت که میزان کاهش غلظت مس نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار نبود. در پایه GF_{677} با افزایش شوری، مقدار مس به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت بطوریکه کمترین غلظت مس در دو سطح شوری ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر مشاهده شد (جدول ۵). این نتایج نشان می دهد که رقم شکوفه و به مقدار کمتری رقم سهند و ژنوتیپ ۴۰-۱۳، از طریق افزایش مس در برگ‌ها تا حدودی با اثرات منفی سدیم مقابله می کنند (جدول ۵). گزارش شده است که مس از جمله عناصر ضروری و کم مصرف برای رشد و توسعه گیاهان بوده و در فتوسنتز، تنفس میتوکندری، پاسخ به تنش‌های اکسیداتیو و متابولیسم دیواره سلول شرکت می کند (۱۵ و ۲۰). در شرایط تنش، عدم توازن بین فرآیند جذب انرژی و مصرف آن توسط اندام فتوسنتزی باعث تولید انواع اکسیژن فعال(ROS) می‌گردد (۱۳ و ۲۰). مهم ترین سیستم‌های جمع‌آوری کننده ROS در گیاهان، آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسیددسموتاز هستند. مس به عنوان کوفاکتور در برخی آنزیم‌ها مانند سوپراکسید دسموتاز عمل می کند (۲۰ و ۲۷). از این سوء با توجه به نقش این عنصر در گیاهان، ژنوتیپ‌های پیوندی در مقایسه با پایه‌های GF_{677} (پیوند نشده)، از طریق افزایش در جذب این عنصر در رقابت با سدیم، توانستند تا حدودی با اثرات منفی این عنصر مقابله کنند. نتایج نشان دادند که غلظت مس در ریشه تحت تاثیر نوع پیوندک و غلظت شوری قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده در ریشه پایه‌های پیوندی، با افزایش مقدار شوری تا سطح ۱/۲ گرم در لیتر غلظت مس به طور غیر معنی‌داری افزایش یافت. سپس در پایه‌هایی که رقم شکوفه روی آن‌ها پیوند شده بودند، با افزایش شوری و در سطح ۳/۶ گرم در لیتر و بیشتر از آن و در ریشه پایه‌هایی که ژنوتیپ ۴۰-۱۳ و رقم سهند روی آن‌ها پیوند شده بودند، با افزایش شوری و در سطح ۲/۴ گرم در لیتر و بیشتر از آن، غلظت مس به طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت. غلظت مس در ریشه پایه‌های شاهد (پیوند نشده) با افزایش شوری و در سطح ۲/۴ گرم در لیتر و بیشتر از آن، به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت (جدول ۶).

برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر غلظت آهن در برگ و ریشه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که نوع پیوندک و غلظت شوری بر مقدار آهن برگ موثر می باشد. بر اساس نتایج به دست آمده، در رقم شکوفه با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن تا سطح ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر مقدار آهن برگ بطور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافت. مقدار آهن در برگ‌های ژنوتیپ ۴۰-۱۳ تا سطح ۲/۴ گرم در لیتر و در رقم سهند و پایه GF_{677} تا تیمار ۱/۲ گرم در لیتر به طور غیر معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش یافت. سپس در رقم سهند و ژنوتیپ ۴۰-۱۳ با افزایش بیشتر سطح شوری و در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر و در پایه‌های GF_{677} در تیمارهای ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر غلظت آهن، به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت (جدول ۵). محققین دیگر نیز، اثر تیمار شوری کلرید سدیم را بر میزان جذب عناصر غذایی در بادام تلخ در محیط کشت درون شیشه‌ای را بررسی و گزارش کردند که با افزایش سطوح شوری، غلظت آهن کاهش و غلظت عناصر سدیم و کلر افزایش می‌یابند (۲۳).

نتایج نشان دادند که مقدار آهن ریشه تحت تاثیر برهمکنش نوع پیوندک و غلظت شوری قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده، غلظت آهن در ریشه پایه‌هایی که رقم شکوفه روی آن‌ها پیوند شده بودند، با افزایش غلظت شوری و در سطح ۲/۴ گرم در لیتر و بیشتر از آن، بطور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافت. کمترین مقدار آهن در پایه‌هایی که رقم شکوفه روی آن‌ها پیوند شده بودند و در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر مشاهده شد. در ریشه پایه‌هایی که ژنوتیپ ۴۰-۱۳ روی آن‌ها پیوند شده بودند، با افزایش غلظت شوری و در سطح ۲/۴ گرم در لیتر غلظت آهن به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافت. سپس در ریشه پایه‌هایی که این ژنوتیپ روی آن‌ها پیوند شده بودند، با افزایش بیشتر غلظت شوری تا سطح ۴/۸ گرم در لیتر، مقدار آهن بطور غیر معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافت. در ریشه پایه‌هایی که رقم سهند روی آن‌ها پیوند شده بودند و پایه‌های شاهد (بدون پیوند)، بترتیب با افزایش غلظت شوری تا سطح ۳/۶ گرم در لیتر و ۱/۲ گرم در لیتر و بیشتر از آن، مقدار آهن ریشه بطور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافت. در مجموع بیشترین تجمع آهن در ریشه پایه‌های شاهد (بدون پیوند) و در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر مشاهده شد. بررسی‌های مربوط به جذب کاتیون‌های چند ظرفیتی، مانند آهن، در فضای آزاد آپوپلاست ریشه نشان داده است که آهن می‌تواند به صورت پیوند غیریونی به گروه-هایی مانند پراکسیدازهای موجود روی دیواره سلولزی ریشه بچسبد.

جدول ۵-برهمکنش تیمار شوری و ژنوتیب بر غلظت عناصر غذایی برگ ارقام بادام

Table 5. Interaction salinity treatment and genotype on leaf nutrition elements concentrations of almond cultivars

ژنوتیپ Genotype	شوری Salinity (gr/l)	شوری Salinity (ds/m)	پتاسیم K (%)	کلسیم Ca (%)	کلسیم +منیزیم Ca+ Mg (%)	منیزیم Mg (%)	فسفر P (%)	سدیم Na (%)	کلر Cl (%)	روی Zn (ppm)	مس Cu (ppm)	آهن Fe (ppm)	نسبت سدیم به پتاسیم Na/K	نسبت سدیم به کلسیم Na/Ca	نسبت سدیم به منیزیم Na/Mg	نسبت سدیم به فسفر Na/P
	0	0.5	1.50 f-h	1.21 f	2.08 fg	0.88 cd	0.160 c	0.35 c	0.05 h	52.32 fg	9.44 d-g	17.35 g	0.23 f	0.28 d-f	0.40 e	2.19 c
	1.2	2.5	1.55 e-h	1.36 ef	2.46 de	1.10 ab	0.166 b	0.38 c	0.50 h	56.06 d-f	9.76 b-e	18.92 fg	0.25 f	0.29 d-f	0.35 e	2.30 c
شکوفه	2.4	4.9	1.60 d-g	1.24 f	2.46 de	1.22 a	0.174 b	0.45 c	1.16 g	60.73 c-e	9.75 bc	20.05 e-g	0.28 f	0.36 c-f	0.37 e	2.60 c
Shokofeh	3.6	7.3	1.66 b-e	1.16 f	1.94 gh	0.80 cd	0.162 c	0.55 c	1.39 fg	50.45 f-h	9.63 c-g	22.30 c-f	0.33 f	0.48 c-f	0.71 de	3.42 c
	4.8	9.8	1.71 a-d	1.12 f	1.85 h	0.73d-h	0.157 c	0.69 c	1.91 ef	45.78 gh	9.52 c-g	24.55 b-e	0.40 f	0.62 cd	0.94 de	4.93 c
	0	0.5	1.71 a-d	1.95 cd	3.20 b	1.26 a	0.169 b	0.35 c	0.33 h	76.51 a	9.48 c-g	18.25 fg	0.21 f	0.18 f	0.28 e	0.82 c
	1.2	2.5	1.79 ab	1.76 c-e	2.66 d	0.90 cd	0.171 b	0.45 c	1.22 g	62.60 cd	9.51 c-g	18.92 fg	0.25 f	0.26 ef	0.52 de	2.65 c
۱۳-۴۰	2.4	4.9	1.84 a	1.40 ef	2.23 f	0.83 cd	0.155 c	0.62 c	1.44 fg	43.91 h	9.44 c-g	20.50 d-g	0.34 f	0.47 c-f	076 de	4.00 c
13-40	3.6	7.3	1.66 b-e	1.28 ef	1.87 h	0.58 e-i	0.151 d	1.35 b	2.38 de	35.03 i	9.38 e-g	18.47 fg	0.81 de	1.04 b	2.97 bc	8.85 b
	4.8	9.8	1.57 d-h	1.08 f	1.62 i	0.53 hi	0.146 d	2.02 a	3.44 b	32.70 i	9.33 g	8.56 h	1.27 bc	1.85 a	3.77 b	13.80 a
	0	0.5	1.76 a-c	1.36 ef	2.12 fg	0.76 c-f	0.164 c	0.41 c	0.33 h	50.32 f-h	9.59 c-g	27.25 ab	0.24 f	0.31 d-f	0.55 de	2.55 c
	1.2	2.5	1.79 ab	1.52 d-f	2.25 f	0.74 c-g	0.164 c	0.55 c	1.17 g	53.25 e-g	9.67 b-e	30.86 a	0.31 f	0.36 c-f	0.75 de	3.39 c
سهند	2.4	4.9	1.65 c-e	1.34 ef	2.07 fg	0.73d-h	0.159 c	0.76 c	2.44 de	55.12 d-f	9.75 bc	26.13 bc	0.46 f	0.56 c-e	1.04 c-e	4.77 c
Sahand	3.6	7.3	1.60 d-g	1.28 ef	1.83 h	0.55 g-i	0.154 d	1.57 b	3.28 bc	43.91 h	9.52 c-g	23.88 b-e	0.99 cd	1.22 b	2.88 bc	10.15 b
	4.8	9.8	1.47 gh	1.05 f	1.44 i	0.38 ij	0.153 d	2.05 a	4.94 a	43.91 h	9.37 e-g	11.49 h	1.39 b	1.92 a	5.62 a	13.44 a
	0	0.5	1.05 j	2.53 ab	3.48 a	0.95 bc	0.182 a	0.38 c	0.55 h	76.61 a	10.05 a	25.01 b-d	0.35 f	0.15 f	0.41 e	0.82 c
	1.2	2.5	1.32 i	2.76 a	3.61 a	0.85 cd	0.169 b	0.49 c	1.11 g	72.41 ab	9.93 ab	27.48 ab	0.36 f	0.17 f	0.57 de	2.88 c
Gf_{677}	2.4	4.9	1.62 d-f	2.21 bc	2.99 c	0.78 c-e	0.166 b	0.59 c	1.69 fg	66.33 bc	9.70 b-d	22.08 c-g	0.37 f	0.27 ef	0.75 de	3.52 c
	3.6	7.3	1.44 hi	2.08 bc	2.65 d	0.56 f-i	0.160 c	1.34 b	2.08 cd	50.45 f-h	9.64 b-f	18.24 fg	0.99 cd	0.69 c	2.57 b-d	8.98 b
	4.8	9.8	1.05 j	1.30 ef	1.63 i	0.33 j	0.151 d	2.12 a	4.94 a	42.98 h	9.35 fg	12.61 h	2.03 a	1.62 a	6.81 a	14.07 a

میانگین هایی که در هر ستون و براي هر صفت داراي حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معني داري با يکديگر ندارند.

Means in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ٦-برهمکنش تیمار شوری و ژنوتیپ بر غلظت عناصر غذایی ریشه‌های پایه GF_{677}

Table 5. Interaction salinity treatment and genotype on concentrations of GF_{677} roots nutrition elements

ژنوتیپ Genotype	شوری Salinity (gr/l)	شوری Salinity (ds/m)	پتاسیم K (%)	کلسیم Ca (%)	کلسیم+منیزیم Ca+Mg (%)	منیزیم Mg (%)	فسفر P (%)	سدیم Na (%)	کلر Cl (%)	روی Zn (ppm)	مس Cu (ppm)	آهن Fe (ppm)	نسبت سدیم به پتاسیم Na/K	نسبت سدیم به کلسیم Na/Ca	نسبت سدیم به منیزیم Na/Mg	نسبت سدیم به فسفر Na/P
شکوفه Shokofeh	0	0.5	0.48 e-g	0.31 gh	0.77 ef	0.46 a	0.117 b	0.41 h-j	0.38 l	19.95 g-i	7.27 a-c	79.31 c	0.85 gh	1.33 f-i	0.91 i	3.49 h-j
	1.2	2.5	0.50 d-f	0.36 g	0.65 gh	0.29 c-e	0.116 b	0.48 g-j	0.89 hi	19.61 g-i	7.35 ab	74.59 c	0.98 f-h	1.37 f-i	1.68 g-i	4.15 g-j
	2.4	4.9	0.55 b-d	0.31 gh	0.58 hi	0.27 c-e	0.115 b	0.55 f-j	1.28 fg	18.31 hi	7.05 c-f	43.83 i-k	1.01 f-h	1.80 fg	2.08 f-i	4.80 f-h
	3.6	7.3	0.48 e-g	0.25 h-j	0.52 ij	0.26 d-f	0.113 c	0.79 c-f	2.05 bc	17.99 hi	6.86 g-i	39.10 k	1.68 d-f	3.16 de	2.97 d-h	7.01 cd
	4.8	9.8	0.42 g	0.22 j-k	0.46 jk	0.24 e-g	0.111 c	0.88-d	2.66 a	17.33 i	6.79 h-j	32.48 l	2.09 cd	3.97 b-d	3.71 c-e	7.92 bc
۱۳-۴۰ 13-40	0	0.5	0.57 a-c	0.44 e	0.82 de	0.38 b	0.120 b	0.32 j	0.55 j-l	27.47 c	7.30 a-c	50.14 gh	0.56 h	0.73 h-j	0.84 i	2.64 j
	1.2	2.5	0.59 ab	0.46 e	0.78 de	0.32 b-d	0.120 b	0.55 f-j	0.83 h-j	24.20 de	7.38 a	45.89 h-j	0.94 gh	1.20 f-j	1.75 g-i	4.59 f-i
	2.4	4.9	0.62 a	0.48 e	0.70 fg	0.22 e-h	0.122 b	0.72 d-g	1.28 fg	23.54 e	7.01 e-g	41.62 jk	1.15 e-h	1.49 f-i	3.32 c-f	5.90 d-f
	3.6	7.3	0.52 c-e	0.29 hi	0.48 jk	0.19 f-i	0.123 b	0.86-e	1.83 cd	22.23e-g	6.74 i-k	45.41 h-j	1.68 d-f	2.93 e	4.61 c	7.01 cd
	4.8	9.8	0.48 e-g	0.23 i-k	0.41 k	0.17 g-i	0.125 a	1.03 bc	2.22 b	22.89 ef	6.67 jk	49.67 g-i	2.16 cd	4.33 bc	6.09 b	8.26 bc
سهند Sahand	0	0.5	0.46 e-g	0.42 ef	0.76 ef	0.34 bc	0.117 b	0.36 ij	0.72 i-k	22.89 ef	7.24 a-c	50.88 gh	0.79 gh	0.86 g-j	1.06 i	3.11 ij
	1.2	2.5	0.50 d-f	0.36 fg	0.62 h	0.27 c-e	0.118 b	0.60 e-i	1.05 i-h	19.62 g-i	7.28 a-c	51.09 gh	1.21 e-h	1.66 f-h	2.35 e-i	5.10 c-e
	2.4	4.9	0.46 e-g	0.22 jk	0.44 k	0.25 d-f	0.119 b	0.79 c-f	1.55 c-e	17.98 hi	6.96 fg	54.40 fg	1.73 c-e	3.58 c-e	3.09 c-g	6.65 e-h
	3.6	7.3	0.44 fg	0.20 jk	0.44 k	0.24 e-g	0.120 b	0.91 b-d	1.77 b-d	20.60 f-h	6.73 i-k	57.03 ef	2.05 cd	4.63 b	3.68 c-e	7.61 bc
	4.8	9.8	0.33 h	0.18 k	0.42 k	0.23 e-g	0.122 b	1.07 b	2.05 bc	22.23 e-g	6.64 jk	62.28 de	3.22 b	5.86 a	4.51 cd	8.80 b
Gf_{677}	0	0.5	0.35 h	0.93 a	1.15 a	0.22 e-h	0.113 c	0.32 j	0.44 l	28.12 bc	7.18 b-d	45.57 h-j	0.86 gh	0.33 j	1.42 hi	2.78 j
	1.2	2.5	0.44 fg	0.97 a	1.14 a	0.17 g-i	0.114 c	0.65 d-h	0.89 kl	26.48 cd	7.13 c-e	63.23 d	1.47 d-g	0.66 ij	3.08 c-e	5.69 d-g
	2.4	4.9	0.52 c-e	0.82 b	0.99 b	0.17 g-i	0.120 b	0.84 b-e	1.31 fg	30.08 b	6.93 f-h	79.31 c	1.64 d-f	0.71 f-j	4.10 cd	6.96 cd
	3.6	7.3	0.46 e-g	0.76 c	0.91 c	0.15 hi	0.122 b	1.10 b	1.47 ef	32.70 a	6.71 i-k	99.65 b	2.40 c	1.45 f-i	7.20 b	9.05 b
	4.8	9.8	0.33 h	0.70 d	0.85 cd	0.14 i	0.115 b	1.39 a	1.72 de	34.66 a	6.59 k	139.55 a	4.19 a	1.97 f	9.67 a	11.94 a

میانگین هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱% اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

لذا این گونه چسبیدن کاتیون در آپوپلاست می‌تواند به گونه‌ای معنی‌دار به میزان کل کاتیون ریشه کمک کند (۸). در این تحقیق، یون آهن توسط ریشه‌ها جذب می شدند ولی مقدار انتقال آن به اندام هوایی تحت تنش شوری با توجه به نوع ژنوتیپ پیوندی، متفاوت بود. به‌طور کلی نتایج حاصل از بررسی غلظت آهن در برگ و ریشه نشان داد که رقم شکوفه در انتقال آهن به بخش‌های هوایی گیاه از سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده، کاراتر است. به‌طوری‌که در این تحقیق، غلظت آهن در برگ‌های رقم شکوفه و در سطوح ۴/۸ گرم در لیتر نسبت به غلظت آهن در برگ‌های پایه شاهد به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. همچنین غلظت آهن در ریشه پایه‌هایی که رقم شکوفه روی آن‌ها پیوند شده بودند، در تمامی سطوح شوری مطالعه شده به‌طور معنی‌داری کمتر از ریشه پایه‌های شاهد (پیوند نشده) بود.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که نوع پیوندک و سطح از شوری بر غلظت عناصر غذایی برگ و ریشه موثر است. در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، بیشترین مقدار کلر و سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم، سدیم به کلسیم، سدیم به منیزیم، سدیم به فسفر و کمترین مقدار کلسیم، منیزیم، فسفر، پتاسیم، روی و مس برگ، در شوری ۴/۸ گرم در لیتر، مشاهده شد. همچنین، بیشترین مقدار کلر و سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم، سدیم به کلسیم، سدیم به منیزیم، سدیم به فسفر و کمترین مقدار پتاسیم، کلسیم، منیزیم، فسفر و مس ریشه، در تیمار شوری ۴/۸ گرم در لیتر، مشاهده شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که نوع پیوندک در ممانعت از جذب سدیم و کلر توسط ریشه و انتقال آن به قسمت هوایی موثر است. غلظت کلر و سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم و سدیم به فسفر در سطوح شوری ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر و نسبت سدیم به کلسیم و سدیم به منیزیم در شوری ۴/۸ گرم در لیتر در رقم شکوفه، به‌طور معنی‌داری از سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده، کمتر بود. همچنین، این رقم توانست، در سطوح شوری ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر، از طریق افزایش معنی‌دار پتاسیم و آهن نسبت به گیاهان شاهد، به مقدار بیشتری از سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده در این تحقیق ، با اثرات مخرب سدیم مقابله کند. در مجموع در این تحقیق، رقم شکوفه، به عنوان متحمل‌ترین رقم به شوری تشخیص داده شد.

منابع

1- Alpaslan M., Inal A., Gunes A., Cikili Y., and Ozcan H .1999. Effect of zinc treatment on the alleviation of sodium and chloride injury tomato (*Lycopersicum esculentum* L. Mill, c.v lale) grown under salinity. Turkish Journal of Botany, 23: 1-6

2- Banuls J., and Primo E .1995. Effect of salinity on some citrus scion-rootstock combination. Annals of Botany,76: 97-102

3- Behboudian M.H., Torokfalvy E., and Walker R.R. 1986. Effects of salinity on ionic content, water relations and gas exchange parameters in some citrus scion—Rootstock combinations. Scientia Horticulturae, 28, 1: 105-116.

4- Emami A. 1996. Methods of plant analysis. Agricultural Research and Education Organization. Soil and Water Institute. 130 Pp.

5- FAO. 2011. Food and Agricultural commodities production. http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx.

6- Garcia-Sanchez F., and Syvertsen J.P. 2006. Salinity tolerance of Cleopatra mandarin and carrizo citrange citrus rootstock seedlings is affected by CO2 enrichment during growth. American Society for Horticultural Science, 131:24- 31.

7- Garcia-Sanchez F., Syvertsen J.P., Martinez V., and Melgar J.C. 2006. Salinity tolerance of "Valencia" orange trees on rootstocks with contrasting salt tolerance is not improved by moderate shade. Experimental Botany, 121:1-10

8- Grattan S. R. 2002. Irrigation water salinity and crop production. University of California. Agriculture and Natural Resourses Publication. 8066

9- Heiydari Sharif Abad H. 2001. Plant and salinity. Research Institute of Forests and Rangelands. 71 Pp.

10- Maas E.V. and Hoffman G.J. 1977. Crop salt tolerance: current assessment. Irrigation and Drainage Engineering, 103: 115- 134.

11- Mahajan Sh., and Tuteja N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. Archives of biochemistry and Biophysics, 444: 139-158.

12- Marschner H. 1995. Functions of mineral nutrients: Micronutrients. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press Limited. San Diego. CA. 313-396.

13- Mittler R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends Plant Sciences, 7: 405-410.

14- Momenpour A., Bakhshi D., Imani A. and Rezaie H. 2015. Effect of salinity stress on growth characteristics and concentrations of nutrition elements in Almond (*Prunus dulcis*) 'Shahrood 12', 'Touno' cultivars and '1-16'

genotype budded on GF_{677} rootstock. Journal of Agricultural Crops Production, 17 (1): 112-133. (in Persian with English abstract).
15- Momenpour A., Imani A., Bakhshi D., and Rezaie H. 2015. Evaluation of salinity tolerance in some almond genotypes grafted on GF_{677} rootstock base on morphological characteristic and chlorophyll fluorescence. Journal of Plant Process and function, 3 (10): 9-28. (in Persian with English abstract).
16- Montaium R., Hening H., and Brown P.H. 1994. The relative tolerance of six Prunus rootstocks to boron and salinity. American Society for Horticultural Science, 6: 1169-1175.
17- Oreie M., Tabatabaei S.J., Fallahi E., and Imani A. 2009. The effects of salinity stress and rootstock on the growth, photosynthetic rate, nutrient and sodium concentrations of almond (*Prunus dulcis* Mill.). Journal of Horticultural Sciences, 23 (2): 131-140. (in Persian with English abstract).
18- Papadakis I.E., Veneti G., Chatzissavvidis C., Sptiropoulos T.E., Dimassi N., and Therios I. 2007. Growth, mineral composition, leaf chlorophyll and water relationships of two cherry varieties under NaCl-induced salinity stress. Soil Science and Plant Nutrition, 53: 252-258.
19- Rahemi M., Nagafian Sh., and Tavallaie V. 2008. Growth and chemical composition of hybrid GF_{677} influenced by salinity levels of irrigation water. Plant sciences, 7 (3): 309-313.
20- Raven J.A., Evans M.C.W., and Krob R.E. 1999. The role of trace metals in photosynthetic electron transport in O2- evolving organisms. Photosynthesis Research, 60: 111-149.
21- Rezaie M., Lesani H., Babalar M., and Talaei, A. 2006. Effect salinity of NaCl on growth characteristics and nutrition elements of five olive cultivar. Journal of Agriculture Science, 37 (2): 293-301. (in Persian with English abstract).
22- Saied A.S., Keutgen A.J., and Noga, G. 2005. The influence of NaCl salinity on growth, yield and fruit quality of strawberry cvs. Elsanta and Korona. Scientia Horticulturae, 103: 289-303.
23- Shibli R.A., Shatnawi M.A., and Swaidat I.Q. 2003. Growth, osmotic adjustment and nutrient acquisition of bitter almond under induced sodium chloride salinity in vitro. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 34: 1969-1979.
24- Staples R.C., and Toenniessen G.H. 1984. Salinity tolerance in plants. John Wiley and sons. pp" 443.
25- Szczerba M.W., Britto D.T., and Kronzucker H.J. 2009. K^+ transport in plants: physiology and molecular biology, Plant Physiology. 166: 447-466.
26- Szczerba M.W., Britto D.T., Balkos K.D., and Kronzucker H.J. 2008. $NH4^+$-stimulated and -inhibited components of K^+ transport in rice (*Oryza sativa* L.). Experimental Botany, 59: 3415–3423.
27- Yruela I. 2005. Copper in plants. Braz. Plant Physiology, 17:145-156.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۷۶-۲۶۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 269-276
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در توده‌های بومی گراس فسکویه بلند در ایران

آزاده موسوی بزاز[۱]- علی تهرانی فر[۲*]- محمد کافی[۳]- علی گزانچیان[۴]- محمود شور[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۳۰

چکیده

نیاز به گراس‌های متحمل به شوری در حال افزایش است. رشد سریع جمعیت شهر نشین فشار عمدهای را به منابع آب شیرین وارد ساخته است. به همین منظور جهت بررسی تاثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه توده‌های مختلف فسکویه بلند (*Festuca arundinacea*) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ ژنوتیپ فسکویه بلند از مناطق اصفهان (یزد آباد)، کامیاران، یاسوج، داران، سناجان، بروجن، مشهد، سمیرم، گندمان (نصیرآباد)، سنندج و البرز و فسکویه بلند وارداتی به عنوان فاکتور اول و چهار سطح شوری ۰، ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ میلی‌مولار Nacl به عنوان فاکتور دوم با چهار تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که افزایش سطوح شوری موجب کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشهچه، طول ساقهچه وشاخصبنیه بذر در تمام ژنوتیپ ها شد. همچنین، اثر متقابل شوریو ژنوتیپ نیز برای صفات سرعت و درصد جوانه زنی و بنیه بذر معنی‌دار بود.اکثر گراس‌های مورد مطالعه در این آزمایش شوری تا ۴۵ میلی‌مولار را بدون آن‌که مولفه‌های جوانه‌زنی به طور قابل ملاحظه‌ای تحت تاثیر قرار بگیرند را تحمل نمودند. توده‌های مشهد و بروجن در سطح شوری ۱۳۵ میلی‌مولار بیشترین میزان را در صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی نشان دادند. همچنین، در مجموع صفات جوانه‌زنی، توده‌های داران و مشهد نسبت به سایرین کمترین کاهش را داشته و می‌توانند به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به شوری در مرحله جوانه‌زنی پیشنهاد گردند.

واژه‌های کلیدی: بنیه بذر، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه

مقدمه

شوری آب و خاک به عنوان یک فاکتور محدود کننده تولید محصول در مناطق خشک و نیمه خشک به حساب می‌آید، خاک های شور عمدتاً در دو ناحیه ساحلی و مناطقی با بارندگی کم مشاهده می‌گردند (۳).اکثر مناطق کشورمان، ایران، نیز به علت گرم و خشک بودن و کمبود بارندگی جزو مناطق شور به حساب می آیند، از سویی امروزه در اکثر مقالات و گزارشها شاهد هستیم که کمبود آب و افت کیفیت آب در حال تبدیل شدن به یک مسأله جهانی است. افزایش سریع جمعیت شهرنشین موجب کاهش آبهای شیرین و با کیفیت بالا شده و بنابراین استفاده از آب های با کیفیت کم و شور برای آبیاری فضایسبز می تواند چارهای برای آبیاری گونه‌های گیاهی کاشته شده در فضای سبز باشد. ولی به دلیل خطرات احتمالی از جمله آسیب‌های ناشی از تنش شوری برای گونه‌های گیاهی مختلف در فضای سبز، این آب‌ها به صورت گسترده مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و کاربرد این نوع آب مستلزم استفاده از گونه‌های متحمل به شوری در پروژه‌های فضای سبز می‌باشد (۹). در این ارتباط می‌توان به قابلیت استفاده از توده‌های بومی موجود در هر کشور یا منطقه توجه نمود (۲۱). علیرغم شباهت فنوتیپی بین توده‌ها، درجات متفاوتی از عدم یکنواختی ژنتیکی در آن‌ها مشاهده می‌شود (۱). حساسیت گیاهان (اعم از زراعی و زینتی) به شوری در مراحل مختلف رشد متفاوت است. در بسیاری از گیاهان، حساس ترین مرحله از چرخه زندگی گیاه نسبت به تنش شوری، مراحل جوانه زنی و گلدهی به شمار می آید (۵). جوانه زنی اولین و حساسترین مرحله رشد و نمو گیاهی می باشد که علاوه بر آن یکنواختی جوانه زنی، میانگین زمان جوانه زنی و سبز شدن نیز از پارامترهای مهم کیفیت بذر می باشند (۲۳). تنش شوری به طور معمول باعث تاخیر در جوانه زنی، کاهش سرعت و درصد جوانه زنی، تاخیر در ظهور ریشه چه و ساقه چه و در نتیجه کاهش رشد گیاهچه ها در محیط های شور می گردد. این اثرات می تواند به دلیل افزایش پتانسیل اسمزی و در نتیجه کاهش آب در دسترس گیاه در خاک های شور ایجاد شود. علاوه بر این غلظت بالای یون ها که به طور عمده کلر و سدیم هستند، موجب عدم تعادل یون ها در درون گیاه و همچنین سمیت یونی در داخل گیاه می شود (۲۹). گراس ها از

۱، ۲، و ۵- به ترتیب دانشجوی دکتری، استاد و دانشیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email:tehranifar2009@yahoo.com)
۳- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و منابع طبیعی خراسان رضوی

بزرگترین خانواده های گیاهی محسوب می شوند و در مقایسه با تیره های گیاهی دارای دامنه کشت قابل توجهی هستند (۱۷). در مراتع ایران ۹ گونه فستوکا پراکنش دارند که نشان دهنده سازگاری این جنس با خاک های مختلف می باشد. فسکویه بلند (*Festuca arundinacea*) به دلیل توانایی رویش در خاک های مختلف، بردباری خوب نسبت به شوری و قلیائیت، تولید چمن انبوه، سیستم ریشه ای گسترده و تحمل خشکی برای تولید علوفه و حفاظت خاک استفاده می گردد (۲۱). همچنین این گیاه یکی از انواع چمن‌های فصل سرد، چند ساله و علفی است که جوانه‌زنی سریع و حالت پرپشت و متراکم دارد این چمن یکی از پوشش‌های اولیه در ورزشگاه‌ها به حساب می‌آید، علاوه بر این جهت چمن‌کاری اطراف جاده‌ها، پارک‌ها، فرودگاه‌ها، مناطق خدمات شهری و ... استفاده می‌شود (۲۵).رابرترز و زیبورا (۱۸) تحمل به شوری را در ۹ گراس مقایسه نموده و دریافتند فسکویه بلند Kentucky-31 مقاوم‌ترین و. *Agropyronspp* حساس‌ترین گراس می‌باشد. شاکرمی و همکاران (۲۱) نیز دریافتند که *F. arundinacea* نسبت به *F. ovina* به شوری مقاوم‌تر است.اطلاعات ژنتیکی در ارتباط با جوانه‌زنی بذور و صفات وابسته می‌تواند جوانه‌زنی بذور را در خاک‌های شور از طریق برنامه‌های اصلاحی بهبود ببخشد (۱۵).

تاکنون گزارشی در ارتباط با میزان تحمل توده‌های بومی فسکویه بلند در ایران در مرحله جوانه‌زنی به تنش شوری منتشر نشده است. هدف از این آزمایش بررسی فاکتورهای جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تحت تنش شوری در چندین توده مختلف فسکویه بلند از مناطق مختلف کشور و مقایسه آن‌ها با یکدیگر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۲۰۱۳در آزمایشگاه پژوهشی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد بر روی ۱۱ توده فسکویه بلند از مناطق مختلف ایران به همراه فسکویه بلند وارداتی جهت بررسی تحمل به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه اجرا گردید. بذور این توده‌های چمن از بانک ژن مرکز تحقیقات منابع طبیعی و جنگلداری استان اصفهان و خراسان رضوی تهیه شدند و شامل توده‌هایی از مناطق اصفهان (یزد آباد)، کامیاران، یاسوج، داران، سناجان، بروجن، مشهد، سمیرم، گندمان (نصیرآباد)، سنندج و البرز بودند. فسکویه بلند وارداتی نیز از شرکت Turfline تهیه شد. بررسی‌های آزمایشگاهی به صورت آزمایش فاکتوریل درقالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید.با هدف ضدعفونی، در ابتدا پتری‌های ۹ سانتی‌متری داخل هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصدبه مدت ۵ دقیقه قرار گرفتند، و سپس شسته شده و در داخل آون با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت قرار گرفتند. در داخل هر پتری دیش تعداد ۲۵ عدد بذر سالم بر روی کاغذ واتمن همراه با ۵ میلی‌لیتر از تیمارهای مورد نظر قرار گرفتند و جهت جلوگیری از خروج رطوبت اطراف دهانه پتری‌ها توسط پارافیلم پوشانده شد. تیمارهای مختلف شامل شوری‌های ۴۵ ، ۹۰ و ۱۳۵ میلی‌مولار در لیتر آب مقطر و شاهد (آب مقطر) بودند. منبع به وجود آورنده شوری در این آزمایش کلرور سدیم (NaCl) خالص تهیه شده از شرکت مرک بود. آزمایش بر اساس مقررات ایستا و در محیط پتری دیش در داخل ژرمیناتور در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد انجام شد (۴). شمارش بذور جوانه‌زده در روزهای سوم، پنجم، هشتم، یازدهم و چهاردهم انجام شد و معیار جوانه‌زنی خروج ریشه چه به اندازه ۲ میلی‌متر از داخل بذر بود. در انتهای آزمایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بذرهای جوانه‌زده با استفاده از خط کش میلی‌متری اندازه‌گیری شد. صفات مورد ارزیابی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، گیاهچه و شاخص بنیه بذربود.

درصد جوانه‌زنی: از تقسیم تعداد بذور جوانه‌زده بر تعداد کل بذور ضربدر صد محاسبه گردید (۸).

$$\%GP = \frac{\sum G}{N} \times ۱۰۰ \quad (۱)$$

G : تعداد بذور جوانه‌زده، N: تعداد کل بذور.

سرعت جوانه زنی: بر حسب تعداد بذر جوانه‌زده در روز محاسبه شد (۱۷)

$$GR = \sum \frac{\mathrm{Ni}}{\mathrm{Di}} \quad (۲)$$

Ni: تعداد بذرهای جوانه‌زده در روزهای شمارش، Di: تعداد روز پس از شروع آزمایش

شاخص بنیه بذر:

$$VI = (RL+SL) \times GP \quad (۳)$$

RL: طول ریشه‌چه، SL: طول ساقه‌چه،GP: درصد جوانه‌زنی (۱۸)، جهت تجزیه داده‌ها و مقایسه میانگین از نرم افزار jmp 8.0 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای شوری برای کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد، همچنین در سطح احتمال ۱ درصد بین ژنوتیپ‌های مختلف فسکویه بلند تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. جداسازی ژنوتیپ‌ها بر اساس تحمل به شوری در مرحله جوانه‌زنی از موثرترین روش‌ها جهت انتخاب گیاهان برتر می‌باشد (۱۷) زیرا می‌توان تا حدودی واکنش گیاهان بالغ به شوری را تخمین زد. در

مورد سایر گراس‌های چمنی از جمله چمن کنتاکی و چمن تگزاسنیز نتایج مشابهی به دست آمده است (۲۲). اثر متقابل ژنوتیپ در تنش شوری برای درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱)

نتایج مقایسه میانگین در سطوح مختلف شوری نشان داد که با افزایش میزان شوری درصد جوانه‌زنی (جدول ۲)، سرعت جوانه‌زنی (جدول ۳)، طول ریشه‌چه (جدول ۴)، طول ساقه‌چه (جدول ۵) و شاخص بنیه بذر کاهش یافت (جدول ۶). این نتایج با بسیاری از گزارش‌ها از جمله برای بذر آفتابگردان (۱۲)، توده‌های گراس چمنی (۱۷)، فلفل (۳۰)، نخود فرنگی (۱۴)، پنبه (۱۳)، تریتیکاله (۱۰) و چمن‌های پوآ، سینودون و لولیوم (۱۹)، مطابقت دارد. تستر و داونپورت (۲۶) بیان کردند که در گیاهانی از جمله گراس‌ها، سدیم اولین دلیل آسیب‌های یونی به شمار می‌آید. در این آزمایش برای درصد جوانه‌زنی بین تیمار شاهد و سطح ۱۳۵ میلی‌مولار شوری تفاوت معنی‌داری در بذور مربوط به توده‌های داران، بروجن، مشهد و البرز مشاهده نشد. بیشترین درصد جوانه‌زنی در سطح شوری ۱۳۵ به ترتیب در توده‌های مشهد، بروجن و داران و کمترین آن در رقم وارداتی و توده سنندج مشاهده شد. در سطح شوری ۹۰ میلی‌مولار بیشترین درصد جوانه‌زنی به ترتیب در توده‌های داران، بروجن و مشهد و کمترین درصد جوانه‌زنی در توده کامیاران مشاهد شد. همچنین بیشترین درصد جوانه‌زنی در سطح ۴۵ میلی‌مولار به ترتیب مربوط به توده‌های داران، مشهد، بروجن و نصیر آباد و کمترین آن مربوط به توده کامیاران بود (جدول ۲).

کاهش جوانه‌زنی بذر در محیط شور، به طور عمده از کاهش جذب آب و افزایش یون‌ها در اطراف بذر ناشی می‌شود (۱، ۵، ۷ و ۱۷). هر چند که نمی‌توان سهم هر کدام از این دو عامل را تعیین نمود و در ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت است (۱۰ و ۲۷) همچنین شوری با تاثیر بر روی تقسیم سلولی و متابولیسم گیاه جوانه‌زنی گیاهچه را کاهش می‌دهد (۲۸).

نتایج نشان داد که با افزایش میزان شوری سرعت جوانه‌زنی بذورکاهش می‌یابد (جدول ۳). بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به توده داران و برابر با ۳/۹۱ بذر در روز در تیمار شاهد مشاهده شد، کمترین سرعت جوانه‌زنی نیز مربوط به بذر وارداتی و در سطح شوری ۱۳۵ میلی‌مولار برابر با ۰/۴۱ بذر در روز بود. در تمام انواع بذور بین کمترین و بیشترین سطح شوری تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید. بیشترین سرعت جوانه‌زنی در سطح شوری ۱۳۵ به ترتیب در توده‌های مشهد، البرز و بروجن و کمترین آن در رقم وارداتی و توده سنندج مشاهده شد. در سطح شوری ۹۰ میلی‌مولار بیشترین سرعت جوانه‌زنی به ترتیب در توده‌های داران، گندمان، بروجن و مشهد و کمترین سرعت جوانه‌زنی در توده کامیاران مشاهد گردید. همچنین بیشترین سرعت جوانه‌زنی در سطح ۴۵ میلی‌مولار به ترتیب مربوط به توده‌های داران، گندمان، مشهد و بروجن و کمترین آن مربوط به توده سنندج و رقم وارداتی بود (جدول ۳).

جدول۱ -تجزیه واریانس برای درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر در ژنوتیپ‌های مختلف *Festuca arundinacea* در سطوح مختلف شوری

Table 1- Analysis of variance for germination percent, germination rate, root length, shoot length and vigor index in different genotypes of *Festuca arundinacea* under diffrent salinity levels

		میانگین مربعات (Mean of Squares)				
منابع تغییر	درجه آزادی (d.f.)	درصد جوانه زنی (Germination percent)	سرعت جوانه زنی (Germination rate)	طول ریشه چه (Root length)	طول ساقه چه (Shoot length)	شاخص بنیه بذر (Vigor index)
توده (Population)	11	2969.89**	7.33**	10.08**	37.36**	724416**
شوری (Salinity)	3	7224.73**	12.58**	19.96**	179.13**	4573414**
توده × شوری (Population × Salinity)	33	520.45**	0.30**	1.05 ns	2.50 ns	79448**
اشتباه (Error)	144	79.79	0.09	0.54	1.06	19826

** ،معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ns غیر معنی‌دار

**, significant at 1 percent level of probability and ns, not-significant

جدول ۲- اثر سطوح مختلف شوری بر درصد جوانه‌زنی بذر توده های مختلف *F. arundinacea*

Table 2- Effect of different salinity levels on seed germination percent of different populations of *F. arundinacea*

توده (Population)	سطوح شوری (Salinity levels)			
	0	45	90	135
اصفهان-یزد آباد(Yazd abad)	84 defghi	84 defghi	78 hij	63 m
کامیاران(Kamyaran)	76 ijkl	66 jklm	48 n	42 n
یاسوج(Yasuj)	88 abcdefghi	83 efghi	64 lm	45 n
داران(Daran)	97 abc	99 ab	99 ab	90 abcdefgh
گندمان(Gandoman)	100 a	96 abcd	93 abcdef	61 m
بروجن(Brujen)	97 abc	99 ab	99 ab	95 abcde
مشهد(Mashhad)	97 abc	99 ab	95 abcde	95 abcde
سمیرم(Semirom)	92 abcdefg	87 cdefghi	86 cdefghi	65 klm
نصیرآباد(Nasir Abad)	99 ab	97 abc	81 fghi	83 efghi
سنندج(Sanandaj)	85 cdefghi	77 ijk	76 ijkl	20 o
البرز(Alborz)	93 abcdef	80 ghi	83 efghi	84 defghi
فستوکا وارداتی(Commercial Fescue)	87 bcdefghi	78 hij	77 ijk	18 o

در هر ستون و ردیف، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار آماری بر اساس آزمون آماری LSD و در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشند.

Means followed by similar letters in the same column don't significant difference based LSD test at 1 percent level probability

با بررسی نتایج مشخص شد که سرعت جوانه‌زنی نسبت به درصد جوانه‌زنی حساسیت بیشتری به شوری دارد. این نتیجه در آفتابگردان (۱۲) و جو (۷) نیز گزارش شده است. علت کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی با افزایش شوری را می‌توان به حضور بیش از حد کاتیون‌ها و آنیون (به ویژه سدیم و کلر) درنتیجه اثرات فیزیکوشیمیایی یا به واسطه اثرات سمی -اسمزی املاح موجود در محلول شور نسبت داد. به طوری‌که علیرغم وجود آب در محیط، گیاه قادر به جذب آب نبوده و با نوعی کمبود آب مواجه می‌شود و از سویی با ایجاد مسمومیت در بذر، مانع از جوانه‌زنی بذر می‌گردد (۵ و ۲۳). بایبوردی و طباطبایی (۲) نیز کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی را با کاهش جذب آب توسط بذر در مرحله آبگیری و تورژسانس ارتباط دادند. از سوی دیگر آنزیم‌های موثر در فعال شدن و رشد گیاهچه نیز آسیب دیده و یا با تاخیر عمل نموده و سبب کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی می‌گردند (۷).

جدول ۳- اثر سطوح مختلف شوری بر سرعت جوانه‌زنی بذر توده های مختلف *F. arundinacea* (بذر در روز)

Table 3- Effect of different salinity levels on seed germination rate of different populations of *F. arundinacea* (seed/day)

توده (Population)	سطوح شوری (Salinity levels)			
	0	45	90	135
اصفهان-یزد آباد(Yazd abad)	2.62 ghij	2.35 jklm	1.98 mnopqr	1.48 stu
کامیاران(Kamyaran)	2.61 hij	2.08 lmnopqr	0.99 vw	0.85 w
یاسوج(Yasuj)	2.05 lmnopqr	1.83 pqrst	1.35 uv	0.93 vw
داران(Daran)	3.91 a	3.41 bcd	3.38 bcd	2.38 ijklm
گندمان(Gandoman)	3.45 bcd	3.33 bcde	2.94 efgh	1.90 nopqrs
بروجن(Brujen)	3.13 cdef	3.12 cdef	2.91 fgh	2.39 ijklm
مشهد(Mashhad)	3.56 ab	3.13 cdef	2.90 fgh	2.55 hijk
سمیرم(Semirom)	2.32 jklmno	2.17 klmnopq	2.14 klmnopqr	1.43 tu
نصیرآباد(Nasir Abad)	3.51 abc	2.80 fghi	2.33 jklmn	2.25 jklmnop
سنندج(Sanandaj)	1.81 qrst	1.72 rstu	1.81 qrst	0.42 x
البرز(Alborz)	3.04 defg	2.44 ijkl	2.53 hijk	2.43 ijkl
فستوکا وارداتی(Commercial Fescue)	1.89 opqrs	1.76 qrstuvwx	1.81 qrst	0.41 x

در هر ستون وردیف، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار آماری بر اساس آزمون آماری LSD و در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشند.

Means followed by similar letters in the same column don't significant difference based LSD test at 1 percent level probability

بنابراین می‌توان این چنین استنباط نمود که کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی در بعضی از توده‌های فسکویه بلند به علت اختلال در جذب آب در اثر پتانسیل اسمزی محلول کلرید سدیم و نیز سمیت ناشی از تجمع یون‌ها باشد که موجب اختلال در متابولیسم جنین می‌گردد.

برای صفت طول ریشه‌چه بین تیمار شاهد و سطح ۱۳۵ میلی‌مولار شوری در بذور مربوط به توده‌های سمیرم، نصیرآباد، سنندج، البرز و رقم وارداتی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین طول ریشه‌چه در سطح ۱۳۵ میلی‌مولاربه ترتیب مربوط به رقم وارداتی و توده سنندج، در سطح ۹۰ میلی‌مولار مربوط به رقم وارداتی و توده‌های مشهد و داران و در سطح ۴۵ میلی‌مولار متعلق به توده‌های مشهد، اصفهان و رقم وارداتی بود. همچنین کمترین طول ریشه‌چه در سطح ۱۳۵ میلی‌مولار شوری در توده بروجن و نصیر آباد، در سطح شوری ۹۰ میلی‌مولار در توده نصیر آباد و در سطح ۴۵ میلی‌مولار در توده سمیرم مشاهده گردید (جدول ۴).کاهش بیشتر طول ریشه‌چه در محلول کلرور سدیم به احتمال زیاد به دلیل سمیت یونی و اثر منفی آن بر روی غشاء می‌باشد (۱۰).

برای صفت طول ساقه‌چه بیشترین میزان برای این صفت در سطح ۱۳۵ میلی‌مولار به ترتیب در توده‌های مشهد و البرز، در سطح ۹۰ میلی‌مولار در رقم وارداتی و توده‌های سنندج و داران و در سطح ۴۵ میلی‌مولار در توده‌های مشهد، اصفهان و داران مشاهده شد (جدول ۵). به طور کلی طول ساقه‌چه با افزایش میزان شوری کاهش یافت و بین توده‌های مختلف برای این صفت تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید (جدول ۱).در این آزمایش مشاهده گردید که افزایش طول ساقه‌چه نسبت به طول ریشه‌چه بیشتر تحت تاثیر تیمار شوری قرار داشت که این نتیجه با نتایج مشاهده شده در گراس‌های علوفه ای، جو وگندم نان (۶، ۷ و ۱۱) مطابقت دارد. علت این پدیده می‌تواند به دلیل سمیت یون‌ها و اثرات منفی آن‌ها در غشائ سلول‌ها باشد (۲ و ۷).

در این آزمایش بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطوح صفر و ۴۵ میلی‌مولار مشاهده شد که می‌تواند به واسطه تحریک گیاه در پتانسیل پایین باشد. از سویی در غلظت‌های بالاتر به دلیل سمیت یونی این صفات کاهش می‌یابند. این نتیجه با نتایج سایر محققان از جمله (۷، ۲۴ و ۳۱) مطابقت دارد.

مقایسه میانگین برای صفت شاخص بنیه بذر نشان داد که با افزایش سطح شوری این شاخص در بذور انواع مختلف فسکویه بلند کاهش یافت (جدول ۶). بیشترین و کمترین مقدار برای این صفت به ترتیب مربوط به توده مشهد در تیمار شاهد (۱۴۹۳/۴۶) و رقم وارداتی در تیمار ۱۳۵ میلی مولار شوری (۱۴۷/۱۲) بود. همچنین بیشترین شاخص بنیه بذر در سطوح مختلف شوری مربوط به توده های مشهد (۴۵ میلی‌مولار)، داران (۹۰ میلی‌مولار) و مشهد (۱۳۵ میلی‌مولار) بود و کمترین مقدار برای این صفت در سطوح مختلف شوری در توده‌های یاسوج (۴۵ میلی‌مولار)، نصیرآباد (۹۰ میلی‌مولار) و رقم واراتی (۱۳۵ میلی‌مولار) مشاهده گردید (جدول ۶).

جدول ٤- اثر سطوح مختلف شوری بر طول ریشه‌چه (میلی‌متر) در توده های مختلف *F. arundinacea*

Table 4- Effect of different salinity levels on root length (millimeter) of different populations of *F. arundinacea*

توده (Population)	سطوح شوری (Salinity levels)			
	0	45	90	135
اصفهان-یزد آباد(Yazd abad)	4.48 abc	3.95 abcde	3.30 defghi	2.11 jklmn
کامیاران(Kamyaran)	3.59 bcdefg	3.48 cdefgh	2.12 jklmn	2.09 jklmn
یاسوج(Yasuj)	3.61 bcdef	2.97 efghijk	2.58 ghijk	2.46 hijk
داران(Daran)	4.97 a	3.96 abcde	3.60 bcdefg	2.50 hijk
گندمان(Gandoman)	2.83 fghijk	3.24 defghi	2.21 jklm	1.43 lmn
بروجن(Brujen)	3.28 defghi	3.11 efghij	2.59 fghijk	1.18 n
مشهد(Mashhad)	4.64 a	4.42 abc	3.48 cdefgh	3.07 efghij
سمیرم(Semirom)	2.88 fghijk	2.17 klmnopq	2.77 fghijk	2.03 klmn
نصیرآباد(Nasir Abad)	3.00 efghijk	2.80 fghi	1.35 mn	1.18 n
سنندج(Sanandaj)	4.41 abc	4.90 a	4.53 ab	4.20 abcd
البرز(Alborz)	2.45 ijkl	2.55 hijk	2.38 ijklm	2.67 fghijk
فستوکا وارداتی(Commercial Fescue)	4.46 abc	4.96 a	4.56 abcde	4.26 abcd

در هر ستون و ردیف، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار آماری بر اساس آزمون آماری LSD و در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشند.

Means followed by similar letters in the same column don't significant difference based LSD test at 1 percent level probability

جدول ۵- اثر سطوح شوری مختلف بر طول ساقه‌چه (میلی‌متر) در توده های مختلف *F. arundinacea*

Table 5- Effect of different salinity levels on shoot length (millimeter) of different populations of *F. arundinacea*

توده (Population)	سطوح شوری (Salinity levels)			
	0	45	90	135
اصفهان-یزد آباد(Yazd abad)	8.93 bcde	8.03 cdefg	6.60 ghijkl	3.72 rstuv
کامیاران(Kamyaran)	7.28 ghi	7.07 ghij	3.95 qrst	2.10 v
یاسوج(Yasuj)	5.41 klmnop	4.66 mnopqr	3.29 rstuv	2.73 tuv
داران(Daran)	8.92 bcde	10.09 ab	7.64 efg	2.50 hijk
گندمان(Gandoman)	7.21 ghi	7.33 gh	5.42 klmnop	3.27 rstuv
بروجن(Brujen)	6.11 hijkl	6.83 ghijk	5.33 lmnopq	2.42 uv
مشهد(Mashhad)	10.75 a	9.77 ab	7.77 efg	6.04 hijklm
سمیرم(Semirom)	5.68 jklmno	5.39 lmnop	4.54 nopqr	2.57 tuv
نصیرآباد(Nasir Abad)	7.34 fgh	6.10 hijklm	2.52 tuv	2.91 stuv
سنندج(Sanandaj)	8.77 bcdef	9.35 abcd	7.92 defg	4.18 pqrs
البرز(Alborz)	7.32 gh	9.25 bcd	7.06 ghij	5.87 ijklmn
فستوکا وارداتی(Commercial Fescue)	8.83 bcde	9.43 abc	7.98 defg	4.24 opqrs

در هر ستون و ردیف، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار آماری بر اساس آزمون آماری LSD و در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشند.

Means followed by similar letters in the same column don't significant difference based LSD test at 1 percent level probability

برای این صفت نیز به جز توده نصیر آباد، بین تیمار شاهد و شوری ۴۵ میلی‌مولار در کلیه ژنوتیپ‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، که نشان دهنده تاثیر کم شوری ۴۵ میلی‌مولار بر روی این پارامتر است. کاهش بیشتر این صفت در سطوح بعدی شوری به احتمال زیاد به دلیل پتانسیل اسمزی پایین ریشه و ممانعت از جذب آب، سمیت یون‌های کلر و سدیم و یا اختلال در فعالیت آنزیم‌ها باشد (۷، ۱۶ و ۲۰).

آن‌چه از آزمایش های جوانه‌زنی و رشد گیاه‌چه در حضور غلظت‌های مختلف نمک صورت گرفت، نشان داد که بذور ژنوتیپ‌های مختلف فسکویه بلند قادرند شوری حدود ۴۵ میلی‌مولار را بدون تاثیر زیاد در مولفه‌های جوانه‌زنی، تحمل نمایند.

جدول ٦- اثر سطوح شوری مختلف بر شاخص بنیه بذر در توده های مختلف *F. arundinacea*

Table 6- Effect of different salinity levels on vigor index of different populations of *F. arundinacea*

توده (Population)	سطوح شوری (Salinity levels)			
	0	45	90	135
اصفهان-یزد آباد(Yazd abad)	1135.84 cd	1005.31 cdefg	773.00 hijklm	372.46 no
کامیاران(Kamyaran)	823.82 ghijkl	698.16 klm	297.20 nop	179.13 op
یاسوج(Yasuj)	793.50 hijklm	630.43 lm	379.40 n	233.39 nop
داران(Daran)	1347.35 ab	1390.16 a	1113.57 cde	600.39 m
گندمان(Gandoman)	1005.10 cdefg	1014.89 cdefg	708.70 jklm	297.96 nop
بروجن(Brujen)	910.53 fghi	953.81 defgh	783.90 hijklm	337.08 nop
مشهد(Mashhad)	1493.46 a	1406.51 a	1067.66 cdef	861.57 ghijk
سمیرم(Semirom)	800.08 hijkl	718.03 ijklm	630.85 lm	298.37 nop
نصیرآباد(Nasir Abad)	1167.34 bc	884.00 fghijk	314.00 nop	340.20 no
سنندج(Sanandaj)	1137.52 cd	1114.46 cde	927.48 efgh	155.12 p
البرز(Alborz)	904.05 fghij	946.12 defgh	786.83 hijklm	712.38 jklm
فستوکا وارداتی(Commercial Fescue)	1167.36 bc	1140.52 cd	946.48 defgh	147.12 p

در هر ستون و ردیف، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار آماری بر اساس آزمون آماری LSD و در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشند.

Means followed by similar letters in the same column don't significant difference based LSD test at 1 percent level probability

تفاوت‌های ژنتیکی در بین گیاهان بالغ از نظر مقاومت به شوری ممکن است از طریق تفاوت‌های ژنتیکی در بین گیاهچه‌ها قابل تشخیص باشد و این امر ممکن است فرصت‌های مفیدی را برای به‌گزینی و انتخاب بوجود آورد. مشخص گردید که توده‌های داران و مشهد نسبت به سایر توده‌ها در برابر شوری متحمل‌تر هستند. این توده‌ها می‌توانند جهت انجام پژوهش‌های بعدی و بررسی مکانیسم تحمل آن‌ها به شوری به کار روند که خود نشان دهنده قابلیت توان رقابتی توده‌های ایران با انواع وارداتی می‌باشد.

منابع

1- Baldwin J.C., and Dombrowski J.E. 2006. Evaluation of *Lolium temulentum* as a model grass species for the study of salinity stress by PCR-based subtractive suppression hybridization analysis. Plant Science, 171: 459–469.
2- Bybordi A., and Tabatabaei J. 2009. Effect of salinity stress on germination and seedling properties in canola cultivars (*Brassica napus* L.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 37: 71-76.
3- Goncalo A., de Souza F., Ferreira B.S., Dias J.M., Queiroz K.S., Branco A.T., ressan-Smith R. E., Oliveira J.G., and Garcia A.B. 2003. Accumulation of salt protein in rice plants as a response to environmental stresses. Plant Science, 164: 623-628.
4- ISTA. 1996. Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association. Seed Science Technology, Zurich, Switzerland.
5- Khaleghi E., and Moallemi N. 2009. Effect of different levels of salinity and temperature on seed germination of Cocks Comb (*Celosia argentea*). Journal. of Plant Production, 16 (1): 149-163. (in Persian with English abstract)
6- Khosh Kholgh Sima N. A. 1999. Physiological aspects of fodder production on salt affected soils. PhD Thesis.
7- Khosh Kholgh Sima N. A., Ali Tabar R., Eghbali Nezhad M., Babazadeh P., and Tale Ahmad S. 2013. Effect of salinity on seed germination and tolerance threshold in Barley. Iranian Journal of Field Crops Research, 11: 107-120. (in Persian)
8- Khosh-Khui M. 2005. Plant propagation: Principle and practices. Shiraz University, shiraz. (in Persian)
9- Marcum K.B. 2006. Use of saline and non-potable water in the turfgrass industry: Constraints and developments. Agriculture water management, 80: 132-146.
10- Mohamadian S.M., Arzani A., and Rezaei A.M. 2011. The Effect of Salinity on Seed Germination and Seedling Growth of Triticale Genotypes. Journal of Crop Production and Processing, 1: 35-50. (in Persian with English abstract)
11- Mohammadi S., Khosh Kholgh Sima N.A., Majidi Heravan A., Noor Mohammadi Gh., and Saeedi A. 2004. Response of wheat genotypes to salinity during germination. Journal of Agricultural science, 14:88-105. (in Persian).
12- Mostafavi K., and Heydarian A. 2012. Effects of different salinity levels on germination indices in four sunflower varieties. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 8: 123-131. (in Persian)
13- Noor E., Azhar. F. M., and Khan A. L. 2001. Differences in responses of *gossypium hirsutum* L. varieties to NaClsalinity at seedling stage. International Journal of Agriculture and Biology, 3: 345-347.
14- Oksu G., Kaya M. D., and Atak M. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 29: 237-242.
15- Pahlavani M.H., Saeidi G., and Mirlohi A.F. 2006. Estimates of genetic parameters for seed germination of safflower in different salinity levels. Asian Journal of Plant Science, 5: 133–138.
16- Qian Y.L., Engelke M.C., and Foster M.J.V. 2000. Salinity effects on Zoysia grass cultivars and experimental lines. Crop Science, 40:488-492.
17- Riahinia Sh., Khazaee H.M., and Razmjoo Kh. 2011. Effect of salinity on germination and seedling growth of populations of turfgrasses. Iranian Journal of Field Crops Research, 9 (2): 222- 228. (in Persian).
18- Roberts E.C., and Zybura E.L. 1967. Effect of sodium chloride on grasses for roadside use. Highway Research Record, 193: 35-42.
19- Roohollahi I., Kafi M. Sayyad Amin P., and Arghavani M. 2008. Salinity effect on germination and Initial growth of *Poa pratensis* , *Cynodon dactylon* , *Lolium perenne*. Pajouhesh & Sazandegi, 81: 147-153. (in Persian with English abstract)
20- Rouhi H.R., Aboutalebian M.A., and Sharifzadeh F. 2011. Seed priming improves the germination traits of tall fescue (*Festuca arundinacea*). Notulae Scientia Biologicae, 3: 57-63.
21- Shakarami B., Dianati-Tilaki Gh., Tabari M., and Behtari B. 2011. The effect of priming treatments on salinity tolerance of *Festuca arundinacea* Schreb and *Festuca ovina* L. seeds during germination and early growth. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 18 (2): 318-328. (in Persian with English abstract)
22- Sherma M. L.1973. Simulation of drought and its effect on germination of five pasture species. Agronomy Journal,

65: 982-987.
23- Soltani A., Ghalipoor M. and Zeinali E. 2006. Seed reserve utilization and seedling of wheat as affected by drought and salinity. Journal of Environmental and Experimental Botany, 55: 195-200.
24- Taghipour F., and Salehi M. 2008. The study of salt tolerance of Iranian barley (*Hordeum vulgar*) genotypes in seedling growth stages. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 1: 53-58.
25- Tehran parks and green space organization. 2005. Lawning principles. Tehran parks and green space organization. (in Persian).
26- Tester M., and Davenport R. 2003. Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. Annual Botany, 91: 503–527.
27- Tlig T., Gorai M., and Neffati M. 2008. Germination responses of *Diplotaxis harra* to temperature and salinity. Flora, 203: 421-428.
28- Turhan, H., and Ayaz C. 2004. Effect of salinity on seedling emergence and growth of sunflower(*Helianthus annuus*.) cultivars. International Journal of Agricultur and Biology, 6: 149–152.
29- Wahome P.K., Jesch H.H., and Grittner I. 2001. Mechanisms of salt stress tolerance in two rose rootstocks: *Rosa chinensis* `Major' and *R. rubiginosa*. Scientia Horticulturae, 87: 207-216.
30- Yildirim E., and Guvenc I. 2006. Salt tolerance of pepper cultivars during germination and seedling growth. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 30: 347-353.
31- Zia S., and Ajmal KhanM.2004. Effect of light, salinity and temperature onseed. Canadian Journal Botany, 82: 151-157.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۸۶-۲۷۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 277-286
ISSN: 2008 - 4730

نقش پایه در فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه مرکبات: مطالعه موردی، مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه دو رقم تجاری پرتقال با میوه چهار پایه

نسترن همتی[1*]- عظیم قاسم نژاد[2]- جواد فتاحی مقدم[3]- پونه ابراهیمی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۵/۱۹

چکیده

متابولیت‌های موجود در میوه مرکبات دارای خواص آنتی‌اکسیدانی بوده و کاربرد زیادی در صنایع دارویی، غذایی و آرایشی و بهداشتی دارند. تحقیق حاضر با هدف مقایسهٔ میزان فنل کل، فلاونوئید کل و خصوصیات آنتی‌اکسیدانی گوشت و پوست میوه مرکبات با بررسی اثر پایه و درخت پیوندی بر این پارامترها در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. خواص آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH، مقدار فنل کل به روش فولین‌سیوکالتیو و مقدار فلاونوئید کل به روش آلومینیوم‌کلراید و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که سه فاکتور پایه و رقم و بافت اثر معناداری بر روی میزان فنل کل، فلاونوئید کل و خصوصیات آنتی‌اکسیدانی عصاره بخش‌های دوگانه میوه مرکبات دارد. بیشترین میزان ترکیبات فنل کل (۲۱/۰۹ میلی‌گرم در گرم) در پوست رقم مورو روی پایه شل‌محله تولید شده است. فلاونوئید کل تحت تاثیر بافت میوه، رقم و پایه قرار داشت. بیشترین میزان آن در پوست ارقام مورو و مارس بر روی پایه یوزو مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۸۵/۵۱ درصد) در پوست میوه پایه بذری سیترواملو مشاهده شد. با این که بین ترکیبات آنتی‌اکسیدانی میوهٔ درخت پیوندی با پایه تفاوت معنی‌داری وجود داشت لیکن عدم مشاهده رابطهٔ مشخصی بین آن‌ها می‌تواند ناشی از وجود تفاوت در ویژگی‌های شیمیایی و فیزیولوژیکی هر میوه (رقم پیوندی یا پایه) باشد.

واژه‌های کلیدی: آنتی اکسیدان، درخت پیوندی، مرکبات، متابولیت ثانویه

مقدمه

مرکبات در ردیف گیاهان مناطق نیمه‌گرمسیری قرار داشته و امروزه تولید آن در دنیا از لحاظ اقتصادی، اشتغال‌زایی، دارویی و غذایی اهمیت بسزایی دارد. ترکیبات فنلی میوه مرکبات شامل فلاونوئیدها و اسیدهای فنلی است و در این میان فلاونوئیدهای گلیکوزیدی در مرکبات غالبیت دارند (۲۰). همچنین میوه‌ی مرکبات حاوی ترکیبات مفید دیگر همچون لیمونوئیدها، فلاونوئیدها، پکتین، کومارین و آنتی‌اکسیدانت‌های معروف چون آسکوربیک‌اسید و کاروتنوئیدها است که نقش مهمی در سلامت انسان دارند (۱۹ و ۲۲). آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مرکبات، بازدارنده‌ی بیماری‌های مزمن چون سرطان و عارضه‌های قلبی و عروقی و بیماری‌های بالینی مهم هستند. بعلاوه، ترکیبات فنلی، میوه‌ی مرکبات را از خسارت میکروبی، اشعه ماورای بنفش و سایر عوامل تنش‌زا طی رشد، مصون می‌دارند (۶ و ۱۳). سلول‌های گیاهی برای حفاظت در مقابل آسیب‌های اکسیداتیو، مجهز به یک سیستم جاروب کننده رادیکال‌های آزاد می‌باشند که از این میان می‌توان به اسیدآسکوربیک اشاره نمود (۸). عوامل متعددی مانند نوع پایه می‌تواند بر کیفیت و کمیت میوه مرکبات موثر باشد (۴). همچنین استفاده از پایه سبب تغییر در زمان گلدهی، زمان رسیدگی و کیفیت میوه شامل ترکیبات معدنی، قند، اسیدهای‌آلی و خواص آنتی‌اکسیدانی آن می‌شود (۱۵). از این‌رو به نظر می رسد که بسیاری از خصوصیات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و ترکیبات فنلی میوه تحت تأثیر پایه قرارداشته باشند (۵). در آزمایشی اثر پایه و ژنوتیپ بر میزان ترکیبات فنلی در رقم‌های سیب نشان داد که پایه و ژنوتیپ و شرایط آب و هوایی روی میزان فلاونوئیدها و خواص ضد اکسیداسیونی اثر معنی‌داری داشته و بیشترین ترکیبات فنلی مربوط به کوئرستین و کوئرستین گالاکتوزید بوده‌است (۱۷). همچنین در بررسی‌های صورت گرفته ثابت شده که توانمندی آنتی‌اکسیدانی میوه در ارقام مختلف و

۱و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: Email: nastaran_hemmati@yahoo.com)
۳- استادیار موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران
۴- استادیار گروه شیمی، دانشگاه گلستان

پایه‌های مختلف متفاوت است (۳). فرآیند تلخ‌زدایی در میوه‌ها به شدت تحت تأثیر پیوندک است. فاصلهٔ درختان و نوع پیوندک، رشد و کیفیت میوه و آسیب یخ‌زدگی را در ارقام پرتقال هاملین[1] و والنسیا[2] تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۴). در تحقیقی دیگر دو نمونه پیوندک L.*Citrus macrophylla* و *Citrus aurantium* بر روی پایهٔ لیمو ورنا[3] استفاده شد. پیوندک *Citrus aurantium* و میان-پایه‌های برنا و واشنگتن ناول مناسب‌ترین گونه‌ها برای لیمو بودند. در مقایسه انواع فلاونوئیدها ۶، ۸- دی- سی گلیکوزیل دیوسمتین[4] بیشترین تأثیرپذیری از پیوندک را داشت (۱۱). همچنین نوع پیوندک و استرس آبی می‌تواند کیفیت و عناصر موجود در آب میوه را تحت تأثیر خود قرار دهد. پیوندک می‌تواند سفتی بافت و میزان مواد جامد محلول در آب میوه را تحت تاثیر خود قرار دهد اما نحوهٔ عمل آن مشخص نیست (۲۳). فاکتورهای جغرافیایی و اقلیمی بر تولید متابولیت‌های ثانویه و ویژگی‌های مورفولوژی گیاهان مؤثر هستند. مواد مؤثره اگرچه با هدایت فرایندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند ولی تولید آن‌ها به‌طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی مانند نور، درجه حرارت، ارتفاع و بارندگی قرار می‌گیرد. عوامل محیطی بر مقدار کلی مواد مؤثره، عناصر تشکیل دهنده مواد مؤثره و مقدار تولید وزن خشک و مورفولوژی گیاه تأثیر می‌گذارند (۷). لذا تحقیق حاضر با هدف مقایسهٔ میزان فنل‌کل، فلاونوئید کل و خصوصیات آنتی‌اکسیدانی گوشت و پوست میوه مرکبات تحت تاثیر نوع پایه و درخت پیوندی انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

در این پژوهش از میوه‌ی چهار رقم پایه (سیترومله[5]، نارنج[6]، شلمحله[7] و یوزو[8]) و دو رقم پیوندی (مورو[9] و مارس[10]) روی پایه‌های پایه‌های مذکور واقع در ایستگاه تحقیقات مرکبات کترا (تنکابن) وابسته به موسسه تحقیقات مرکبات کشور استفاده شد. میوه‌ها بر اساس مقدار مواد جامد محلول[11] که برابر ۱۰ در نیمه‌های آذر بود برداشت و به بخش تحقیقات آزمایشگاهی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شد. بخش‌های مورد ارزیابی میوه شامل پوست (برون‌بر[12] به‌علاوه میان‌بر[13]) و گوشت (درون‌بر[14]) بود.

اندازه‌گیری درصد مهار رادیکال‌های آزاد به روش DPPH[15]

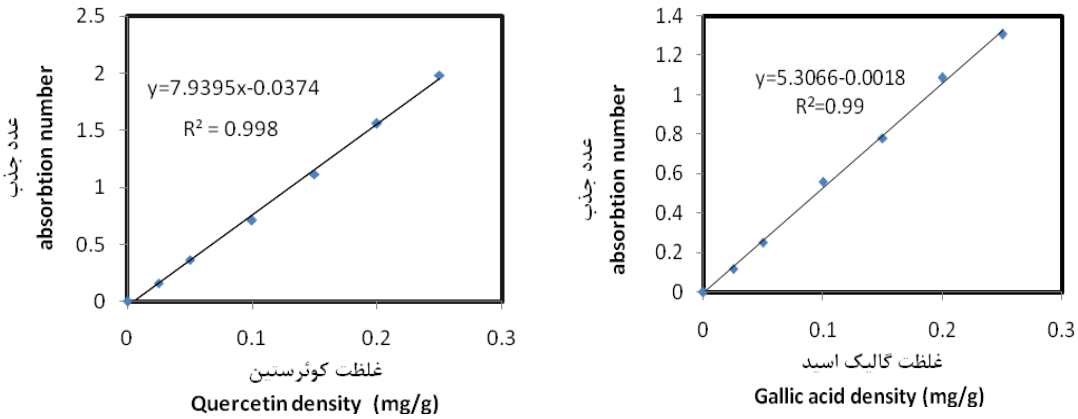
در این آزمایش از روش درصد مهار رادیکال‌های دی‌پی‌پی‌اچ (DPPH)، استفاده‌شد (۹). ابتدا دو میلی‌لیتر از DPPH با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار (۴ میلی‌گرم رادیکال به ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول) به لوله آزمایش اضافه و سپس دو میلی‌لیتر از عصاره متانولی تهیه شده به آن اضافه‌شد. سپس لوله‌های آزمایش به مدت ۳۰ دقیقه در محیط تاریک قرار داده‌شد. بعد از پایان واکنش بلافاصله جذب نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر[16](مدل UV/VIS 2800) در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت شد. علاوه بر نمونه‌های مذکور یک لوله آزمایش به عنوان شاهد در نظر گرفته شد که تنها حاوی دو میلی‌لیتر DPPH و دو میلی‌لیتر متانول بود. فعالیت مهار رادیکال DPPH از فرمول درصد فعالیت خنثی‌کنندگی رادیکال ($DPPH= ۱۰۰ (۱ - A_S/A_C)$) محاسبه شد. در این معادله A_C جذب رادیکال DPPH بدون عصاره به‌عنوان کنترل، A_S جذب DPPH به‌علاوه نمونه و از متانول به‌عنوان بلانک استفاده‌شد.

اندازه‌گیری فنل کل

برای اندازه‌گیری فنل‌کل ابتدا ۲۰ میکرولیتر از عصاره متانولی (۱ گرم در ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد) با ۱۰۰ میکرولیتر فولین سیوکالتیو[17] و ۱/۱۶ میلی‌لیتر آب‌مقطر مخلوط شده و پس از پنج الی هشت دقیقه، ۳۰۰ میکرولیتر کربنات‌سدیم یک مولار (۱۰/۶ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) به آن اضافه شد. محلول فوق به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی و حمام بخار ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. برای شاهد نیز به‌جای عصاره، از متانول ۸۰ درصد استفاده شد. از این محلول برای کالیبره کردن دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل 2800 UV/VIS) استفاده گردید و سپس نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت‌شد (۹). برای رسم منحنی کالیبراسیون از غلظت‌های متفاوت استاندارد گالیک‌اسید (محلول گالیک‌اسید[18] در متانول:آب (۵۰:۵۰)) استفاده شده‌است (شکل ۱).

1-"Hamlin"
2-"Valencia"
3-"Verna"
4-6,8-di-C-glucosyl diosmetin
5- *Citrus paradisi* × *Poncirus trifoliata*
6- *Citrus aurantium*
7- *Citrus sinensis cv. shel mahalleh*
8- *Citrus junos*
9- *Citrus sinensis cv. morro*
10- *Citrus sinensis cv. mars*
11- TSS

12- Epicarp
13- Mesocarp
14- Endocarp
15- 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
16 -Spectrophotometer
17- Folin ciocalteu
18- Gallic acid



شکل۱- نمودار استاندارد گالیک‌اسید و کوئرستین به ترتیب برای فلاونوئید کل و فنل کل

Figure 1- Gallic acid and quercetin standard diagram, respectively, for total flavonoid and total phenol

اندازه‌گیری محتوای فلاونوئید کل

برای اندازه‌گیری محتوای فلاونوئیدی ابتدا ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره متانولی تهیه شده (یک گرم در ۱۰ میلی‌لیتر متانول۸۰ درصد) با ۱/۵میلی‌لیتر متانول، ۰/۱ میلی‌لیتر آلومینیوم‌کلرید ۱۰ درصد در اتانول (۱۰ گرم آلومینیوم‌کلرید در ۱۰۰ میلی‌لیتراتانول و آب‌مقطر)، ۰/۱ میلی‌لیتر استات‌پتاسیم یک مولار (۲/۴۱ گرم در ۱۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر) و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد. برای تهیه شاهد به جای عصاره متانولی، تنها از متانول خالص استفاده گردید. مخلوط نیم ساعت در تاریکی قرار گرفته و سپس بلافاصله در طول موج ۴۱۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل 2800 UV/VIS) قرائت و میزان فلاونوئیدکل بر اساس خط استاندارد کوئرستین تعیین شد (۹). به این منظور غلظت‌های مختلف از استاندارد کوئرستین[1] ساخته و بعد از خوانده شدن عدد جذب، خط استاندارد رسم گردید (شکل۱).

تجزیه‌ی آماری

این طرح بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. فاکتورها شامل پایه در چهار سطح (نارنج، سیترومیلو، شل‌محله و یوزو)، رقم پیوندی در سه سطح (پایه بذری (بدون رقم پیوندی)، مورو و مارس) و نوع بافت میوه در دو سطح (گوشت و پوست) بود. میانگین‌های حاصل با استفاده از آزمون LSD با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس ارقام مورد آزمایش و نوع بافت روی صفات اندازه گیری شده

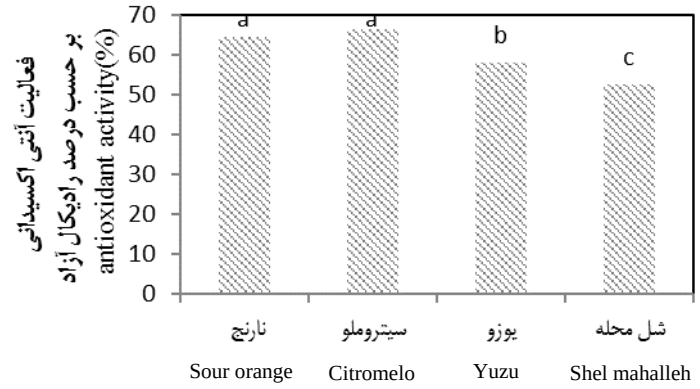
جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد میزان فنل، فلاونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمارهای اثرات پایه، ارقام و بافت و همچنین در اثرات متقابل آن‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد نشان دادند.

مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در میوه چهار پایه بذری مرکبات

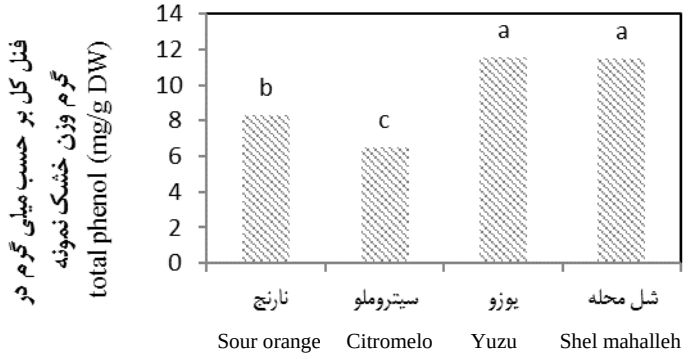
بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (شکل ۲) در میوه پایه سیترومیلو و نارنج (به ترتیب ۶۶/۴ و ۶۴/۵ درصد) و کمترین در پایه شل‌محله (۵۲/۴درصد) وجود داشته است. بیشترین میزان فنل‌کل (شکل۴) در پایه یوزو و شل‌محله (به‌ترتیب ۱۱/۵۴ و ۱۱/۵۱ میلی‌گرم در گرم) اندازه‌گیری شد که بین میزان فنل در این دوپایه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. هم‌چنین کم‌ترین آن در پایه سیترومیلو (۶/۵۱ میلی‌گرم در گرم) به‌دست آمد. میزان فلاونوئیدکل (شکل۵) در پایه یوزو (۰/۲۴ میلی‌گرم در گرم) بیشتر از شل‌محله (۰/۱۱۵ میلی‌گرم در گرم) بود. بررسی های انجام شده روی پایه‌های مرکبات نشان‌داد که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنل‌کل و فلاونوئیدکل در میوه ارقام و پایه‌های برخی مرکبات اختلاف معنی‌داری داشت، همچنین این ترکیبات تحت تاثیر شرایط آب و هوایی نیز قرار گرفته‌بود (۵). نتایج پژوهش‌های محتسب و غنایم (۱۸) نشان داد که در پایه‌های آزمایشی بیشترین میزان مواد جامد محلول در میوه‌های پیوند شده بر نارنج تجمع داشت. هم‌چنین میوه‌های پیوند شده بر ولکامریانا و

1- Quercetin

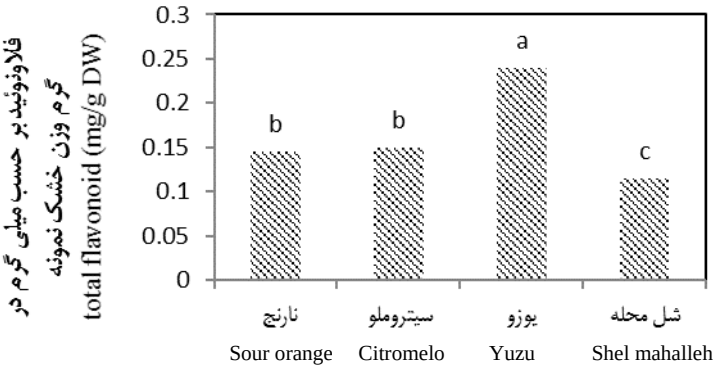
ماکروفیلا به ترتیب بیشترین و کمترین میزان اسیدیته را نشان‌دادنـد. قاسم‌نژاد و همکاران (۲) نشان‌دادند کـه اسـید قابـل تیتراسـیون در میوه‌های پیوندشده روی پایه سیترومیلو بیشتر از نـارنج بـود و نسـبت مواد جامد قابل حل به اسید در میوه‌های پیوند شده روی نارنج بیشتر از سیترومیلو بود.



شکل۳- فعالیت آنتی اکسیدانی میوه در پایه‌های مختلف مرکبات
Figure 3 -The antioxidant activity in different citrus rootstocks fruit



شکل٤- میزان فنل کل میوه در پایه‌های مختلف مرکبات
Figure 4- Total phenol content in different citrus rootstocks fruit



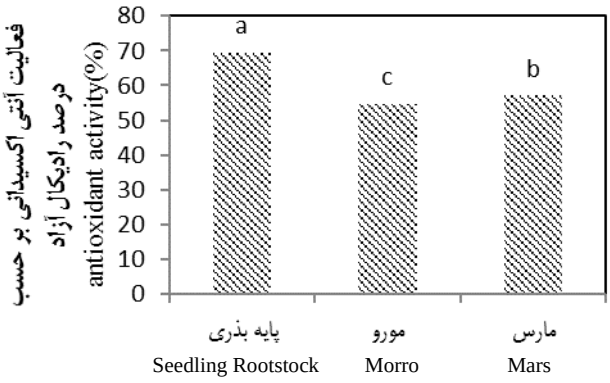
شکل۵- میزان فلاونوئیدکل میوه در پایه‌های مختلف مرکبات
Figure 5 - Total flavonoid content in different citrus rootstocks fruit

مقایسه میانگین تاثیر ارقام روی صفات اندازه‌گیری شده

بر اساس مقایسه میانگین‌ها ، فنل‌کل، فلاونوئیدکل و فعالیت آنتی‌اکسیدان در ارقام مختلف متفاوت بود. به طوری که بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (شکل۶) در میوه پایه‌ها (۶۹/۴۲ درصد) و کمترین آن (۵۴/۵۷ درصد) در پرتقال مورو مشاهده شد. به علاوه بیشترین میزان فنل‌کل (۱۳/۵۶ میلی‌گرم در گرم) در پرتقال مارس و کمترین آن (۲/۱ میلی‌گرم در گرم) در میوه پایه‌های بذری تولید شده بود (شکل۷). همچنین بیشترین میزان فلاونوئیدکل (۰/۱۸۴ میلی‌گرم در گرم) در پرتقال مورو و کمترین (۰/۱۳۲ میلی‌گرم در گرم) در میوه‌های پایه‌های بذری تجمع داشت (شکل۸). تحقیقات نشان‌داد که ترکیبات فلاونوئیدی (نارنجین و هسپریدین) در ارقام مختلف مرکبات متفاوت بوده به طوری‌که بیشترین میزان نارنجین در نارنج و گریپ‌فروت و بیشترین میزان هسپریدین در میوه ارقام پرتقال و نارنگی در دو منطقه جیرفت و تنکابن تولید شده‌بود (۱۲). همچنین مشخص شده میزان توانمندی آنتی‌اکسیدانی رقم تامسون ناول به طور معنی‌داری از رقم نارنگی پیج کمتر بود (۲). نتایج به دست‌آمده با نتایج قاسمی و همکاران (۱۰) که تاثیر گونه در فعالیت آنتی‌اکسیدانی، تجمع ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی مرکبات را گزارش نموده‌اند، مطابقت دارد.

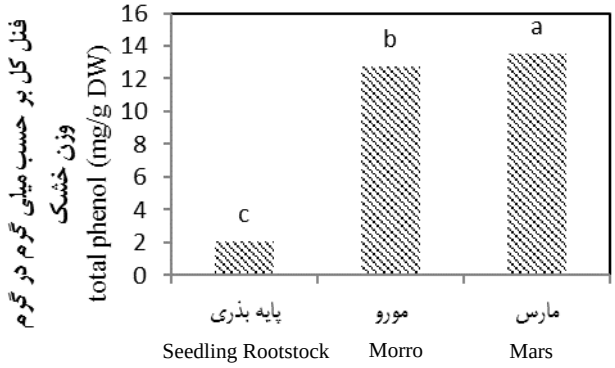
اثر نوع بافت بر صفات تغیرهای اندازه‌گیری شده

با توجه به اندازه‌گیری فنل کل و فلاونوئیدکل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت، نتایج نشان‌داد که بیشترین میزان فنل‌کل و فلاونوئیدکل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌ترتیب (۱۰/۰۲ میلی‌گرم در گرم، ۰/۱۸۴ میلی‌گرم در گرم و ۶۷/۸۴ درصد) در پوست میوه ارقام مورد آزمایش تولید ثبت شد. همچنین کمترین میزان این ترکیبات (به ترتیب۸/۹۲ میلی‌گرم در گرم، ۰/۱۴۱ میلی‌گرم در گرم و ۵۲/۸۹ درصد) در گوشت میوه مشاهده شد (شکل ۹، ۱۰ و ۱۱). تحقیقات انجام‌شده نشان داد که تجمع متابولیت ثانویه در میوه مرکبات قویا تحت تاثیر نوع بافت قرار دارد.



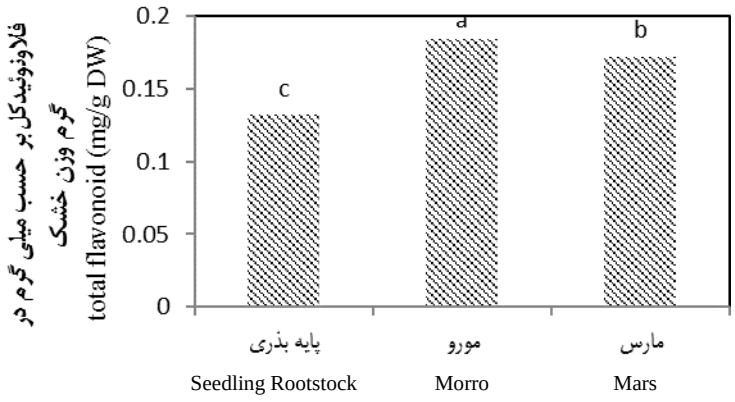
شکل٦- فعالیت آنتی اکسیدانی میوه در ارقام مختلف مرکبات

Figure 6- The antioxidant activity in different citrus cultivars fruit



شکل۷- میزان فنل کل میوه در ارقام مختلف مرکبات

Figure 7- Total phenol content in different citrus cultivars fruit

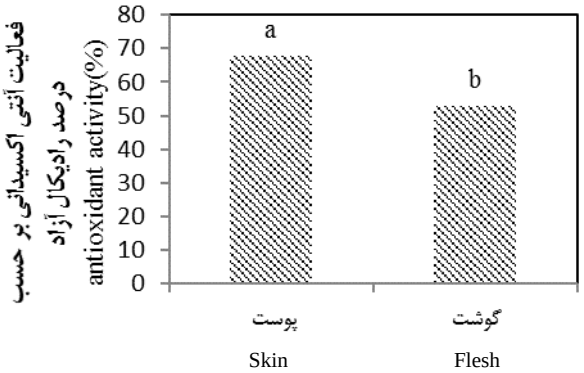


شکل۸- میزان فلاونوئیدکل میوه در ارقام مختلف مرکبات
Figure 8- Total flavonoid content in different citrus cultivars fruit

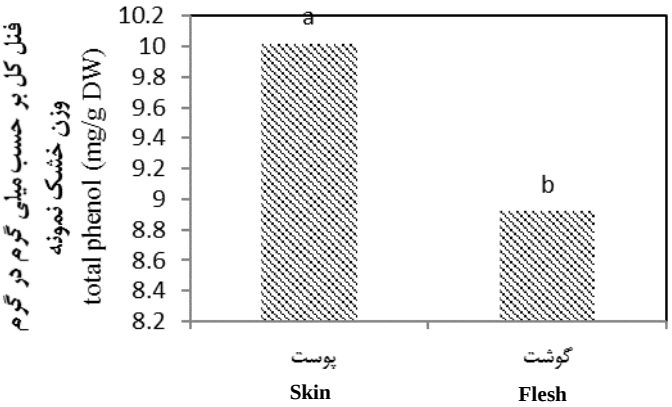
به عنوان مثال پوست میوه به دلیل داشتن غده‌های روغنی و رنگ زرد دارای بیشترین میزان فنل‌کل، فلاونوئیدکل و آنتی‌اکسیدان نسبت به گوشت میوه است. در مقابل میزان ویتامین ث گوشت میوه بسیار بالاست. قاسمی و همکاران (۱۰) با مقایسه ۱۳ رقم از مرکبات اعلام نمودند که پوست میوه مرکبات دارای میزان فنل و فلاونوئید بیشتری نسبت به گوشت میوه است. تور و ساویج (۲۴) بیان کردند که سطح ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در پوست گوجه فرنگی بالاتر از گوشت آن است . لی وهمکاران (۱۶) نیز گزارش کردند که پوست میوه انار از فنل و فلاونوئید بیشتری نسبت به گوشت آن برخوردار است. از آنجاییکه وظایف اصلی ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی حفاظت گیاه در برابر اشعه ماورای‌بنفش، حشرات و بیماری‌ها بوده و نقش مهمی در جذب حشرات گرده افشان دارند، بالا بودن غلظت این ترکیبات در لایه های اپیدرمی قابل درک است. قاسم‌نژاد و همکاران (۲) نتیجه گرفتند که قسمت پوست میوه تامسون پیوندشده روی پایه سیترنج از بیشترین میزان فلاونوئید برخورداراست. از آن‌جائی‌که نور در بیوسنتز ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی تأثیر دارد و در واقع این مواد نقش محافظتی در برابر نور به ویژه طول موج کوتاه دارند، این ترکیبات در قسمت پوست بیشتر هستند. در نهایت این‌که پوست ارقام مرکبات فعالیت آنتی‌اکسیدانی نسبتا بالایی داشته و می‌توانند به عنوان منابع غنی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مطرح باشند (۱)، نتایج این تحقیق با گزارشات مذکور مطابقت دارد.

اثر متقابل بافت میوه، پایه و ارقام پیوندی بر صفات اندازه‌گیری شده

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۸۵/۵۱ درصد) در پوست پایه بذری سیترومله و کمترین آن (۲۳/۴۱ و ۲۸/۹۹ درصد) در گوشت پایه بذری یوزو و گوشت رقم مارس روی پایه شل محله مشاهده شد. بیشترین میزان فنل‌کل (۲۱/۰۹ میلی‌گرم در گرم) در پوست رقم مورو روی پایه شل‌محله و کمترین میزان فنل در گوشت و پوست هر چهار پایه بذری یوزو تولید شد.

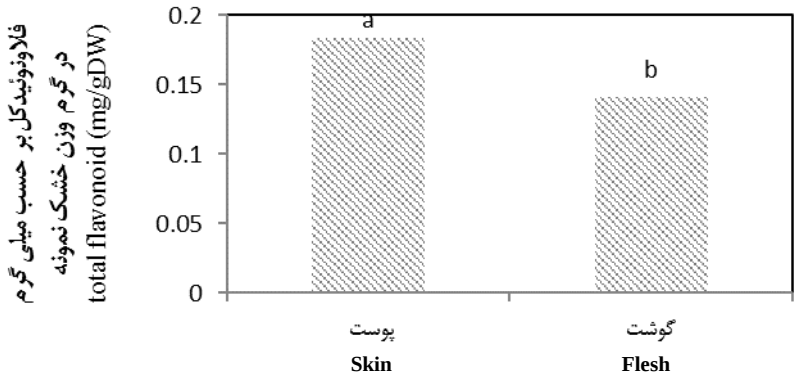


شکل۹- میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در بافت پوست و گوشت میوه مرکبات
Figure 9- The antioxidant activity in citrus fruit skin and pulp tissues



شکل۱۰- میزان فنل کل در بافت پوست و گوشت میوه مرکبات

Figure 10- Total phenol content in citrus fruit skin and pulp tissues



شکل۱۱- میزان فلاونوئید کل در بافت پوست و گوشت میوه مرکبات

Figure 11- Total flavonoid content in citrus fruit skin and pulp tissues

همچنین فلاونوئید کل تحت تاثیر بافت میوه و نوع پایه و رقم بود.به طوری‌که بیشترین میزان آن (۰/۳۲۱ و ۰/۲۹۵ میلی‌گرم در گرم) در پوست ارقام مورو و مارس پیوند شده روی پایه یوزو و کمترین آن (۰/۰۶۷ ، ۰/۰۶۶ میلی‌گرم در گرم) در پوست میوه پایه بذری شل‌محله و گوشت رقم مورو روی پایه شل محله مشاهده شد (جدول۱). نتایج به‌دست آمده از آزمایش حاضر و همچنین نتایج محققان دیگر بیانگر این مطلب است که تاثیر پایه بر کیفیت گونه پیوندی با نوع گونه و پایه و اثر متقابل بین آن‌ها ارتباط دارد (۲۱).

همبستگی تغییرات ترکیبات آنتی اکسیدانی پایه و درخت پیوندی

بر اساس همبستگی (جدول ۳) نتایج نشان داد که میزان فنل‌کل میوه درخت‌پیوندی با فنل‌کل میوه پایه، فلاونوئیدکل پایه با فنل‌کل پایه و فنل‌کل درخت پیوندی همبستگی معنی‌داری نداشته است. میزان فلاونوئیدکل درخت پیوندی با فنل‌کل پایه همبستگی منفی و با فلاونوئید کل پایه در سطح پنج درصد همبستگی مثبت داشته است. خواص آنتی‌اکسیدانی پایه با فنل‌کل پایه در سطح ۱ درصد و با فنل‌کل درخت پیوندی در سطح ۵ درصد همبستگی معنی‌داری داشته است. همچنین خواص آنتی‌اکسیدانی درخت پیوندی با فنل کل درخت پیوندی، همبستگی معکوس و با فلاونوئیدکل درخت پیوندی در سطح یک درصد همبستگی مثبت داشته است. به بیان دیگر هرچه میزان فلاونوئیدکل پایه بیشتر باشد میزان فلاونوئیدکل درخت پیوندی بیشتر خواهد شد و هرچه میزان خواص آنتی‌اکسیدانی پایه بیشتر باشد، میزان فنل‌کل در پایه و درخت پیوندی بیشتر می‌شود.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل پایه، درخت پیوندی و بافت بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنل کل وفلاونوئید کل

Table 1- mean comparison of interaction between rootstock, grafted tree and tissue on antioxidant activity, total phenol and total flavonoid

پایه Rootstock	درخت پیوندی Grafted tree	بافت tissue	فنل کل Total phenol (mg/gDW)	فلاونوئید Total flavonoid (mg/gDW)	آنتی‌اکسیدانت Antioxidant (%)
نارنج Sour orange	پایه بذری Seedling rootstock	پوست skin	2.20 m	0.121 gh	82.21 ab
		گوشت flesh	2.21 m	0.125 fgh	67.41 d
	مورو morro	پوست skin	11.72 g	0.203 c	60.51 ef
		گوشت flesh	9.47 jk	0.138 efg	36.71 j
	مارس mars	پوست skin	14.07 e	0.198 c	73.21 c
		گوشت flesh	10.24 hj	0.085 hi	66.41 d
سیترومِلو citrumelo	پایه بذری Seedling rootstock	پوست skin	2.17 m	0.132 efgh	85.51 a
		گوشت flesh	2.13 m	0.145 efg	52.71 hi
	مورو morro	پوست skin	7.74 l	0.191 c	79.21 b
		گوشت flesh	7.29 l	0.134 efg	53.41 hi
	مارس mars	پوست skin	10.71 h	0.187 cd	66.51 de
		گوشت flesh	9.01 k	0.109 h	60.71 f
یوزو yuzu	پایه بذری Seedling rootstock	پوست skin	2.23 m	0.179 cd	83.21 ab
		گوشت flesh	1.39 m	0.138 efg	23.41 k
	مورو morro	پوست skin	15.91 d	0.321 a	66.51 g
		گوشت flesh	16.51 cd	0.262 b	48.71 i
	مارس mars	پوست skin	17.12 c	0.295 a	68.21 cd
		گوشت flesh	16.06 d	0.224 b	57.41 g
شل محله Shel mahalleh	پایه بذری Seedling rootstock	پوست skin	2.20 m	0.067 I	78.51 b
		گوشت flesh	2.23 m	0.148 efg	81.71 ab
	مورو morro	پوست skin	21.09 a	0.157 def	33.55 jk
		گوشت flesh	12.26 fg	0.066 I	37.10 gh
	مارس mars	پوست skin	13.09 f	0.160 de	34.95 j
		گوشت flesh	18.19 b	0.095 hg	28.99 k

اعداد دارای حرف مشترک با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند.

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

جدول۲- همبستگی بین فاکتورهای اندازه‌گیری شده در پایه و درخت پیوندی

Table 2- The correlation between measured parameters in rootstock and grafted tree

صفات Features	فنل پایه Rootstock phenol	فنل درخت‌پیوندی Grafted tree phenol	فلاونویید پایه Rootstock flavonoid	فلاونویید درخت پیوندی Grafted tree flavonoid	آنتی‌اکسیدان پایه Rootstock antioxidant	آنتی‌اکسیدان درخت‌پیوندی Grafted tree antioxidant
فنل پایه Rootstock phenol	1					
فنل درخت‌پیوندی Grafted tree phenol	-0.215 ns	1				
فلاونویید پایه Rootstock flavonoid	-0.040 ns	-0.078 ns	1			
فلاونویید درخت‌پیوندی Grafted tree flavonoid	-0.328 *	0.335 *	0.272*	1		
آنتی‌اکسیدان پایه Rootstock antioxidant	0.856**	0.008 *	–0.077 ns	-0.099 ns	1	
آنتی‌اکسیدان درخت‌پیوندی Grafted tree antioxidant	-0.042 ns	-0.394 **	0.415 **	0.334*	-0.132 ns	1

*، **، Ns به ترتیب نشان دهنده سطوح معنی‌داری در سطح یک درصد، پنج درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

*, ** , Ns, show the significance in 1 , 5 percent levels and non-significant respectively

این نتایج از یک سو بیانگر اثر پذیری میوه درخت پیوند از پایه است از طرف دیگر به اندازه کافی واضح نیست که بتوان نظر قطعی در مورد نوع و میزان نقش پایه بر خصوصیات کیفی میوه رقم پیوند شده داد. لذا بر اساس یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت که میزان تاثیر پذیری خصوصیات کیفی میوه از پایه به نوع پایه و رقم و شرایط فیزیولوژیکی آن‌ها وابسته است.

منابع

1-Agusti M., Almeda V., Juan M., Mesejo C., and Martinez-Fuentes A. 2003. Rootstock influence on the incidence of rind breakdown in Navelate sweet orange. Journal of Horticultural Science Biotechnology, 78(4): 554-558.

2-Angell G. 2004. Effect of rootstock and inter-stock grafting of lemon trees (*Citrus lemon*) on the flavonoid content. Journal of Agricultural Food Chemistry, 52(2): 324-331.

3-Atkinson C.J., Else M.A., and Taylor L. 2003. Root and stem hydrulitic conductivity as determinants of growth potential in grafted trees of apple (*Malus pumila* Mill). Journal of Experimental Botany, 54(385): 1221-1229.

4-Cushine T.P.T and Lamb A.J. 2005.Antimicrobial activity of flavonoids. Int. Jornal of Antimicrob. Agent, 26(5): 343-356.

5-Davise F.S .and Albrigo L.G.1994.Citrus.CAB.International Press, Wallington, UK, p.9814.

6-Dixon R.A. and Paiva N.I. 1995. Stress-induced phenylpropanoid metabolism, Plant Cell, 7(7): 1085-1097.

7-Ebrahimzadeh M.A, Hosseinimehr S.J. and Hamidinia A. 2008.Antioxidant and free radical scavenging activity of Feijoa sallowiana fruits peel and leaves. Pharmacol. 1: 7-14.

8-Fattahi J., Hamidoghli Y., Fotouhi R., Ghasemnejad M. and Bakhshi D. 2011. Evaluation of Physicochemical Properties and Antioxidant Activity of the Peel of Different Commercial Citrus Species**.** Journal of Horticultural Science. 25(2): 211-217.

9-Ghasemi K., Ghasemi Y. and Ebrahimzadeh M.A. 2009. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 citrus species peels and tissues. Pakistan Journal of Pharmacy Science, 22(3): 277-281.

10-Ghasem nezhad A., Ghasemi Y., Hemati Kh., Ebrahimzadeh M. and Ghasemi K. 2012. Effect of type of rootstock and fruit tissue on some chemical properties of page mandarin and thampson novel orange. Jornal of plant production. 19(3): 43-53.

11- Gil-Izquierdo A. Riquelme M. T. Porras I. And Ferreres F. 2004. Effect of the Rootstock and Interstock Grafted in Lemon Tree (Citrus limon (L.) Burm.) On the Flavonoid Content of Lemon Juice.Journal of Agricultural Food Chemistry. 52(2): 324-331

12-Hemmati Kh, Omidbiagi R., Bashirisadre Z., and Ebrahemi Y. 2003.Effect of climate and harvesting time in quantities and qualities flavonoids certain in Citrus cultivars.Ph.D.Thesis. Modarres University Publisher.

13- Horowitz R.M. and Gentili B. 1986. Taste effects of flavonoids. Plant flavonoids in biology and medicine: biochemical, pharmacological, and structur-activity relationship, 213: 163-175.
14-Hui Y. H. 2006. Handbook of Fruits and Fruit Processing.chapter: 19: Oranges and Citrus Juices. Blackwell Publishing. p: 309-348.
15-Kubota N., Yakushiji H., Nishiyama N., Mimura H. and Shimamura K. 2001. Phenolic contents and l-phenylalanine ammonia-lyase activity in peach fruit as affected by rootstocks. Japenese Society for Horticultural Science, 70: 151-156.
16-Li Y., Guo C., Yang J., Wei J., Xu J. and Cheng S. 2006. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. Food Chemistry, 96(2): 254-260.
17-Manila L. Moor U. Karp K. Pusa T. 2011. The effect of genotype and rootstock on polyphenol composition of selected apple cultivars in Estonia. Zemidirbyste=Agriculture, 98(1): 63-70.
18-Muhtasab J. and Ghnaim G. 2006. Effects of four rootstocks on fruit quality of sweet orange "Shamouti" under Jordan valley condition. Emirates Journal of Agricultural Sciences, 18(1): 33-39.
19-Nazakato M. Kobayashi C. Yamajima Y. Kawano M. Yasuda K. 2001. Determination of neohesperidin dihydrochalcone in foods. 42(1): 40-44
20-Ortuno A., Reynaldo I., Fuster M.D., Botia J., Puig D.J., Sabater F., Lindon A,Q., Porras I. and Del Rio J.L.1997. Citrus cultivars with high flavonoid contents in the fruits Sci. Hort. 68(1): 231-236.
21-Ramin A.A. and Alirezanezhad A. 2005. Effects of citrus rootstocks on fruit yield and quality of Ruby Red and Marsh grapefruit. Fruits. 60(5): 311-317.
22-Renaldo I., Botia J., Lindon A.,Q. and Del Rio J.L.1999. Flavonoids found in several *citrus* species cultivated in Cuba and Spain for the industrial application. Cultivos Tropicales. 20(3): 73-75.
23-Tavarini S., Gil M. I., Tomas-Barberan F. A., Buendia B., Remorini D., Massai R., and Guidi L. 2011. Effects of water stress and rootstocks on fruit phenolic composition and physical/chemical quality in Suncrest peach. *Annals of Applied Biology*, *158*(2), 226-233.
24- Toor R.K. and Savage G. P. 2005. Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. Food Research International, 38(5): 487-494.
25-Wang Y. C.,Chuang Y.C. and Ku Y.H. 2007.Quantitiation of bioactive compounds in *citrus* fruits cultivated in Taiwan. Food chemistry, 102(4): 1163-1171.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۹۵-۲۸۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 287-295
ISSN: 2008 - 4730

تاثیر نیتروژن و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر عملکرد و صفات کیفی گل شاخه بریده مریم (*Polianthes tuberose*)

طیبه طاهر[۱] - احمد گلچین[۲] - سعید شفیعی[۳*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۵

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات بر عملکرد و صفات کیفی گل شاخه بریده‌ی مریم رقم دابل یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و با ۱۲ تیمار شامل سطوح مختلف نیتروژن (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کود زیستی حاوی باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات (صفر، ۵ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار) در گلخانه‌ای در استان زنجان در سال ۱۳۹۰ به اجرا درآمد. در این آزمایش صفاتی مانند سطح برگ، درصد بازشدن هم‌زمان گلچه‌ها، درصد آب نسبی، ماندگاری، کلروفیل، درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ و درصد ماده‌ی خشک و میزان بیومس گیاه مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف نیتروژن جز بر ماندگاری گل و درصد پتاسیم برگ بر سایر صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات نیز جز بر صفت ماندگاری گل و درصد نیتروژن و فسفر برگ بر سایر صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل نیتروژن و باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات بر درصد بازشدن همزمان گلچه‌ها، ماندگاری گل، درصد ماده خشک و میزان بیومس گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و با افزایش سطوح نیتروژن و کود زیستی حاوی باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات صفات سطح برگ، درصد آب نسبی، شاخص کلروفیل برگ، درصد نیتروژن برگ، میزان ماده‌ی خشک و بیومس گیاهی افزایش یافت. بهترین تیمار برای رسیدن به حداکثر عملکرد و صفات کیفی در گل مریم ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن + ۱۰ کیلوگرم کود زیستی حاوی باکتری‌های حل کننده فسفات در هکتار بود.

واژه‌های کلیدی: باکتری حل کننده فسفات، نیتروژن، گل مریم (*Polianthes tuberose*)

مقدمه

گل مریم با نام علمی *Polianthes tuberose* از خانواده‌ی *Agavaceae* گیاهی است علفی چند ساله و متعلق به رده تک لپه‌ای‌ها که بومی مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری است. این گل یکی از مهمترین گل‌های شاخه بریده است که در هوای آزاد به‌صورت گلدانی و در گلخانه بوسیله‌ی سوخ تکثیر می‌شود (۱۶). اکثر ارقام گل مریم دارای گل‌های تکی و دوتایی هستند که ارقام تکی بیشتر به منظور تولید غنچه بریده و ارقام دوتایی به منظور تولید گل شاخه بریده کشت می شوند (۱۲).

در ایران گل مریم بعد از گلایل، رز و میخک مقام چهارم را از لحاظ تولید دارا می‌باشد (۲۶). همچنین به‌دلیل کیفیت بالای گل تولیدی امروزه بیشترین میزان صادرات مربوط به گل مریم و گلایل می‌باشد (۱۷). تغذیه مناسب درکشت و کار تمامی گیاهان از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. گل مریم به مواد غذایی زیادی نیاز دارد تا به کیفیت و گلدهی مطلوب برسد. بنابراین تغذیه‌ی متعادل این گیاه می‌تواند نقش مهمی در عملکرد و کیفیت گل‌های آن داشته باشد (۲۳). نیتروژن فاکتور مهمی در رشد و نمو و فیزیولوژی گیاه است، این عنصر در تشکیل آمینواسیدها، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و دیگر ترکیبات سلولی که برای ساخته شدن سلول‌های جدید لازم است نقش مهمی دارد (۱۵).

کود زیستی حاوی باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات (سودوموناس و باسیلوس) دارای میکروارگانیسم‌های مفید خاک می‌باشند. میکروارگانیسم‌های ساپروفیت هستند که می‌توانند در منطقه ریشه (ریزوسفر) فعالیت نموده و با مصرف ترشحات ریشه ترکیبات نامحلول فسفات را بصورت محلول و قابل جذب گیاه درآورند. این باکتری‌ها همچنین با تولید مواد بیولوژیک مثل هورمون‌های اکسین، جیبریک اسید و ویتامین‌های مختلف باعث رشد و نمو گیاه می‌شوند (۱). راویا اید و همکاران (۲۲) گزارش کردند که کاربرد باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات باعث افزایش رشد و بهبود کیفیت گل شاخه بریده‌ی شب‌بو

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابهر
۲ - استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
۳- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت
(*- نویسنده مسئول: (Email: saeid55@gmail.com

شد. گوایلی و همکاران (۱۱) در آزمایشی روی گیاه سویا مشاهده کردند که کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات باعث افزایش میزان مادهٔ خشک این گیاه شد. زیدی و صغیرخان (۲۹) در بررسی‌های خود روی گیاه نخود فرنگی گزارش کردند که بکارگیری باکتری‌های حل کننده فسفات باعث افزایش میزان کلروفیل برگ شد.

رحمانی و همکاران (۲۰) اثر سطوح نیتروژن (صفر، ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار) را روی گل همیشه بهار مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که بیشترین میزان بیومس از مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. دانشخواه و همکاران (۷) نشان دادند که افزایش سطح نیتروژن در گل محمدی باعث افزایش معنی‌داری میزان نیتروژن برگ شد، همچنین افزایش مصرف نیتروژن تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی‌دار سطح برگ در مقایسه با تیمار شاهد گردید. با توجه به نقش موثر نیتروژن و فسفر در افزایش عملکرد و کیفیت گل‌ها و گیاهان زینتی، هدف این تحقیق بررسی تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات بر عملکرد و صفات کیفی گل شاخهٔ بریدهٔ مریم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۰ در گلخانه‌ای در شهرستان زنجان به صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۱۲ تیمار انجام شد. رقم مورد استفاده گل مریم در این آزمایش رقم دابل بود که از شهرستان محلات تهیه گردید. قبل از اجرای آزمایش یک نمونه مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک گلخانه تهیه و در آزمایشگاه خاک‌شناسی مورد تجزیه قرار گرفت. سوخ‌ها یک روز قبل از کاشت با قارچ‌کش بنومیل با غلظت ۲ در هزار به مدّت ۲ ساعت ضدّ عفونی شدند و سپس تیمارهای آزمایشی بر روی آنها اعمال گردیدند. تیمارهای مورد بررسی عبارت بودند از سطوح مختلف کود زیستی حاوی باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات (صفر، ۵ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار) که به صورت PSB_1، PSB_2 و PSB_3 مشخص شدند و از شرکت گیاه تهیه گردید. سطوح مختلف نیتروژن (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره که به صورت N_1، N_2، N_3 و N_4 نشان داده شده‌اند. سوخ‌هایی را که قرار بود با باکتری های حل کننده فسفات تلقیح شوند قبل از کاشت در یک سوسپانسیون غلیظ (۴ گرم در لیتر) حاوی باکتری‌های حل کننده فسفات به مدت زمان چند دقیقه قرار داده شدند همچنین قبل از کشت سوخ‌ها ۱۰ یا ۲۰ سانتی‌متر مکعب ازسوسپانسیون حاوی باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات که غلظت آن ۲ گرم در لیتر بود در چاله‌های مهیا شده برای کاشت سوخ‌ها ریخته شد. برای کرت‌هایی که میزان کود زیستی مصرفی (۵ کیلوگرم در هکتار) به مقدار توصیه شده توسط شرکت سازنده بود ۱۰ سانتی‌متر مکعب و برای کرت‌هایی که مقدار کود زیستی مصرفی (۱۰ کیلوگرم در هکتار) مقدار توصیه شده ۲۰ سانتی‌متر مکعب در نظر گرفته شد. کرت‌ها در ابعاد ۱۰۰ × ۱۰۰ (سانتی‌متر مربع) آماده شدند و فاصلهٔ کشت سوخ‌ها از یکدیگر ۲۰ سانتی‌متر بود بطوریکه در هر کرت ۲۵ بوته گل مریم وجود داشت. پس از سبز شدن سوخ‌ها و تشکیل برگ‌های حقیقی مرحله اول کود نیتروژن به صورت سرک مصرف گردید و مرحلهٔ دوم مصرف آن ۲۰ روز پس از مرحلهٔ اوّل بود. عملیات داشت شامل آبیاری، مبارزه با آفات و علف‌های هرز در طول مدّت تحقیق برای تمامی تیمارها به صورت یکسان صورت گرفت. برای اندازه‌گیری سطح برگ ابتدا تمامی برگ‌های ۵ بوتهٔ وسط کرت از بالای سطح زمین قطع و با آب مقطر شستشه شدند و سپس سطح آن‌ها توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ [مدلDelta–T devices] اندازه‌گیری شد. درصد بازشدن هم‌زمان گلچه‌ها نیز با شمارش تمامی گلچه‌ها و گلچه‌هایی که به طور هم زمان شکوفا شده بودند و با استفاده از فرمول زیر به دست آمد.

$$\text{درصد بازشدن همزمان گلچه‌ها} = \left(\frac{\text{تعداد گلچه‌های باز به‌طور همزمان}}{\text{تعداد کل گلچه‌ها}}\right) \times 100$$

برای به دست آوردن درصد آب نسبی ابتدا وزن تر برگ‌ها اندازه‌گیری شد سپس آن‌ها را درون آب مقطر به مدّت ۲۴ ساعت قرار داده و وزن اشباع آن‌ها اندازه‌گیری شد. در نهایت برگ‌ها داخل آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدّت ۴۸ ساعت قرار داده شدند، و وزن خشک آن‌ها به دست آمد و در پایان با استفاده از فرمول زیر درصد آب نسبی محاسبه شد.

$$\text{درصد محتوای آب نسبی} = \left(\frac{\text{وزن تر - وزن خشک}}{\text{وزن اشباع - وزن خشک}}\right) \times 100$$

ماندگاری گل بر حسب تعداد روز محاسبه گردید و زمانی پایان عمر یک شاخه گل مریم در نظر گرفته شد که تعداد گلچه‌های پژمرده و خشک شده بیشتر از گلچه‌های تازه و باز شده بود. برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ از دستگاه کلروفیل سنج دستی [مدل MINOLTA SPAD – 520] استفاده گردید. میزان نیتروژن برگ با روش کجدال، میزان فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتر و میزان پتاسیم با دستگاه فیلم فتومتر (روش نشر شعله‌ای) در نمونه‌های برگ هضم شده اندازه‌گیری گردیدند (۱۴). بیوماس کل گیاه با جمع وزن خشک سوخ ها، برگ‌ها و ساقه‌های گل دهنده به دست آمد. برای به دست آوردن درصد مادهٔ خشک سوخ‌ها نیز از فرمول زیر استفاده شد.

$$\text{درصد ماده خشک} = \left(\frac{\text{وزن خشک سوخ - وزن تر سوخ}}{\text{وزن تر سوخ}}\right) \times 100$$

پس از به دست آوردن داده‌ها و اطّلاعات مورد نیاز برای محاسبات آماری و تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزارSAS نسخهٔ ۹/۱

و همچنین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه میانگین‌ها و از نرم‌افزار Excel برای رسم نمودارها استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی سطوح مختلف نیتروژن بر تمام صفات به جزء صفت ماندگاری و درصد پتاسیم برگ بر سایر صفات معنی‌دار بود. اثر باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات نیز جز بر صفت ماندگاری و درصد نیتروژن و فسفر برگ بر سایر صفات معنی‌دار بود. اثر متقابل این دو فاکتور فقط بر درصد باز شدن همزمان گلچه‌ها، ماندگاری، بیومس و درصد مادهٔ خشک گیاه معنی‌دار بود (جدول۱).

ماندگاری گل

نتایج ارائه شده در جدول ۱ نشان می‌دهد که سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر ماندگاری گل نداشت اما اثر متقابل سطوح نیتروژن و کود زیستی بر ماندگاری گل معنی‌دار بود (جدول۱). نتایج مقایسات میانگین نشان داد بیشترین ماندگاری گل از مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به همراه مصرف ۵ کیلوگرم در هکتار کود زیستی حاوی باکتری حل کننده فسفات بدست آمد. کمترین ماندگاری گل از مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به همراه مصرف ۱۰ کیلوگرم در هکتار کود زیستی حاوی باکتری حل کننده فسفات بدست آمد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین ماندگاری گل در غلظت متوسطی از نیتروزن و باکتری های حا کننده فسفات بدست می‌آید (جدول۴).

سطح برگ در بوته

نتایج ارائه شده در جدول ۱ نشان می‌دهد که سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان سطح برگ در بوته دارد و افزایش مصرف نیتروژن سبب افزایش سطح برگ در بوته شد، محققین بیان کردند با افزایش مصرف نیتروژن به علّت تولید بیشتر کلروفیل و افزایش تعداد کلروپلاست‌ها سطح برگ افزایش یافت (۱۵) به طوری که بیشترین سطح برگ در بوته به مقدار ۲۱۱۴۰/۰۲ میلی‌متر مربع مربوط به تیمار N_4 و کمترین سطح برگ در بوته به مقدار ۱۶۰۹/۴ میلی‌متر مربع مربوط به تیمار شاهد یا عدم مصرف نیتروژن بود . ایزدی و همکاران (۱۳) تأثیر نیتروژن را روی گیاه نعناع فلفلی مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که شاخص سطح برگ با افزایش سطوح نیتروژن افزایش یافت (جدول۲).

نتایج به دست آمده از جدول تجزیهٔ واریانس نشان داد که اثر باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات بر سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول۱). با افزایش میزان مصرف کود زیستی حاوی باکتری‌های حل کننده فسفات از صفر تا ۱۰ کیلوگرم در هکتار سطح برگ به طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین سطح برگ در بوته به مقدار ۲۱۲۷/۸۳ میلی‌متر مربع مربوط به تیمار ۱۰ کیلوگرم کود زیستی حاوی باکترهای حل کننده فسفات و کمترین سطح برگ در بوته به مقدار ۱۶۳۱/۷۷ میلی‌متر مربع مربوط به تیمار شاهد بود (جدول۲).

آباسوار و عمر (۱) اثر باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات را بر روی گیاه کلیتوریا مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که با افزایش میزان مصرف این باکتری‌ها سطح برگ گیاه افزایش یافت. از جمله نقش‌های فسفر در گیاه کمک به تشکیل غشاء سیتوپلاسمی و ATP و تسریع در تقسیم سلولی است که این موارد باعث افزایش سطح برگ در گیاهان می‌شود.

درصد باز شدن همزمان گلچه‌ها

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نیتروژن بر درصد باز شدن همزمان گلچه‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۱). با افزایش سطوح نیتروژن مصرفی درصد باز شدن همزمان گلچه‌ها کاهش یافت به طوری که بیشترین درصد گلچه‌های باز شده مربوط به تیمار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین درصد آن مربوط به تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (جدول۲). راویا اید و همکاران (۲۲) در بررسی‌های خود بر روی گل شاخهٔ بریدهٔ شب‌بو نشان دادند که با افزایش سطوح نیتروژن مصرفی درصد باز شدن همزمان گلچه‌ها کاهش یافت که با نتیجهٔ آزمایش حاضر مطابقت داشت. نتایج به دست آمده از جدول ۱ نشان داد که سطوح مختلف کود زیستی حاوی باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات بر درصد باز شدن همزمان گلچه‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین درصد باز شدن همزمان گلچه‌ها (۱۴/۷ درصد) مربوط به تیمار PSB_2 و کمترین آن (۱۲/۲ درصد) مربوط به تیمار PSB_3 بود (جدول ۲).

سیرواستاوا و گویل (۲۵) اثر کودهای آلی از جمله باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات را بر روی گل شاخه بریدهٔ گلایل مورد آزمایش قرار دادند و نشان دادند که غلظت بالای باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات درصد باز شدن همزمان گلچه‌ها را کاهش داد. اثر متقابل سطوح نیتروژن و باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات نیز بر درصد باز شدن هم‌زمان گلچه‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

جدول ۱- تجزیهٔ واریانس صفات عملکرد و صفات کیفی گل شاخه بریدهٔ مریم
Table 1 - Variance analysis of yield and qualitative traits of tuberose

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	ماندگاری گل Flower vase life	محتوای نسبی آب Relative water content	باز شدن همزمان گلچه‌ها Simultaneously opened floret	سطح برگ در بوته Leaf area / plant	شاخص کلروفیل Chlorophyll index
B	2	0.2106^{ns}	0.3504^{ns}	39.84^{ns}	9.0176^{ns}	8.2080^{ns}
N	3	0.74^{ns}	185.13**	20.83**	408634.59**	34.33**
PSB	2	0.5^{ns}	97.83*	15.76**	936248.41**	5.85*
N× PSB	6	1.27**	9.64^{ns}	23.45**	35520.49^{ns}	34.33**
Error	22	0.33	16.86	1.89	26273.88	1.47
CV		8.51	5.06	10.22	8.58	7.86

{(PSB= Phosphorus solubilizing bacteria)(N= Nitrogen)(B=Block)}

*، ** و ns به ترتیب دارای اختلاف معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

*, ** and ns are significance at 0.05, 0.01 probability level and non-significance, respectively.

ادامه جدول ۱ – نتایج تجزیهٔ واریانس صفات عملکرد و صفات کیفی گل شاخه بریدهٔ مریم
Table 1: Variance analysis of yield and qualitative traits of tuberose

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	ماده خشک سوخ Bulb dry matter	بیوماس در واحد بوته Biomass per plant	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N
B	2	8.546^{ns}	787.00^{ns}	0.00556^{ns}	0.0088^{ns}	0.09508^{ns}
N	3	36.7**	3229.96**	0.27^{ns}	0.034**	0.33**
PSB	2	112.03*	9551.58**	0.61*	0.002^{ns}	0.035^{ns}
N× PSB	6	24.96**	1059.21*	0.18^{ns}	0.002^{ns}	0.039^{ns}
Error	22	5.59	365.3	0.12	0.004	0.02
CV		9.58	10.94	27.91	24.42	6.65

PSB= Phosphorus solubilizing bacteria))(N= Nitrogen)(B=Block)((N, P and K concentrations of leaf

*، ** و ns به ترتیب دارای اختلاف معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

*, ** and ns are significance at 0.05, 0.01 probability level and non-significance, respectively.

محتوی نسبی آب

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود اثر نیتروژن بر محتوی نسبی آب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. با افزایش سطوح نیتروژن مصرفی درصد آب نسبی افزایش یافت به طوری که بیشترین میزان محتوی نسبی آب (۸۶/۵۵ درصد) مربوط به تیمار N_4 و کمترین مقدار محتوی نسبی آب (۷۶/۵۵ درصد) به تیمار شاهد تعلق داشت (جدول۲). افزایش سطح نیتروژن باعث افزایش میزان کلروفیل و سطح برگ می‌شود و هر چه میزان کلروفیل و سطح برگ در گیاه بیشتر باشد گیاه توانایی ذخیره‌سازی آب بیشتری دارد، همچنین نیتروژن در ساختمان پروتئین‌ها نقش دارد و پروتئین‌ها نیز جاذب آب هستند در نتیجه هر چه غلظت نیتروژن بیشتر شود محتوی نسبی آب گیاه هم بیشتر می‌شود (۱۰). امام و ضیایی (۹) در آزمایشات خود بر روی گیاه ذرت به این نتیجه رسیدند که با افزایش سطوح نیتروژن مصرفی محتوی نسبی آب نیز افزایش یافت که با نتایج این آزمایش همسو می‌باشد. اثر باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات بر محتوی نسبی آب در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود و با افزایش سطح کود میکروبی حاوی باکتری‌های حل کننده فسفات محتوی نسبی آب بیشتر شد (جدول۳). بیشترین محتوی نسبی آب (۸۴/۱۶ درصد) از مصرف ۱۰ کیلوگرم کود میکروبی حاوی باکتری و کمترین مقدار آن (۷۹/۲۹ درصد) از تیمار شاهد به دست آمد (جدول۲).

شاخص کلروفیل برگ

اثر اصلی نیتروژن بر شاخص کلروفیل برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). تیمارهایی که نیتروژن بیشتری دریافت کردند، شاخص کلروفیل برگ بیشتری داشتند. بیشترین شاخص کلروفیل برگ از مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد بود(جدول۳).

نیتروژن در ساختمان کلروفیل به کار رفته است به طوری که هر مولکول کلروفیل دارای چهار اتم نیتروژن می‌باشد در نتیجه با افزایش مصرف نیتروژن میزان کلروفیل در گیاه افزایش می‌یابد (۲۲).

سایدریس و یانگ (۲۴) در تحقیقات خود بر روی آناناس به این

نتیجه رسیدند که برگ‌هایی که با سطوح بالاتری از نیتروژن تیمار شده بودند کلروفیل بیشتری داشتند. اثر کود زیستی حاوی باکتری‌های حل کننده فسفات بر شاخص کلروفیل برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول۱). بیشترین شاخص کلروفیل برگ (۱۶/۲) از مصرف ۱۰ کیلوگرم کود زیستی حاوی باکتری حل کننده فسفات در هکتار و کمترین شاخص کلروفیل برگ (۱۴/۸) از مصرف ۵ کیلوگرم کود زیستی حاوی باکتری‌های حل کننده فسفات در هکتار به دست آمد (جدول۲).

مهرورز و همکاران (۱۶) گزارش کردند که باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات باعث افزایش محتوای کلروفیل برگ‌های گیاه جو شد. زیدی و صغیرخان (۲۹) نیز در گیاه نخودفرنگی به نتایج مشابهی دست یافتند.

درصد نیتروژن در برگ

نتایج به دست آمده از تجزیهٔ واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف نیتروژن بر درصد نیتروژن برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). افزایش میزان نیتروژن مصرفی سبب افزایش درصد نیتروژن برگ از ۲/۱۴ درصد در تیمار شاهد به ۲/۵۵ درصد در تیمار N_4 شد جدول (۳). بنابراین با افزایش سطوح نیتروژن مصرفی، درصد نیتروژن برگ نیز افزایش یافت. گزارش شده است که در رزهای گرمسیری درصد نیتروژن برگ به طور خطّی با افزایش مصرف نیتروژن همبستگی داشت (۲۸). دانشخواه و همکاران (۷) در بررسی اثر نیتروژن بر روی گل محمدی به نتایج مشابهی دست یافتند.

جدول ۲ –اثر سطوح مختلف نیتروژن و باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات بر عملکرد و صفات کیفی گل مریم

Tabel 2-The effect of different levels of nitrogen and phosphate solubilizing bacteria effect on yield and qualitative traits of Tuberose

تیمار Treatment	سطوح Levels kg ha^{-1}	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	محتوای نسبی آب Relative water content ٪	باز شدن همزمان گلچه‌ها Simultaneously opened floret ٪	سطح برگ در بوته Leaf area/ plant mm^2
N	0	13.25b	76.88b	13.26b	1609.41c
	50	14.28b	77.77b	15a	1859b
	100	17.05a	82.88a	14.49ab	1969.88ab
	200	17.12a	86.55a	11.4c	2114.02a
PSB	0	15.33ab	79.29b	13.06b	1631.77c
	5	14.84b	79.66b	14.71a	1885.56b
	10	16.2a	84.16a	12.22c	2172.83a

میانگین‌های که حداقل یک حرف مشترک دارند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Means with at least one common letter are not significantly different.

(PSB= Phosphorus solubilizing bacteria)(N= Nitrogen)

جدول ۳ –اثر سطوح مختلف نیتروژن و باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات بر عملکرد و صفات کیفی گل مریم

Tabel 3- The effect of different levels of nitrogen and phosphate solubilizing bacteria effect on yield and qualitative traits of Tuberose

تیمار Treatment	سطوح Levels kg ha^{-1}	بیوماس در واحد بوته (Biomass per plant) gr	ماده خشک سوخ (Bulb dry matter) ٪	پتاسیم (K) ٪	فسفر (P) ٪	نیتروژن (N) ٪
N	0	151.66c	24.08b	1.51a	0.35a	2.14c
	50	165.66bc	23.04b	1.16a	0.24a	2.32b
	100	182.22ab	23.89b	1.17a	0.22b	2.53a
	200	195.77a	27.62a	1.15a	0.22b	2.55a
PSB	0	143.36c	21.98b	1.02ab	0.24a	2.37a
	5	174.41b	36.88a	1.00b	0.25a	2.34a
	10	201.5a	2593a	1.43a	0.27a	2.45a

(N, P and K concentrations of leaf)

میانگین‌های که حداقل یک حرف مشترک دارند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Means with at least one common letter are not significantly different.

(PSB= Phosphorus solubilizing bacteria)(N= Nitrogen)

درصد فسفر برگ

اثر سطوح نیتروژن بر درصد فسفر موجود در برگ گل مریم درسطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول۱). نتایج نشان داد بیشترین درصد فسفر برگ (۰/۳۵ درصد) از تیمار شاهد و کمترین مقدار آن (۰/۲۲ درصد) از مصرف ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد (جدول۳). با افزایش میزان نیتروژن مصرفی درصد فسفر برگ کاهش یافت که می‌تواند به دلیل رقابت آنیون‌های فسفات و نیترات در جذب یا اثر رقت باشد. با مصرف نیتروژن رشد گیاه افزایش یافته و میزان ماده خشک تولیدی افزایش می‌یابد که این امر باعث رقیق شدن فسفر در بافت‌ها می‌شود (۶).

درصد پتاسیم برگ

اثر اصلی باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات بر درصد پتاسیم برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین مقدار پتاسیم برگ به میزان ۱/۴۳ درصد از تیمار PSB_3 و کمترین درصد پتاسیم برگ (۱ درصد) از تیمار PSB_1 و PSB_2 حاصل شد(جدول۳).

رائی‌پور و علی اصغرزاده (۲۱) در بررسی‌هایی که بر روی گیاه سویا انجام دادند مشاهده نمودند که باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات درصد پتاسیم بخش هوایی گیاه را به طور معنی‌داری افزایش دادند که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. از جمله مکانیسم‌های احتمالی برای این پدیده می‌توان به تولید هورمون‌های گیاهی توسط باکتری‌های حل کننده فسفات اشاره نمود که سبب توسعهٔ سیستم ریشه و افزایش سطح جذب می‌شوند که جذب بیشتر عناصر غذایی غیر متحرک از جمله پتاسیم را بهمراه دارد. علاوه بر این تولید اسیدهای آلی و پروتون توسط این باکتری‌ها آزاد سازی یون پتاسیم از سطح ذرات خاک و کانی‌ها را باعث می‌شود که باعث جذب بیشتر آن توسط گیاه می‌شود. باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات هم چنین می‌توانند با تولید کلات و تشکیل کمپلکس با کاتیون‌های فلزی غلظت آن‌ها را در محلول خاک کاهش داده و سبب رهاسازی آن‌ها از کانی‌ها شوند (۴).

بیوماس گیاه در بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر سطوح نیتروژن بر بیوماس گیاه در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول۱). نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد با افزایش سطوح نیتروژن بیوماس گیاه در بوته از ۱۵۱ گرم به ۱۹۵ گرم افزایش یافت. رحمانی و همکاران (۲۰) در آزمایشات خود بر روی اثر سطوح نیتروژن بر گل همیشه بهار گزارش کردند که بیشترین مقدار بیوماس گیاه در بوته با به کار بردن بیشترین غلظت نیتروژن به دست آمد. احمدوند و همکاران (۲) در بررسی بر روی واکنش رقابتی گندم زمستانه به مقادیر مختلف نیتروژن به نتایج مشابهی دست یافتند. کود زیستی حاوی باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات بر بیوماس گیاه در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول۱). نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که با افزایش مصرف کود زیستی حاوی باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات بیوماس گیاه در بوته افزایش یافت. بیشترین مقدار بیوماس گیاه در بوته به مقدار ۲۰۱/۷۵ گرم از تیمار PSB_3 و کمترین مقدار بیوماس گیاه در بوته به مقدار ۱۴۵/۷۵ گرم از تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول۳). راویا اید و همکاران (۲۲) در بررسی‌هایی به منظور اثر کودهای بیولوژیک بر گل شب‌بو گزارش کردند، استفاده از کود زیستی حاوی باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات بیوماس گیاه را به حداکثر مقدار رساند. باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات سبب آزاد شدن فسفر رسوب کرده در خاک می‌شوند که پس از آزاد شدن برای گیاه قابل جذب می‌باشد. فسفر جذب شده توسط گیاه در انتقال انرژی و فعالیت‌های متابولیکی گیاه شرکت می‌کند و به طور غیر مستقیم با انباشت مواد در گیاه، بیوماس و عملکرد گیاه را افزایش می‌دهد (۱۴).

اثر متقابل نیتروژن و باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات بر بیوماس گیاه در بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول۱). بیشترین مقدار بیوماس گیاه در بوته به مقدار ۲۵۴/۶۶ گرم از مصرف ۱۰ کیلوگرم کود زیستی حاوی باکتری‌های حل کننده فسفات بهمراه ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین مقدار بیوماس گیاه در بوته (۱۲۰/۶۶ گرم) از تیمار شاهد بدست آمد(جدول۵). با افزایش غلظت نیتروژن و فسفر در گیاه، وزن زیست توده گیاهی (بیوماس) افزایش می‌یابد. پاتل و همکاران (۱۹) پس از انجام آزمایشات اثر سطوح نیتروژن و فسفر بر روی گل مریم رقم سینگل گزارش کردند مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود P_2O_5 و ۴۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث حداکثر تولید بیوماس در گیاه گردید. کودهای حاوی نیتروژن و باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات برای تولید یک پیکره‌ی رویشی مطلوب جهت رسیدن به عملکرد اقتصادی دارای اهمیت زیادی می‌باشند (۸).

درصد ماده خشک سوخ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر درصد ماده خشک سوخ داشت (جدول۱). افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش درصد ماده خشک سوخ گردید. بیشترین مقدار ماده خشک سوخ (۲۷/۶۲ درصد) از تیمار از تیمار N_4 و کمترین مقدار ماده خشک سوخ (۲۳ درصد)از تیمار N_2 به‌دست آمد (جدول۳). ونوگوپال (۲۷) گزارش کرد

که با افـزایش سـطوح نیتـروژن تـا ۲۰۰ کیلـوگرم در هکتـار در گـل همیشه بهار ماده خشک گیاهی به طور معنی‌داری افزایش یافـت کـه با نتیجه این آزمایش مطابقت دارد. افزایش مقدار ماده خشک گیـاه در نتیجهٔ افزایش غلظت نیتروژن به دلیل تأثیر نیتـروژن در تـداوم رشـد رویشی، افزایش حجم کانوپی گیاه و سطح برگ و جـذب نـور بیشـتر گزارش شده است (۱۵). کود زیستی حاوی بـاکتری‌هـای حـل‌کننـده فسفات بر درصد ماده‌ی خشک سوخ در سـطح احتمـال یـک درصـد معنی‌دار بود (جدول۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد کـود زیسـتی حاوی باکتری‌های حل کننده فسفات باعث افزایش معنی‌داری درصـد ماده خشک سوخ نسبت به شاهد شد امـا بـین غلظـت‌هـای مختلـف باکتری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۳).

مهـرورز و همکـاران (۱۶) بیـان داشـتند کـه اثـر بـاکتری‌هـای حل‌کننده فسفات بر گیاه جو موجب افزایش درصد ماده خشـک گیـاه شـد. زیـدی و صـغیرخان (۲۹) بـا انجـام همـین آزمـایش بـر روی نخودفرنگی به نتایج مشابهی دست یافتند.

جدول ٤ –اثرات متقابل سطوح نیتروژن و باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات بر صفات اندازه‌گیری شده

Table 4- Interaction of nitrogen levels and phosphorus solubilizing bacteria on measured traits

تیمار (Treatment)	ماندگاری گل (Flower vase life) day	محتوای نسبی آب (Relative water content) ٪	باز شدن همزمان گلچه‌ها (Simultaneously opened floret) ٪	سطح برگ در بوته (Leaf area / plant) mm^2	شاخص کلروفیل (Chlorophyll index)
N_0PSB_0	6.00dc	77.0	13.13cd	1192.61g	12.64e
N_0PSB_5	6.75abcde	73.66d	11.64def	1683.61ef	12.77e
N_0PSB_{10}	6.86abcd	80.00bcd	14.91bc	1956.3bcde	14.6cde
$N_{50}PSB_0$	6.75abcde	77.07d	19.76a	1597.26f	13.76de
$N_{50}PSB_5$	7.43a	76.00d	13.76cd	1922.49cde	14.39de
$N_{50}PSB_{10}$	7.23ab	80.33bcd	10.75ef	2059.68bc	14.68cde
$N_{100}PSB_0$	7.36a	79.33bcd	13.60ed	1722.15def	17.49ab
$N_{100}PSB_5$	7.25ab	84.00b	16.61b	1964.65bcd	16.46abc
$N_{100}PSB_{10}$	6.16cde	85.33ab	13.26cd	2222.83ab	17.20ab
$N_{200}PSB_0$	7.26ab	83.66bcd	11.40def	1913.77cde	17.15ab
$N_{200}PSB_5$	6.33bcde	85.00ab	12.83de	1971.49bcd	15.73bcd
$N_{200}PSB_{10}$	5.83e	91.00a	9.96f	2256.78a	18.49a

میانگین‌های که حداقل یک حرف مشترک دارند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Means with at least one common letter are not significantly different.

(PSB= Phosphorus solubilizing bacteria)(N= Nitrogen)

جدول ٥ –اثرات متقابل سطوح نیتروژن و باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات بر صفات اندازه‌گیری شده

Table 5- Interaction of nitrogen levels and phosphorus solubilizing bacteria on measured traits

تیمار Treatment	ماده خشک سوخ Bulb dry matter (٪)	بیوماس در واحد بوته (Biomass per plant) gr	پتاسیم (K) ٪	فسفر (P) ٪	نیتروژن (N) ٪
N_0PSB_0	23.36cd	120.66e	1.87a	0.35ab	2.07f
N_0PSB_5	26.87bc	164.66bcd	1.08bcd	0.3abc	2.15ef
N_0PSB_{10}	21.99d	169.66bcd	1.59ab	0.4a	2.20def
$N_{50}PSB_0$	20.0de	140.33de	1.45abc	0.23c	2.44bcd
$N_{50}PSB_5$	25.98bc	171.66bcd	0.81d	0.23c	2.22cdef
$N_{50}PSB_{10}$	23.20cd	185.00bc	1.28bcd	0.26bc	2.34bcde
$N_{100}PSB_0$	17.89e	164.66bcd	1.09bcd	0.20c	2.51ab
$N_{100}PSB_5$	27.51b	184.33bc	1.01bcd	0.23c	2.57ab
$N_{100}PSB_{10}$	26.66bc	197.66b	1.41abc	0.23c	2.50ab
$N_{200}PSB_0$	23.46cd	155.66cd	0.91cd	0.20c	2.48bc
$N_{200}PSB_5$	27.13bc	177.00bc	1.1bcd	0.25bc	2.42bcd
$N_{200}PSB_{10}$	32.27a	254.66a	1.44abc	0.21c	2.76a

(N, P and K concentrations of leaf**)**

میانگین‌های که حداقل یک حرف مشترک دارند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Means with at least one common letter are not significantly different

(PSB= Phosphorus solubilizing bacteria)(N= Nitrogen)

فسفر در ساختمان NADP به کار رفته است که این ماده به عنوان ناقل الکترون انرژی لازم برای احیای گاز کربنیک را مهیا می‌کند، در نتیجه انجام این واکنش‌ها مواد غذایی نظیر کربوهیدرات‌های کربن، پروتئین‌ها و چربی‌ها تولید می‌شوند که باعث افزایش درصد ماده خشک گیاهی می‌شوند (۵).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر متقابل نیتروژن و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر درصد ماده خشک گیاهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول۱). بیشترین مقدار ماده خشک سوخ (۳۲/۲۷ درصد) از تیمار N_4PSB_3 و کمترین مقدار ماده خشک سوخ (۱۷/۸۹ درصد) از تیمار N_3PSB_1 به‌دست آمد. با افزایش مصرف نیتروژن و کود زیستی حاوی باکتری‌های حل‌کننده فسفات درصد مادهٔ خشک سوخ بیشتر می‌شود (جدول۵). دادسون و آکواچ (۶) اثر نیتروژن و فسفر را بر روی گیاه سویا مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که کاربرد نیتروژن همراه با غلظت‌های بالای فسفر باعث افزایش درصد ماده‌ی خشک گیاه گردید.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش نشان داد افزایش مصرف نیتروژن تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش سطح برگ در بوته، درصد آب نسبی، شاخص کلروفیل برگ، درصد نیتروژن و پتاسیم برگ، بیوماس گیاه در بوته و درصد ماده خشک سوخ گردید اما ماندگاری گل، درصد باز شدن همزمان گلچه‌ها و درصد فسفر برگ را کاهش داد. بیشترین مقادیر این صفات با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. تیمار ۱۰ کیلوگرم در هکتار کود زیستی حاوی باکتری‌های حل کننده فسفات باعث افزایش سطح برگ، درصد آب نسبی، شاخص کلروفیل برگ، درصد پتاسیم برگ، بیوماس گیاه در بوته و درصد ماده خشک گیاه شد. بر مبنای نتایج پژوهش مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به همراه مصرف ۱۰ کیلوگرم در هکتار کود زیستی حاوی باکتر های حل کننده فسفات توصیه می گردد.

منابع

1- Abusuwar A.O. and Omer E.A. 2011. Effect of intercropping, phosphorus solubilizing bacteria rizobium inoculation on the growth and nodulation of some leguminous. Agriculture and Biology Journal of North America 2 (1): 109–124
2- Ahmadvand G. and Nasiri Mohalati M. 2002. Competitive responses to the winter wheat and wild oat density, nitrogen application. Journal of Food Science & Technology.16(4): 113-124. (in Persian with English abstract)
3- Ali ahyayy M. and Bhbhanyzadh U.A. 1993. Methods of chemical analysis of the soil. Ministry of Agriculture Jihad. Technical report No.893. (in Persian)
4- Aliasgharzadeh N. 1997. Microbiology and soil chemistry. Tabriz University Press. (in Persian)
5- Babadayi Samani R. 2011. Photosynthesis, respiration, Light respiration in higher plants. Electronic Journal of Agricultural and green space. Available: http:// www. Baghban 65. persianblog.ir
6- Dadson R.B. and Acquach G. 1984. Nitrogen and phosphorous effects on nodulation symbiotic nitrogen fixation and yield of soybean in the southern Saranna of Ghana. Field Crops Research. 9: 101–108.
7- Daneshkhah M., Kani M., Nikbakht U. and Mirjalili M. 2005. Effects of nitrogen and potassium on yield and flower essence of rose. Iranian Journal of Horticulture Science abd Tecnology. 8(2): 83-90. (in Persian)
8- Day S.C. 2002. Flower from bulbous plant. Agro bios (India) PP: 70-71.
9- Emam Y. and Ziaei E. 2010. Evaluation of Water and Photosynthetic Nitrogen Use Efficiency in Two Maize Hybrids. Iranian Journal of field Crop Science. 41(3): 423-432. (in Persian with English abstract)
10- Farzaneh N., Golchin A. and Hashemi majed K. 2010. The effect of nitrogen and boron on growth, yield and concentration of some nutrient elements of tomato. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture. 1(2): 19-29. (in Persian with English abstract)
11- Gewaily E.M. Fatima I. and Seham H. 2006. Efficiency of bio fertilizers, organic and inorganic amendments applications on growth and essential, oil of marjoram plant growth in sandy and calcareous soil, Zagazicy. Agric. 33: 205 – 230.
12- Hertogh, A.D. and Nard, M.L. 1993. The Physiology of Flower Bulbs. p. 811.
13- Izadi Z., Ahmadvand G., Esna-Ashari M. and Piri K. 2010. The Effect of Nitrogen and Plant Density on Some Growth Characteristics, Yield and Essential Oil in Peppermint (*Mentha piperita* L.). Iranian Journal of Field Crops Research. 8(5):824-836. (in Persian with English abstract)
14- Kim K.Y. Jordan D. and McDonald G.A. 1989. Effect of phosphate solubilizing bacteria (PSB) and VAM on tomato growth and soil microbial activities. Biology of Fertility Soils 26: 79 – 87.
15- Marschner P. 2001. Mineral nutrition of higher plants. Academic press.
16- Mehrvarz S. Chaichai, M.R. and Alikhani H.A. 2008. Effect of phosphate solubilizing microorganisms and

phosphorus chemical fertilizing on yield of barely. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science 5 (4): 822–828.
17- Ministry of Agriculture Jihad. 2004. Statistics horticultural crops. Tehran. Iran-4
18- Nazari F., Farahman H., Khoshkhoy M., Salahi H. and Nasiri M. 1997. National symposium on developing strategies to improve the production and export of flowers and ornamental plants Iran. (in Persian)
19- Patel M.M. Parmar P.B. Parmar B.R. 2006. Effect of nitrogen, phosphorus and spacing on growth and flowering in tuberose. Journal of Ornamental Horticulture. 9 (4): 286 – 289.
20- Rahmani N., Daneshian J. and Taherkhani T. 2010. Effect of nitrogen application on growth indices and quantity yield of calendula (Calendula Officinalis L.) under water deficit stress conditions. Journal of Crop Production Research. 2(2):153- 164. (in Persian with English abstract)
21- Rasipour L. and Aliasgharzadeh N. 2007. Interactive Effect of Phosphate Solubilizing Bacteria and Bradyrhizobium japonicum on Growth, Nodule Indices and Some Nutrient Uptake of Soybean. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 40: 53-65. (in Persian with English abstract)
22- Rawia Eid A. and Nemat Awad M. 2009. Evaluate effectiveness of bio and mineral fertilization on the parameters cut flower of matthiola in Cana L. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science 5 (4): 509–518
23- Shour M., Tehranifar U. and Khoshnoodyazdi A. 2010. The effect of micronutrients on the quantity and quality of tuberose double cultivars. Journal of Horticultural Science. 24(1): 45-52. (in Persian)
24- Sideris C.P. and Young H.Y. 1946. Effect of nitrogen on chlorophyll, acidity ascorbic acid, and carbohydrate fractions of *Annas Comosus* L. Plant Physiology. 22 (2).
25- Sirvastava R. and Govil M. 2005. Influence of bio fertilizers on growth and flowering in gladiolus CV. American Beauty International Conference. In International Conference and Exhibition on Soilless Culture. ICESC 2005 742 (pp. 183-188).
26- Soltan Mohamadi B. 2007. Analytical news site tomorrow. Available: http://www. fardanews. com/fa/news/41401. (in Persian)
27- Venugopal C.K. 1991. Studies on the effect of plant density and nitrogen in growth and flowering in everlasting flower CV. Fall Double Mixed M. SC. (Agri) Thesis, University of Agriculture Science Bangalore.
28- Waters W.E. 1996. Influence of nutrition yield, quality and chemical composition of tropical roses on Rosa fortuniana root stock Digestive Diseases and Sciences. 41(9): 1864-1870.
29- Zaidi A. and Saghirakhan M. 2006. Co– inoculation effect of phosphate solubilizing microorganisms and glomus fasciculate on green gram brady rhizobium symbiosis. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 30: 223 – 230.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۳۰۱-۲۹۶
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 296-301
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر مخلوط کودهای آلی بر رشد و عملکرد گیاه تربچه (*Raphanus sativus* L.)

مارال اعتصامی[1*]- فائزه تاج‌پور[2]- مینا خسروی[3]- عباس بیابانی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۰۵

چکیده

به منظور بررسی تاثیر مقادیر مختلف کودهای دامی بر رشد و عملکرد گیاه تربچه، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۱ تیمار و ۴ تکرار در اسفند ماه۱۳۹۱ در گلخانه دانشگاه گنبد کاووس انجام شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل شاهد (خاک زراعی)، ۱۰۰ درصد کود گاوی، ۷۵ درصد کود گاوی+ ۲۵ درصد خاک، ۵۰ درصد کود گاوی+ ۵۰ درصد خاک، ۲۵ درصد کود گاوی+ ۷۵ درصد خاک، ۱۰۰ درصد کود گوسفندی، ۷۵ درصد کود گوسفندی+ ۲۵ درصد خاک، ۵۰ درصد کود گوسفندی+ ۵۰ درصد خاک، ۲۵ درصد کود گوسفندی+ ۷۵ درصد خاک، ۵۰ درصد کود مرغی+ ۵۰ درصد خاک، ۲۵ درصد کود مرغی+ ۷۵ درصد خاک بودند. ارتفاع بوته، طول برگ، طول غده، قطر غده، وزن غده، وزن تر برگ، وزن خشک برگ‌ها و درجه پوکی غده‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که صفات اندازه گیری شده در آزمایش به طور معنی‌داری تحت تاثیر اعمال تیمار قرار گرفتند. بذرهای کاشته شده در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد کود مرغی جوانه نزدند. در میان تیمارهای اعمال شده، بیشترین وزن غده، وزن خشک برگ، رشد طولی برگ، قطر و ارتفاع تربچه در تیمار ۱۰۰ درصد کود گاوی و کمترین مقدار این صفات در تیمار ۵۰ درصد کود مرغی (۵۰ درصد کود مرغی+ ۵۰ درصد خاک) مشاهده شد. مطلوب‌ترین حالت برای به‌دست آوردن عملکرد مناسب همراه با کیفیت خوب (درجه پوکی پائین) غده در این آزمایش استفاده از تیمار ۱۰۰ درصد کود گاوی بود.

واژه‌های کلیدی: تربچه، صفات کمی، صفات کیفی، کود آلی

مقدمه

امروزه تولید محصولات زراعی و باغی ارگانیک رو به افزایش است. کاربرد کودهای آلی مانند کودهای دامی از سابقه دیرینه‌ای برخوردار است (۲ و ۶). تربچه با نام علمی *Raphanus sativus* یک سبزی ریشه‌ای مهم و متعلق به خانواده چلیپاییان *(Brassicaceae)* می‌باشد. ارزش غذایی تربچه مربوط به میزان بالای فیبرهای محلول رژیمی آن و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی گلوکوزینولیدی و ایزوتیوسیاناتی آن است (۱۹). تربچه گیاه بومی آسیا، چین و اروپا می‌باشد. از نظر گیاهشناسی قسمت خوراکی تربچه در انواع نقلی، فقط از هیپوکوتیل و در انواع بلند و کشیده از ریشه و هیپوکوتیل تشکیل شده است (۷). حداقل درجه حرارت برای جوانه زدن بذر تربچه ۴ درجه سانتی‌گراد است و حرارت بهینه آن ۱۰ درجه و حرارت بیشینه آن ۱۵ درجه می‌باشد. اختلاف در رنگ و شکل ریشه تربچه در مراحل اولیه رشد شکل می‌گیرد. ارقام مختلف دارای ریشه‌های تخم مرغی، پهن، گرد و گلابی شکل و با رنگ‌های قرمز، سفید، سیاه و یا دو رنگی قرمز- سفید هستند. در بازار جهانی شکل و اندازه ریشه‌ها اهمیت بیشتری از رنگ آن‌ها دارد (۸). تراکم مطلوب بوته اهمیت زیادی در شکل‌گیری خصوصیات مطلوب رشدی و عملکرد نهایی تربچه به عنوان یک سبزی ریشه‌ای دارد. آبیاری نامرتب و خشکی هوا در پوک شدن غده‌ها نیز اثر دارد. تربچه همانند سایر گیاهان ریشه‌ای نیاز به تنک کردن دارد، در غیر این صورت غده‌ها پوک می‌شوند و باید تنک به موقع صورت گیرد.در سال‌های اخیر استفاده از کودهای دامی جهت رفع نیاز تغذیه‌ای گیاهان، اصلاح خاک و کاهش مسائل زیست محیطی مورد توجه قرار گرفته است (۲۰). کودهای دامی حاوی حداکثر عناصر مورد نیاز گیاهان هستند زیرا علاوه بر وجود عناصر پر مصرف به مقدار کمتری دارای ریز مغذی‌ها بوده و خاک را در بلندمدت در جهت تعادل پیش خواهند برد (۲۲ و ۹). کودهای دامی باعث افزایش ماده آلی و عناصر غذایی خاک، بهبود ساختمان خاک و ظرفیت نگهداری آب می‌شوند که در نهایت افزایش کمی و کیفی محصول را به دنبال دارد (۳، ۴، ۱۳ و ۱۷). از میان کودهای دامی هر کدام کاربرد خاص خود را دارد اما از همه پرکاربردتر در زراعت گلخانه‌ای کود گاوی و گوسفندی می‌باشد. رضوانی مقدم (۲۱) نشان

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه گنبد کاووس
(*-نویسنده مسئول: Email: Ml_etesami@yahoo.com)
۲، ۳ و ۴- دانشجویان کارشناسی و دانشیار تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس

داد که کود گاوی در مقایسه با کود مرغی اثرات بیشتری بر عملکرد گل و کلاله زعفران دارد. تهامی زرندی و همکاران (۱۸) با آزمایشی که با شش تیمارکودی شامل تیمار شاهد (عدم کود دهی)، کود گاوی، کود گوسفندی، کود مرغی، ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی که بر روی گیاه دارویی ریحان انجام دادند؛بیان نمودندکه تیمار کودهای آلی نسبت به شاهد و کود شیمیایی در بسیاری از صفات اندازه گیری شده برتری داشت. شریفی عاشورآباد با مقایسه مقادیر مختلف کود دامی، کودهای شیمیایی و مصرف توأم آن‌ها در گیاه رازیانه بیان نمود که مصرف کودهای دامی باعث افزایش ۷۸ درصدی و کودهای شیمیایی باعث ۶۹ درصد افزایش محصول رازیانه شدند (۲۳). جویاه (۱۲) با آزمایش تاثیر سطوح کود مرغی (صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ تن در هکتار) بر عملکرد خربزه مشاهده نمود که با افزایش مقدار کود تعداد میوه، طول میوه، وزن میوه و عملکرد خربزه افزایش یافت. سوناسه در سال ۲۰۰۱ کاربرد ۱۵ تن در هکتار کود مرغی را برای افزایش عملکرد سبزیجات بیان نمود (۲۷). خالویی و همکاران (۱۴) در بررسی تاثیر کودهای آلی (مرغی، گاوی، گوسفندی) بر عملکرد گل واجزاء آن در گل محمدینشان دادند که اثر تیمارهای تغذیه با کود دامی بر صفات عملکرد اسانس، درصد اسانس، عملکرد وزن ترگل در هکتار، تعداد گلبرگ در گل، وزن تر گلبرگ، تعداد گل در بوته، ارتفاع بوته و قطر تاج پوشش معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد گل مربوط به تیمار۱۰تن کود گوسفندی معادل۴۷۳۴ کیلوگرم، همچنین بیشترین میزان درصد اسانس مربوط به تیمار ۱۰تن کودمرغی معادل ۰/۱۹۳ درصد به‌دست آمد. کود دامی یک منبع بیولوژیکی با ارزش است که دارای مزایای مثبت اکولوژیکی و محیطی است و مصرف اصلی آن به صورت کاربرد زراعی است (۱۶). هدف از این آزمایش بررسی مقادیر نسبت‌های مختلف کودهای دامی بر رشد و عملکرد گیاه تربچه بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در اسفند ماه ۱۳۹۱ در گلخانه دانشگاه گنبد کاووس با مشخصات جغرافیایی ۳۷/۱۶ درجه شمالی،۵۵/۱۲ درجه شرقی و با ارتفاع ۴۵ متری از سطح دریا در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی به شرح جدول زیر است (جدول ۱).

خاک و کودهای مورد استفاده آزمایش از خاک مزرعه و دامداری دانشگاه گنبدکاووس تهیه شد. بافت خاک لوم رسی و pH آن ۷/۷ می‌باشد. برای به‌دست آوردن سطوح مورد نیاز هر تیمار کودی (۲۵، صفر، ۷۵، ۱۰۰ درصد)، یک پیمانه به عنوان مبنا در نظر گرفته شد و هر تیمار بر اساس نسبت مورد نظر، محاسبه شد. بلافاصله پس از کاشت در تاریخ ۱۹ اسفند ۱۳۹۱ آبیاری انجام شد تا رطوبت گلدان‌ها به حد ظرفیت مزرعه برسد. پس از سبز شدن بذور، تقریباً ۲۵ روز پس از کاشت گیاهان، تنک و در هر نقطه فقط یک بوته گذاشته شد. آزمایش تحت شرایط کنترل علف‌های هرز، عدم محدودیت آبی و کنترل کامل آفات و بیماری‌ها انجام شد. با رسیدن گیاه به حداکثر رشد خود در تاریخ ۲ اردیبهشت ۱۳۹۲ بوته‌ها، برداشت و صفات ارتفاع بوته، طول برگ، طول غده، قطر غده، وزن تر غده، وزن تر برگ و وزن خشک برگ‌ها اندازه‌گیری شد. بعد از یادداشت برداری صفات، برگ‌ها جدا و در آون در دمای ۷۲ درجه به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند و درصد ماده خشک آن‌ها تعیین شد.

تجزیه آماری و آنالیز داده‌ها با برنامه‌های کامپیوتری SAS و Excel انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

جدول ۱- تیمارهای مورد استفاده در آزمایش

Table 1- Treatment used in the experiment

تیمارها Treatments
۱. شاهد (خاک) control (soil)
۲. ۱۰۰ درصد کود گاوی 100 percent cow manure
۳. ۷۵درصد کود گاوی+۲۵درصد خاک 75 percent cow manure + 25 percent soil
۴. ۵۰درصد کود گاوی+۵۰درصد خاک 50 percent cow manure + 50 percent soil
۵. ۲۵درصدکود گاوی+ ۷۵ درصد خاک 25 percent cow manure+ 75 percent soil
۶. ۱۰۰درصدکود گوسفندی 100 percent sheep manure
۷. ۷۵درصدکود گوسفندی+ ۲۵درصد خاک 75 percent sheep manure + 25 percent soil
۸. ۵۰درصد کود گوسفندی+ ۵۰درصد خاک 50 percent sheep manure + 50 percent soil
۹. ۲۵درصد کود گوسفندی+ ۷۵درصد خاک 25 percent sheep manure+ 75 percent soil
۱۰. ۵۰درصد کود مرغی+ ۵۰درصد خاک 50 percent poultry manure + 50 percent soil
۱۱. ۲۵درصد کود مرغی+ ۷۵درصد خاک 25 percent poultry manure+ 75 percent soil

نتایج و بحث

همان‌طور که در جدول تجزیه واریانس مشاهده می‌شود اثر تیمارها بر تمامی صفات بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). وزن غده، قطر غده، طول غده، وزن تر برگ، ارتفاع بوته و وزن خشک برگ‌ها تحت تأثیر تیمارهای اعمال شده قرار گرفتند. طبق نتایج جدول ۲ کلیه صفات مورد مطالعه در سطح یک درصد در تیمارهای اعمال شده اختلاف قابل ملاحظه‌ای نشان دادند.

اثر کودهای آلی روی متغیرهای اندازه‌گیری شده

وزن غده: وزن غده یکی از فاکتورهای مهم در افزایش میزان عملکرد می‌باشد که با افزایش آن میزان عملکرد افزایش می‌یابد. همان‌طور که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود با افزایش میزان کود گاوی و گوسفندی وزن غده به طور معنی‌داری افزایش یافته است. بذرهای کاشته شده در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد کود مرغی جوانه نزدند که دلیل آن می‌تواند آمونیاک زیاد موجود در کود باشد. در این صفت اختلاف بین تیمارها درسطح ۱درصد معنی‌دار شد و تیمار ۱۰۰ درصد کود گاوی با میانگین ۵۸/۰۹ گرم بیشترین وزن غده را در بین همه تیمارها داشت (جدول ۳) که ۷۷ درصد افزایش وزن غده را نسبت به تیمار شاهد نشان می‌دهد. تیمارهای ۱۰۰ درصد گوسفندی و ۲۵ درصد مرغی و ۷۵ درصد درصد گاوی در مراتب بعدی قرار گرفتند. تیمار ۵۰ درصد کود مرغی با میانگین ۱/۸۳ گرم کمترین وزن غده را داشت. تیمار کود مرغی با داشتن ۲ درصد ازت آثار متعددی روی صفات فیزیکی خاک دارد که عبارتند از افزایش حرارت خاک، جذب آب به میزان چند برابر وزن خود، کمک به تشکیل خاکدانه و نیز اثرات تغذیه‌ای (۲۹) که می‌توان افزایش عملکرد حاصل از تیمار ۲۵ درصد کود مرغی را به این ویژگی نسبت داد.

قطر و طول تربچه: تیمارهای کودی مورد استفاده از نظر قطر و طول غده اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. بر اساس جدول ۳ تیمار ۱۰۰ درصد کود گاوی، به ترتیب با میانگین ۴۹/۸۴ و ۴۴/۳۳ میلی‌متر بیشترین قطر و طول تربچه و تیمار ۵۰ درصد کود مرغی با میانگین ۸/۹ و ۷/۲۹ میلی‌متر کمترین قطر و طول تربچه را داشت. با کاربرد کود دامی به دلیل اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک عناصر قابل جذب گیاه افزایش می‌یابد که افزایش فتوسنتز و عملکرد کمی و کیفی گیاه را به دنبال دارد.

وزن برگ: بیشترین و کمترین وزن تر برگ به ترتیب در تیمار ۷۵ درصد کود گاوی و ۵۰ درصد کود مرغی به دست آمد. نتایج نشان داد که با کاهش درصد کود، میزان وزن برگ کاهش یافته است. در این صفت اختلاف بین تیمارها در سطح یک درصد معنی‌دار شد. مطابق جدول ۲، بیشترین وزن خشک برگ در تیمار ۱۰۰ درصد کود گاوییا میانگین ۲۵/۶۸ گرم، و کمترین وزن برگ در تیمار ۵۰ درصد کود مرغی با میانگین ۲/۱۰ گرم مشاهده شد. کور و همکاران (۱۳) بیان نمودند کودهای دامی با افزایش مواد آلی خاک فعالیت میکروبی و بهبود خصوصیات شیمیایی مانند تبادل کاتیونی خاک باعث افزایش باروری خاک و افزایش جذب مواد غذایی هستند. کاربرد کود مرغ، بز و گاو بر روی گونه‌ای کدو تنبل باعث افزایش زیست توده محصول شد.

ارتفاع بوته: تیمارهای مختلف کودی از نظر طول بوته اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. مقایسه میانگین تیمارها نشان می‌دهد که کاربرد کود دامی ارتفاع گیاه را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. تیمار ۱۰۰ درصد کود گاوی با میانگین ۳۵/۹۱ سانتی‌متر بیشترین و تیمار ۵۰ درصد کود مرغی با میانگین ۶/۹۳ سانتی‌متر کمترین رشد طولی را داشت (جدول ۳). طول بوته تحت تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی، دمای مناسب، تغذیه و حاصلخیزی خاک می‌باشد. شفیعی زرگر به نقل از هالوی بیان می‌دارد که حاصلخیزی خاک روی رشد گیاه موثر است و رشد گیاه باعث افزایش شاخه‌دهی و طول بوته می‌شود (۹). تیمارهای کودی مورد استفاده از طریق تأثیر بر رشد رویشی باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌شوند. نورمن و ترانکون (۱۸) نیز گزارش کردند رشد رویشی و ارتفاع بوته در اثر مصرف کودهای دامی در گیاه توت فرنگی افزایش می‌یابد.

طول برگ: بین تیمارهای مختلفاز نظر طول برگ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری دیده شد ($P<0/01$) بیشترین طول برگ در تیمارهای ۱۰۰ درصد کود گاوی و کمترین این صفات در تیمار ۵۰ درصد کود مرغی مشاهده شد. کود گاوی از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک (۱۲) افزایش ظرفیت نگهداری آب و فراهمی و جذب بیشتر عناصر غذایی (۱۸) سبب افزایش میزان فتوسنتز و رشد گیاه و افزایش ماده خشک می‌گردد. تجزیه میکروبی کود مرغی در خاک باعث افزایش دمای خاک شده و افزایش دمای خاک موجب گسترش بیشتر و جذب عناصر غذایی می‌شود که در این آزمایش در بین ۴ تیمار کود مرغی، تیمار ۲۵ درصد بهترین نتیجه را داشت. تیمارهای ۱۰۰ درصد کود گاوی و ۲۵ درصد کود مرغی به ترتیب با میانگین های ۲۰/۴۳ و ۲۰/۶۲ سانتی‌متر بیشترین طول برگ (جدول ۳) و همین تیمارها با میانگین ۵/۵۹ و ۶/۰۰۷ گرم بیشترین میزان وزن خشک برگ را داشتند.

سیفولا و باربری (۲۶) نیز با مطالعه بر روی گیاه ریحان بیان داشتند که کودهای آلی با فراهمی بیشتر عناصر به ویژه نیتروژن باعث افزایش طول و سطح برگ این گیاه شد. کودهای دامی بهترین جایگزین کودهای شیمیایی بوده و می‌توانند اثرات قابل توجهی در بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک داشته باشند. بر اساس گزارش آلیوی وهمکاران (۳) کودهای آلی باعث افزایش مقدار نیتروژن قابل جذب در خاک می‌شوند. همچنین عبدالصبور و ابوسعود (۱) اظهار داشتند که استعمال کودهای آلی باعث تأ ثیر بر مقدار نیتروژن، افزایش رشد رویشی، عملکرد بذر و تجمع ماده خشک می‌گردد.

درجه پوکی: اثر تیمارهای کودی بر درجه پوکی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. تیمارهای ۵۰ درصد کود گوسفندی، ۷۵ درصد کود گوسفندی، ۵۰ درصد کود گاوی به ترتیب بیشترین درجه پوکی را داشتند و تیمارهای ۲۵ درصد کود مرغی و۱۰۰ درصد کود گاوی و گوسفندی به ترتیب کمترین درجه پوکی را نشان دادند (شکل ۱).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر مقادیر مختلف کودهای دامی بر روی شاخص‌های رشدی در گیاه تربچه

Table 2- Variance analysis of different amount of manure effect on growth indices of radish plant

		میانگین مربعات Mean squares						
منابع تغییر Change resource	درجه Freedom degree	وزن غده Tuber weight	طول غده Tuber length	قطر غده Tuber diameter	وزن برگ Leaf weight	ارتفاع بوته Plant height	وزن خشک برگ Leaf dry weight	طول برگ Leaf length
تیمار Treatment	10	1073.38**	421.66**	516.90**	225.96**	230.92**	12.81**	87.92**
خطا Error	33	84.04	30.19	33.17	18.92	12.60	0.93	6.60
ضریب تغییرات CV		29.20	14.88	15.42	32.26	12.84	26.61	17.37

**: معنی‌دار بودن در سطح ۰/۰۱

**Significant at 0.01 level

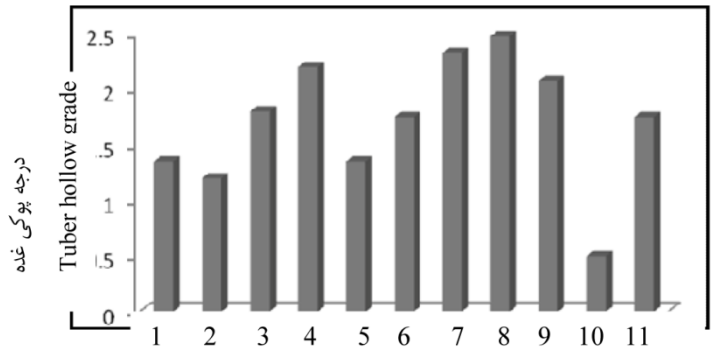
جدول ۳- مقایسه میانگین اثر مقادیر و انواع کودهای دامی بر روی صفات رویشی تربچه

Table 3- Mean comparison of manure type and amount effect on vegetative trials of radish

	وزن غده (گرم) Tuber weight (gr)	طول غده (میلی‌متر) Tuber length (mm)	قطر غده (میلی‌متر) Tuber diameter (mm)	وزن تر برگ (گرم) Leaf weight (gr)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	طول برگ (سانتی‌متر) Leaf length (cm)	وزن خشک (گرم) Leaf dry weight(gr)
شاهد control (soil)	13.21^{gf}	29.46^{c}	28.55^{d}	5.25^{de}	24.99^{e}	10.41^{e}	1.90^{e}
۱۰۰ درصد کود گاوی 100 percent cow	58.09^{a}	44.33^{a}	49.84^{a}	25.68^{a}	35.91^{a}	20.43^{a}	5.59^{ab}
۷۵درصد کود گاوی+۲۵درصد خاک	36.24^{dc}	42.24^{a}	41.87^{abc}	18.91^{b}	32.16^{ab}	17.66^{ab}	6.07^{a}
۵۰درصد کود گاوی+۵۰درصد خاک	33.61^{cde}	41.92^{ab}	43.15^{abc}	11.39^{dc}	30.54^{bcd}	15.08^{bcd}	3.62^{cd}
۲۵درصدکود گاوی+ ۷۵ درصد خاک	23.04^{ef}	37.44^{ab}	37.08^{bc}	9.28^{d}	26.91^{cde}	12.83^{de}	2.51^{de}
۱۰۰درصدکود گوسفندی	52.04^{abc}	42.04^{ab}	44.95^{ab}	19.80^{ab}	30.49^{bcd}	17.83^{ab}	4.28^{bc}
۷۵درصدکود گوسفندی+ 100 percent sheep	32.16^{de}	43.39^{a}	40.18^{bc}	17.15^{bc}	31.08^{abc}	16.99^{abc}	3.94^{c}
۵۰درصد کود گوسفندی+ ۲۵درصد خاک	29.42^{de}	40.19^{ab}	39.16^{bc}	9.55^{d}	27.34^{bcde}	13.77^{cde}	2.94^{cde}
۲۵درصد کود گوسفندی+ ۵۰درصد خاک	21.98^{ef}	34.60^{bc}	35.76^{dc}	7.65^{de}	25.54^{de}	12.20^{de}	2.54^{de}
۵۰درصد کود مرغی+ ۷۵درصد خاک	1.83^{g}	8.90^{d}	7.29^{e}	2.10^{e}	6.93^{f}	4.75^{f}	0.44^{f}
۲۵درصد کود مرغی+ ۵۰درصد خاک	43.59^{bc}	41.49^{ab}	42.79^{abc}	21.52^{ab}	32.04^{ab}	20.62^{a}	6.007^{a}

داشتن حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در آزمونLsd ($p<0.05$) می‌باشد.

Numbers followed by the same letter are not significantly difference by Lsd test ($p<0.05$) .



شکل ۱-درجه پوکی غده تربچه در انواع و مقادیر متفاوت کود دامی

Figure 1- Tuber hollow grade affected by different manure type and amount in radish.

نتیجه‌گیری کلی

وزن غده یکی از فاکتورهای مهم در افزایش میزان عملکرد می‌باشد که با افزایش آن میزان عملکرد نیز افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که اعمال تیمارهای کودی بر صفات مورد مطالعه کاملاً معنی‌دار بود و کاربرد کودهای دامی نسبت به شاهد برتری داشتند. از بین تیمارهای اعمال شده، تیمارهای ۱۰۰ درصد کود گاوی و ۲۵ درصد کود مرغی بیشترین تاثیر را داشتند. مطلوب‌ترین حالت برای بدست آوردن عملکرد مناسب همراه با کیفیت خوب (درجه پوکی پائین) در غده در این آزمایش استفاده از تیمار ۱۰۰ درصد کود گاوی بود.

منابع

1- Abdel- Sabour M.P., Abo- Seoud M.A. 1996. Effects of organic waste compost Addition on sesames growth yield andchemical composition. Agriculture, Ecosystems and Environment, 60 (2-3): 157- 164.
2- Akhtari A., Moaz Ardalan M., Tavasoli A., Baybourdi A. 2012. Effect of different amounts of nitrogen on quantity and quality of radish. (*Raphanus sativus* L.). Journal of Agronomy and Pant Breeding, 8 (1): 15-23. (in Persian)
3- Allievi L., Marchesini M., Salardi C., Piano V., and Ferrari A. 1993. Plant quality and soil residual fertility six year after compost treatment. Agric. Technology, 85-89.
4- Bahl G.S., and Toor G. S. 2002. Influence of poultry manure on phosphorus availability and the standard phosphate requirement of crop estimate of crop estimate from quantity- intensity relationships in different soils bioresource. 85:317-322.
5- Banayan M., Rahmati M., Ghani A., Ghavidel H. 2010. Quantities and qualities analyze of two native and market radish variety in response to planting rate. Iranian Agronomy Research Journal, 8 (6): 1002- 1011. (in Persian with English abstract)
6- Baybourdi A., Malakouti M.J. 2007. Study effect of different amount manure (manure, compost and vermicompost) on quantify and quality of red onion in two region Bonab and Khosroshahr. Journal of Water and Soil, 21(1): 33-43. (in Persian with English abstract).
7- Bulluck L.R., Brosius M., Evanilo G.K., and Ristaino J.B. 2002. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial physical and chemical properties on organic and conventional farm. 19: 147-160.
8- Edje O.T., and Osiru D.S.O. 1988. Methods for determining leaf area in some crop plants. Cassava based cropping systems research. p. 23-27.16-19. November. International Institute of tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.
9- Fallah S., Ghalavand A., Khajepour M. R. 1997. Effect of composition way of manre with soil and chemical fertilizer on yield and yield components of sorghum in Khoramabbad. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 4 (2): 233- 242. (in Persian).
10- George R.A.T., and Evans D.R. 1981. A classification of winter radish cultivars. Euphytica, 30: 483-492.
11- Hashemabadi D., kashi A. 2004. Study impact of different level of nitrogen fertilizer and poultry manure on quantities and qualities traits of cucumber. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 8 (2): 25-33. (in Persian).
12- Ijoyah M.O. 2007. Effects of different levels of decomposed poultry manure on yield of muskmelon at amuseBoileau, Seychelles. African Journal of Biotechnology, 6(16):1882-1884.
13- Kaur, T., Brar, B.S., and Dhillon N.S. 2008. Soil organic matter dynamics as affected by long term use of organic and inorganic fertilizers under maize – wheat cropping system .Nutr .Cycl. Agroecosyst, 81: 59–69.
14- Khalouii M., VakiliShahrebabaki M.A., Kadouri M.R. 2011. Investigation of organic manure (poultry, cow and

sheep) on flower yield and components of rose *(Rosa damascene mill*) in Kerman. 7-8 July. First national conference of new conversation in agriculture. Islamic Azad University, Saveh. (in Persian).
15- Kumar A.S., Prasad T.N. 1996. Effect of irrigation and nitrogen on growth, yield loin content nitrogen uptake. Symposia of the Society for Experimental Biology, 15: 1-3.
16- Malakouti M.H. 1994. Dry land soil fertility: problems and solutions. Tehran University Publication, 722 p. (in Persian).
17- Mureithi J.G., Tayler R.S., and Thorpe W. 1996. Effect of the application of dairy cattle slurry and intercropping with cowpea on the performance of maize in coastal lowland Kenya, African Crop Science journal. 4: 315-324.
18- Norman Q., and Arancon C. 2006. Effects of holmic acids from vermicomposts on plant growth. European Journal of Soil Biology, 42:65-69.
19- Peyvast G.A. 2001.vegtable garden. Agricultural Science Publication.(in Persian).
20- Pourazizi M., Fallah S., and Iranipour R. 2013. Effect of different N sources and rates on dry matter and uptake of primary macronutrients in forage sorghum. Electronic Journal of Crop Production, 6 (2): 185-202. (in Persian with English abstract).
21- Rezvani-Moghaddam P., Mohammad-Abadi A.A., and Sabori A. 2006. Effect of different animal manure on flower yield and qualitative and quantitative characteristics of forage production of saffron (*Crocus sativus* L.) in Mashhad conditions. Acta Horticulture, 739: 159-163.
22- Shafii Zargar A. 1996. Study of green cucumber from organic and mineral material in fall planting. MsThesis, Tehran Tarbiat Modaress University. (in Persian with English abstract).
23- Sharifi Ashourabad A. 2009. Study the impact of soil fertility in crop ecosystems. Agronomy PhD thesis. Islamic Azad University. Science and Research Branch. 252 p. (In Persian with English abstract).
24- Sharply A.N., Mcdowell R., and Kleinman P.J.A. 2004. Amounts, forms, and solubility of phosphorus in soils receiving manure, 68: 2048-2057
25- Sharply M., and Henning A.M. 1969. Experimental with different placement of fertilizer for barely and rapeseed. Soil Science, 49: 79-88.
26- Sifola, M.I., and Barbieri G. 2006 .Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field .Science of Horticulture 108: 408–413.
27- Sunassee S. 2001. Use of litter for vegetable production. Amas 2001 food and agricultural research council, Reduit. Mauritius, 259- 263.
28- Tahami Zarandi M.K., Rezvani Moghadam P., Jahan M. 2010. Comparision of manure and chemical fertilizer effect on yield and extract percentage in basil *(Ocimum basilicum*). Journal of Agro ecology, 1(2): 70 -82. (In Persian with English abstract).
29- Zarinkafsh M. 1992. Soil fertility and production. Tehran University Publication, (In Persian).

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۳۱۳-۳۰۲
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 302-313
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر کودهای آلی، تلقیح میکوریزایی (*Glomus mosseae* و *G. intraradices*) بر عملکرد کمی و کیفی برداشت مختلف گیاه دارویی کاسنی پاکوتاه (*Cichorium pumilum* Jacq.)

راهله نقیبی[۱] - پرویز رضوانی مقدم[۲*] - احمد بالندری[۳] - رضا قربانی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۵

چکیده

به منظور بررسی تاثیر کودهای آلی و تلقیح میکوریزایی بر عملکرد کمی و کیفی برداشت‌های مختلف گیاه دارویی کاسنی پاکوتاه (*Cichorium pumilum* Jacq.) آزمایشی در سال زراعی ۹۲-۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا درآمد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. در این مطالعه ۱۲ تیمار؛ که شامل کود آلی در چهار سطح (کود گاوی، اسید هیومیک ، فولویک اسید و شاهد) و تلقیح میکوریزایی درسه سطح (تلقیح با *Glomus mosseae* و تلقیح با *G. intraradices* و عدم تلقیح) در نظر گرفته شدند. داده های آزمایش به‌دلیل تولید دو برداشت به‌صورت کرت‌های خرد شده در زمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. ۱۲ تیمار کودی به عنوان عامل اصلی، دو برداشت به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند و صفاتی از جمله وزن برگ در بوته، وزن ساقه در بوته، نسبت برگ به ساقه، شاخص سطح برگ، عملکرد تر زیست توده، عملکرد خشک زیست توده و میزان پلی فنول برگ اندازه‌گیری شد. بیشترین وکمترین عملکرد خشک زیست توده گیاه کاسنی پاکوتاه در برداشت دوم و اول (به ترتیب ۴۵۴۴ و ۱۷۳۹ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد. تلقیح گونه های میکوریزا باعث افزایش عملکرد خشک زیست توده و شاخص سطح برگ، وزن برگ در بوته، در مقایسه با شاهد گردید. با این وجود بین تیمارهای *G. mosseae* و *G. intraradices* تفاوت معنی‌داری در صفات ذکر شده مشاهد نشد. کاربرد کودهای آلی نیز باعث بهبود صفات مذکور در گیاه کاسنی پا کوتاه شد. به طوری‌که بیشترین میزان ماده خشک، شاخص سطح برگ و وزن برگ در بوته از کاربرد کود آلی اسید هیومیک حاصل گردید. کاربرد این تیمارهای تغذیه‌ای اثر معنی‌داری بر میزان پلی فنول برگ نداشت. به‌طور کلی بر اساس نتایج حاصله کاربرد کودهای زیستی و آلی صفات مورد مطالعه در آزمایش را در گیاه کاسنی پا کوتاه درعمده صفات مورد مطالعه باعث بهبود بخشید و تیمار *G. mosseae* + اسید هیومیک بهترین تیمار بود. همچنین کاربرد این منابع تغذیه ای می‌تواند منجر به کاهش مصرف کودهای شیمیایی در اکوسیستم‌های کشاورزی شود که گامی مهم در راستای به حداقل رسانیدن آلودگی محیط و کشاورزی پایدار است.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، برداشت، عملکرد تر، گیاه دارویی

مقدمه

کاسنی پاکوتاه (*Cichorium pumilum* Jacq.) گونه ای یکساله از تیره کاسنی (Asteraceae) می‌باشد. این گیاه عمدتاً در اکثر نواحی ایران به ویژه در غرب و جنوب غربی ایران رویش دارد (۳۸). این گیاه دارای مصارف تغذیه‌ای، دارویی و علوفه‌ای است که به عنوان برخی از خواص درمانی آن می‌توان به رفع مشکلات گوارشی، کبد، کیسه صفرا، تصفیه کننده خون و درمان کم خونی اشاره نمود (۴).

کشت گیاهان دارویی و معطر از دیر باز، از جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های سنتی کشاورزی ایران برخوردار بوده است و این نظام‌ها از نظر پایداری نقش مهمی را ایفا می‌کنند (۱۴). از مهم‌ترین عوامل در افزایش عملکرد گیاهان دارویی مصرف متعادل عناصر غذایی است، آزمایش‌های متعدد نشان می‌دهند که عناصر غذایی با تاثیر بر رشد رویشی گیاهان، نقش مهمی در کمیت و کیفیت گیاهان دارویی دارند که با مدیریت و کاربرد نهاده‌های مناسب می‌توان عملکرد کمی و کیفی را در گیاهان بهبود بخشید (۳۹).

با توجه به این‌که در دهه‌های اخیر، تولید محصولات کشاورزی بیشتر متکی بر مصرف نهاده‌های شیمیایی بوده، این امر منجر به بروز مشکلات زیست محیطی از جمله تخریب فیزیکی خاک و عدم توازن عناصر غذایی خاک شده است و نیز به دلیل افزایش هزینه‌های

۱، ۲، ۴ - به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادان گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*-نویسنده مسئول: (Email: rezvani@um.ac.ir)
۳- استادیار پژوهشکده علوم و صنایع غذایی

تحمیلی ناشی از کاربرد این نهاده‌ها، تامین و فراهمی عناصر غذایی از منابع آلی و زیستی می‌تواند نقش مهمی در بهبود عملکرد پایدار گیاهان زراعی داشته باشد (۱۹ و ۳۰).

تحقیقات نشان می‌دهد که مقادیر بسیار اندک از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک داشته و به علت وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش عملکرد و تولید محصولات کشاورزی دارد (۱۵). افزودن مواد آلی به خاک باعث افزایش عناصرغذایی و قابلیت جذب آن‌ها توسط گیاه شده و بدین ترتیب منجر به افزایش تعادل نیتروژنی و کارآیی جذب فسفر می‌شود (۴۶). انواع مختلفی از این مواد مانند کود دامی و اسیدهیومیک یا فولویک می‌توانند سبب افزایش رشد در گیاهان شوند. اسید هیومیک با وزن مولکولی ۳۰۰۰ تا۳۰۰۰۰ دالتن و اسید فولویک با وزن مولکولی کمتر از ۳۰۰۰۰ دالتن به ترتیب سبب تشکیل کمپلکس‌های پایدار و نامحلول و کمپلکس‌های محلول با عناصر میکرو می‌گردند (۴۱). استفاده از هیومیک اسید باعث رشد اندام هوایی می‌شود که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر ازت، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز آهن، روی و مس است (۳۱). نتایج تحقیقی نشان داد که کاربرد اسیدهیومیک سبب افزایش تحریک رشد بافت سبزینه‌ای در کاسنی معمولی (*Cichorium intybus* L.) گردید (۴۲). رضوانی مقدم و همکاران (۱۱) گزارش کردند که بین تیمارهای کودی، مصرف ۲۰ تن در هکتار کود گاوی، بیشترین تاثیر را در افزایش عملکرد کل علوفه تر و نیز علوفه خشک کاسنی علوفه‌ای (*Cichorium intybus* L. cv. Grasslands Puna) داشت. بر اساس نتایج مرادی و همکاران (۱۸) استفاده از کودهای آلی نقش موثری در بهبود شاخص‌های رشدی، عملکرد کمی و مقدار اسانس گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgave*) داشت. نتایج تحقیقی نیز نشان داد که کاربرد اسید هیومیک سبب افزایش وزن ماده خشک در گیاه گندم (*Triticum aestivum*. L) شده است (۱۲).

علاوه بر منابع آلی، استفاده از کودهای زیستی نیز به عنوان رهیافتی دیگر به منظور کاهش مشکلات ذکر شده مطرح می‌باشد (۳۴). کودهای زیستی و به ویژه تلقیح میکوریزایی از جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های کشاورزی پایدار برخوردار می‌باشد (۲۹). کودهای بیولوژیک در مقایسه با مواد شیمیایی مزیت‌های قابل توجهی دارند از آن جمله این که در چرخه غذایی، مانع از تولید مواد سمی و میکروبی می‌شوند، قابلیت تکثیرخودبه خودی دارند و باعث اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شوند (۴۰). این کودها می‌توانند طی فرآیندهای بیولوژیکی، عناصر غذایی را از شکل غیر قابل جذب آن‌ها به صورت قابل جذب برای گیاهان تبدیل کنند (۴۳). استفاده از تلقیح میکوریزا می تواند در مقایسه با عدم کاربرد آن، میزان حلالیت و کارایی جذب فسفر در خاک را تا چندین برابر افزایش دهد. با این وجود میزان کارایی جذب عناصر غذایی ناشی از تلقیح میکوریزایی به توانایی ارتباط بین میزبان و میکوریزا، توسعهٔ کلونی در محیط ریشه و خاک اطراف آن در کنار فراهمی مواد آلی وابسته است (۲۷). بر اساس نتایج تحقیق دعایی (۱۰) کاربرد کود زیستی +کود شیمیایی باعث افزایش عملکرد وزن زیست توده تر در گیاه کاسنی پا کوتاه شد. گزارش شده است که استفاده از قارچ های میکوریزا با بهبود جذب آب و افزایش فتوسنتز منجر به تحریک رشد رویشی و در نهایت عملکرد گیاه آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) شد (۱). بر اساس نتایج شریفی (۱۶) کاربرد کودهای میکوریزا سبب بهبود رشد سبزینگی گیاه و افزایش تجمع وزن خشک در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* .L) نسبت به شاهد گردید.

در رابطه با زمان برداشت نیز نتایج مطالعات نشان می‌دهد که بیش‌ترین عملکرد زیست توده خشک گیاه کاسنی پاکوتاه در برداشت دوم از کاربرد کود آلی و به علت وارد شدن گیاه به مرحله ساقه‌دهی حاصل شده است (۱۰). همچنین در پژوهشی دیگر بر روی کاسنی مشاهده شد که بیشترین وزن خشک زیست توده در چین دوم ۴ هفته بعد از برداشت اول به دست آمد (۲۲). در تحقیقی که توسط اقحوانی شجری (۲) انجام گرفت بیان شد که بیشترین میزان نسبت برگ به ساقه در چین اول و بیشترین عملکرد خشک ساقه و وزن زیست توده خشک گیاه گشنیز در چین دوم بیش از اول بود.

این آزمایش با هدف بررسی تاثیر کودهای آلی و تلقیح گونه‌های میکوریزایی بر عملکرد مادهٔ تر، خشک و بخش کیفی گیاه کاسنی پاکوتاه در هر مرحله برداشت انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۲- ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. در این مطالعه، نهاده‌های کود آلی به عنوان عامل اول در چهار سطح (کود گاوی (۲۰ تن در هکتار)، اسید هیومیک (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار)، اسید فولویک (۳ کیلوگرم در هکتار) و عدم کاربرد کود (به عنوان شاهد)، و همچنین تلقیح میکوریزایی به عنوان عامل دوم در سه سطح (شامل دو گونه تلقیح مایکوریزایی *G. mosseae* و *G. intraradices* و عدم تلقیح میکوریزایی (به عنوان شاهد) بودند. برداشت در دو مرحله (در ۲۵ خرداد ماه و ۲۲ تیرماه) انجام شد. قبل از اجرای آزمایش از عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری خاک محل اجرای آزمایش، نمونه‌برداری شد و به منظور تعیین میزان ماده آلی، میزان عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، pH و ظرفیت تبادل کاتیونی به آزمایشگاه ارسال شد (جدول۱). همچنین نمونه‌ای از کود گاوی به آزمایشگاه منتقل و درصد عناصر غذایی موجود در آن تعیین شد (جدول۲).

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

Table 1- Some of physical and chemical properties of experimental field soil

نمونه Sample	بافت Texture	نیتروژن کل Total N (%)	کربن آلی OC (%)	پتاسیم قابل جذب Available K (ppm)	فسفر قابل جذب Available P (ppm)	هدایت الکتریکی Ec (ds/m)	اسیدیته pH
خاک مزرعه Field soil	لومی سیلتی Silty loam	0.08	0.49	286	10.25	1.26	8.09

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی کود گاوی و اسید هیومیک در آزمایش

Table 2- Some of chemical properties of cow manure and humic acid used in experiment

نمونه Sample	نیتروژن کل Total N (%)	کربن آلی OC (%)	پتاسیم کل Total K (%)	فسفر کل Total P (%)	هدایت الکتریکی Ec (ds/m)	اسیدیته pH
کود گاوی Cow manure	0.67	22.6	1.16	0.14	7.4	6.22
هیومیک اسید Humic acid	6	-	1	2	-	-

عنصر نیتروژن به عنوان معیار تعیین مقدار کود گاوی مورد نیاز جهت تأمین نیاز غذایی گیاه، انتخاب شد. با توجه به مقدار نیتروژن توصیه شده برای گیاه دارویی کاسنی و نیز مقدار نیتروژن موجود در خاک و کود گاوی مقدار کود گاوی لازم جهت برآورده شدن نیاز غذایی ۲۰ تن در هکتار تعیین گردید (۶).

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم اولیه، تسطیح زمین و کرت‌بندی (۲/۵ × ۵ متر) در اواخر اسفند ماه ۱۳۹۱ اجرا شد. کرت-های مورد نظر دارای پنج ردیف با پشته‌هایی به عرض ۵۰ سانتی متر بود. فواصل بین کرت‌ها و بین بلوک‌ها به ترتیب نیم و یک متر تعیین شد. کود گاوی، اسیدهیومیک (تهیه شده از شرکت پارس هیومیک) و اسیدفولویک (تهیه شده از شرکت Kohler آلمان. شرکت فنآوری سبز شرق) قبل از کاشت با خاک مخلوط گردید. گونه‌های قارچ میکوریزا (تهیه شده از شرکت تولیدی زراعی ارگانیک همدان) نیز همزمان با کاشت به صورت تلقیح با خاک در دو لایه پایین و بالای بذرها استفاده گردید. بذر گیاه کاسنی (تهیه از پارک علم و فنآوری خراسان)، به‌صورت دستی در ۲۰ اسفند ماه بر روی هر پشته کشت شد. میزان تراکم نهایی معادل، ۲۰ بوته در متر مربع (فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر) در نظر گرفته شد (۴).

اولین آبیاری کرت‌ها به صورت نشتی بلافاصله بعد از کشت انجام و سایر آبیاری‌ها تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک به صورت هفته‌ای انجام گرفت. در طول دوره رشد گیاه برای جلوگیری از تاثیر منفی بر جمعیت قارچ‌های مایکوریزایی تلقیح شده، از هیچ‌گونه علف‌کش و یا آفت‌کش شیمیایی استفاده نگردید و وجین علف‌های هرز در سه مرحله به صورت دستی انجام گرفت.

جهت بررسی عملکرد رویشی گیاه کاسنی پاکوتاه در مرحله برداشت اول (۲۵ خرداد ماه) قبل از ساقه دهی و در مرحله برداشت دوم (۲۲ تیرماه) قبل از گلدهی با رعایت اثر حاشیه، گیاهان از سطحی معادل ۲۵۰۰ سانتی‌متر مربع (۵۰ ×۵۰) به‌صورت تصادفی در هر کرت برداشت شدند و صفاتی از جمله شاخص سطح برگ، وزن تر و خشک برگ و ساقه در بوته محاسبه گردید. جهت تعیین وزن خشک، نمونه‌های مورد نظر بمدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه در داخل آون قرار گرفت. سپس کل بخش باقی مانده هر کرت با رعایت اثر حاشیه از پنج سانتی‌متری سطح خاک برداشت شده و عملکرد تر و خشک زیست توده کاسنی تعیین گردید.

روش اندازه‌گیری پلی فنول گیاه کاسنی پا کوتاه

برای بررسی تاثیر تیمارهای مورد مطالعه بر میزان پلی‌فنول برگ در هر برداشت، از روش فولین گزارش شده توسط وجدیلو و همکاران (۴۴) استفاده شد. در این روش برای استخراج عصاره برگ به یگ گرم پودر برگ خشک شده، ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد اضافه شد.و به مدت ۱۸ ساعت بر روی شیکر مدل FL83 با رمپ۱۲۰ قرار گرفت. آنگاه مخلوط به مدت ۱۰ دقیقه با سانتریفیوژ مدل EBA20 بادور ۴۵۰۰ سانتریفیوژ گردید. برای اندازه‌گیری فنول از فاز بالا استفاده گردید. برای این منظور ابتدا ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره مورد نظر به لوله ازمایشگاه انتقال داده شد و سپس ۰/۲ میلی‌لیتر محلول فولین ۵۰ درصد شرکت مرک و ۲ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد و پس از ۳ دقیقه ۱ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۲۰ درصد شرکت مرک به محلول قبلی اضافه گردید و بعد آن محلول به مدت ۴۵ دقیقه در دمای اتاق و شرایط تاریکی قرار داده شد و بعد در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت شد. مقدار کل ترکیبات فنلی عصاره‌ها با استفاده از منحنی استاندارد

اسید گالیک محاسبه شد. تبدیل داده‌های حاصل از جذب به غلظت‌های اسید گالیک با رسم منحنی استاندارد اسید گالیک غلظت‌های ۰ تا ۲۰۰ پی‌پی‌ام انجام شد وداده ها به صورت میلی‌گرم اکی والانت اسید گالیک در وزن خشک بیان شد.

تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS و MSTAT-C انجام گرفت. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه آماری قرار گرفتند.

نتایج و بحث

اثر متقابل میکوریزا و کود آلی روی صفات اندازه‌گیری شده

اثرات متقابل کود آلی و میکوریزا بر وزن برگ در بوته، نسبت برگ به ساقه، شاخص سطح برگ و عملکرد خشک زیست توده گیاه کاسنی پا کوتاه معنی‌دار بود، اما عملکرد تر زیست توده و وزن ساقه در بوته تحت تاثیر اثرات متقابل قرار نگرفت (جدول ۳). نتایج آزمایش نشان داد که در هر یک از سطوح کاربرد میکوریزا، استفاده از اسید هیومیک به طوری چشمگیری باعث افزایش شاخص‌های ذکر شده نسبت به سایر کودهای آلی گردید. در شرایط تلقیح با گونه *G. mosseae* کاربرد این کود آلی منجر به افزایش ۵۱ درصدی عملکرد خشک زیست توده در مقایسه با شاهد شد (جدول ۵). همچنین در شرایط عدم تلقیح میکوریزایی نیز کاربرد کود گاوی منجر به ایجاد بیشترین عملکرد خشک زیست توده (۲۹۸۱/۸ کیلوگرم در هکتار) گردید (جدول ۵).

به نظر می‌رسد که افزایش تولید ماده خشک در نتیجه استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و در دسترس قرار دادن انواع هورمون‌ها و مواد محرک رشد (نظیر سیتوکینین، اکسین، بیوتین و اسید پنتوتنیک) و نیز فراهمی عناصر غذایی می‌باشد (۳۳). با توجه به نتایج آزمایش می‌توان اظهار داشت، این اثر ناشی از سطح متعادل فراهمی عناصر معدنی و نیز بهبود حاصل خیزی خاک ناشی از اعمال کودهای آلی در طول دوره رشد گیاه باشد (۳۵)، از این‌رو به نظر می‌رسد که مصرف کود آلی و یا مدیریت تلفیقی کود از منابع آلی و بیولوژیک می‌تواند با افزایش رشد و بهبود شاخصهای مورفولوژیک مانند پربرگی، منجر به افزایش عملکرد در کاسنی پاکوتاه شود.

در همین رابطه نتایج آزمایش رضوانی مقدم و همکاران (۱۱) نشان داد که، اثر تیمارهای کود آلی بر عملکرد علوفه خشک کاسنی معنی‌دار بود. در تحقیق دیگری اظهار شده است که استفاده از کود آلی و بیولوژیک به صورت توام و جداگانه اثرات مفیدی بر روی وزن زیست توده خشک مرزنجوش (*Majorana hortensis*) داشت (۲۸). مک گینیس و همکاران (۳۶) در آزمایشی که بر روی گیاه دارویی ریحان انجام دادند، مشاهده کردند که مصرف توام کود آلی با میکوریزا به طور معنی‌داری بر وزن خشک و تعداد برگ در گیاه اثر گذاشت.

از آن‌جا که شاخص سطح برگ بیانگر میزان جذب تشعشع فعال فتوسنتزی توسط پوشش گیاهی بوده و سطح زیر منحنی LAI بیانگر دوام و ماندگاری سطح برگ و نهایتاً نشان دهنده مدت زمان فتوسنتز برای گیاه می‌باشد (۱۳)، بنابراین چنین به نظر می‌رسد که افزایش سطح برگ کاسنی پاکوتاه در تیمارهای تلفیقی کود آلی و بیولوژیک در مقایسه با شاهد به دلیل افزایش و فراهمی و جذب بهتر عناصر غذایی باشد.

بالا بودن شاخص سطح برگ سبب افزایش میانگین سرعت رشد محصول در دوره رشد گیاه شده که این امر در نهایت منجر به افزایش تولید ماده خشک می‌گردد (۳۲). ولد آبادی (۲۰) و همکاران نیز گزارش کردند که کاربرد قارچ میکوریزا سبب افزایش شاخص سطح برگ نسبت به شاهد در گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) گردید. همچنین نتایج آزمایشی نشان داد که کاربرد کود آلی سبب افزایش سطح برگ در گیاه ریحان گردید (۲۴).

اثر متقابل میکوریزا و برداشت روی صفات اندازه‌گیری شده

بر اساس نتایج آزمایش اثرات متقابل میکوریزا و برداشت بر شاخص سطح برگ، نسبت برگ به ساقه و عملکرد خشک زیست توده در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج آزمایش مبین آن بود که کاربرد گونه‌های میکوریزا باعث افزایش معنی‌دار شاخص سطح برگ گیاه کاسنی پاکوتاه نسبت به عدم کاربرد کود زیستی (شاهد) در برداشت اول گردید (شکل ۱-الف). کاربرد قارچ میکوریزا گونه *G. mosseae* باعث ایجاد بیشترین شاخص سطح برگ در برداشت اول (۱/۶۰) و افزایش ۳۰ درصدی صفت مذکور نسبت به عدم کاربرد کود زیستی (شاهد) شد (شکل ۱-الف).

کاربرد گونهٔ *G.mosseae* در برداشت دوم، باعث ایجاد بیشترین عملکرد خشک زیست توده نسبت به عدم کاربرد کود زیستی (شاهد) گردید (شکل ۱-ج). تلقیح گیاهان دارویی با گونه‌های میکوریزا می‌تواند در افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه تولید ماده خشک در گیاه نقش موثری را ایفا کند (۲۶ و ۴۵) افزایش عملکرد در تیمارهای کود بیولوژیک می‌تواند به دلیل نقش این ریز موجودات در تولید مواد محرک رشد مانند جیبرلین و ایندول استیک اسید توسط آن‌ها و نیز افزایش در جذب فسفر باشد (۳۷). در این راستا جهان و همکاران (۸) گزارش کردند که بیشترین عملکرد اندام هوایی در گیاه ریحان تحت تاثیر کاربرد تیمار کود بیولوژیک حاصل شد.

جدول ۳- تجزیه واریانس شاخص‌های مورد مطالعه کاسنی پاکوتاه در آزمایش

Table 3- Analysis of variance for some studied traits of dwarf chicory in experiment

منابع تغییر S.O.V	درجه ازادی df	میانگین مربعات Mean of squares						
		وزن برگ در بوته Leaf weight per plant	وزن ساقه در بوته Stem weight per plant	نسبت برگ به ساقه Leaf / stem ratio	شاخص سطح برگ Leaf area index	عملکرد خشک زیست توده Dry matter yield	عملکرد تر زیست توده Fresh biomass yield	مقدار پلی فنول در برگ Polyphenol concentration in leaves
بلوک Block	2	0.5350 ns	0.341 ns	0.0000013 ns	0.02 ns	9095.9 ns	8389192.7 ns	415.64 ns
میکوریزا Mycorrhizae (M)	2	22.819**	9.1825 ns	0.0042**	0.66**	1938011.4**	557642000.5**	97.36 ns
کود آلی organic fertilizer (f)	3	53.142**	40.137**	0.04490**	0.69**	2352928.1**	64098727.0**	344.89 ns
میکوریزا × کود آلی M × F	6	3.9620**	2.108 ns	0.00088**	0.06*	204270.3*	5242325.0 ns	205.12 ns
خطای اصلی Error (a)	22	3.9620	3.6004	0.000071	0.02525	137734.0	6029401.8	372.36
برداشت Cutting (C)	1	810.0983**	7466.827**	0.2913**	20.40**	141632304.1**	41801789.3**	479.15 ns
میکوریزا × برداشت M ×C	2	2.3385 ns	9.825 ns	0.0042**	0.45**	396056.6**	1461097.4 ns	1.33 ns
کود آلی× برداشت F × C	3	10.255**	40.137**	0.0044**	0.38**	232310.6*	1169677.5 ns	23.47 ns
میکوریزا × کود آلی × برداشت M × F × C	6	0.5542 ns	2.108 ns	0.00088**	0.04 ns	66043.9 ns	558489.6 ns	30.72 ns
خطای فرعی Error (b)	24	0.8553	3.328946	0.000065	0.02418611	69146.2	4632727	270.63
ضریب تغییرات CV		14.45	20.23	12.70	17.97	12.43	19.38	6.65

**،* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

.**, * and ns are significant at the 0.01 and 0.05 levels of probability and no significant, respectively.

جدول٤- اثرات ساده کود آلی، میکوریزا و برداشت بر شاخص‌های مورد مطالعه کاسنی پاکوتاه

Table 4- Mean comparison for effects of organic fertilizer, mycorrhizae and cutting on studied characteristics of dwarf chicory

میکوریزا Mycorrhizae	کود آلی Organic fertilizer	برداشت Cutting	وزن برگ در بوته Leaf weight per plant(g)	وزن ساقه در بوته Stem weight per plant(g)	نسبت برگ به ساقه Leaf / stem ratio	شاخص سطح برگ Leaf area index	عملکرد خشک زیست توده Dry matter yield (kg/ha)	عملکرد تر زیست توده Fresh biomass (yield yield kg/ha)	مقدار پلی فنول در برگ Polyphenol concentration in leaves (mg GA/g DW)
شاهد Control	-	-	4.29b	9.54b	0.072b	0.67 b	2822.5b	b9414.3	249.62 a
mosseae.G	-	-	6.75a	10.82a	0.069a	0.97a	3366.6 a	12378.1a	245.92a
G. intraradices	-	-	6.42a	10.17ab	0.048a	0.94a	3236.6 a	11514.3 a	246.40a
LSD (%5)			0.658	1.136	0.0050	0.094	222	1470.8	11.55
-	شاهد Control	-	3.70d	8.17c	0.045c	0.57c	2636.3 c	8523.1c	249.61a
-	اسید هیومیک Humic acid	-	0.72a	11.50 a	0.083a	1.01a	3470.6a	12815.3 a	241.65a
-	اسید فولویک Fulvic acid	-	5.94 b	9.96ab	0.060b	0.89b	3150.3b	10934.8b	251.69a
-	کود گاوی Cow manure	-	6.77c	11.10b	0.065b	0.96ab	3301.4ab	12135.8ab	246.29a
LSD (%5)			0.760	1.312	0.0058	0.109	256	1697.2	13.34
-	-	برداشت اول First cutting	9.38a	0.00b	0.00b	1.39a	1739.35b	7692.8b	244.73a
-	-	برداشت دوم Second cutting	2.68 b	20.36a	0.12 a	0.33b	4544.43a	13511.8a	249.89a
LSD (%5)			1.08	4.17	0.0135	0.07	127.92	1047.1	8.00

* در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

* Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using LSD Test.

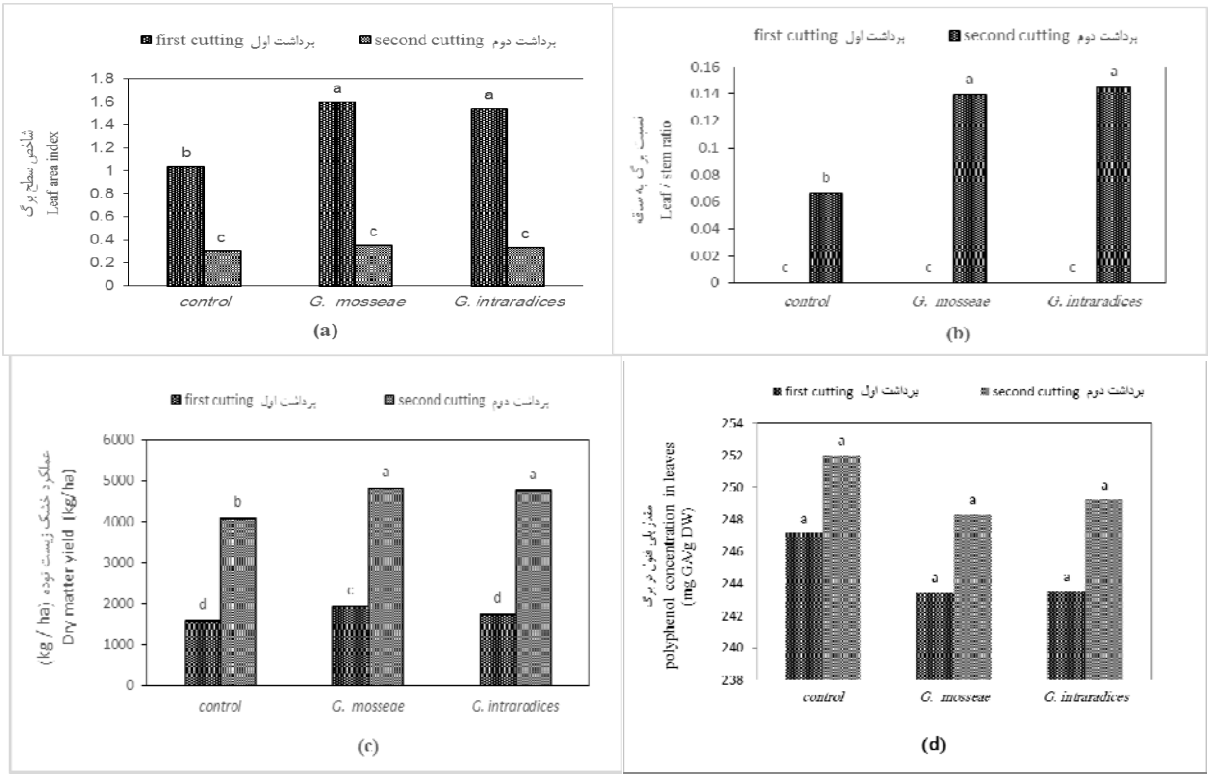
جدول ۵- اثر متقابل میکوریزا و کود آلی بر شاخص‌های مورد مطالعه کاسنی پاکوتاه

Table 5- Interaction effects of organic fertilizer and mycorrhizae on studied characteristics of dwarf chicory

میکوریزا Mycorrhizae	کود آلی Organic fertilizer	وزن برگ در بوته Leaf weight per plant(g)	نسبت برگ به ساقه Leaf / stem ratio	شاخص سطح برگ Leaf area index	عملکرد خشک زیست توده Dry matter yield (kg/ha)	مقدار پلی فنول در برگ Polyphenol concentration in leaves (mg GA/g DW)
شاهد Control	شاهد Control	5.66e	0.0416 c	0.54e	2565.2d	253.25a
	اسید هیومیک Humic acid	12.15bcd	0.0516abc	0.70cde	2897.77cd	242.6a
	اسید فولویک Fulvic acid	10.45cde	0.0416abc	0.68de	2847.9cd	258.72a
	کود گاوی Cow manure	14.67bc	0.0583 abc	0.76bcd	2981.8cd	243.90a
G. mosseae	شاهد Control	8.75de	0.0466bc	0.60e	2681.6d	244.34a
	اسید هیومیک Humic acid	34.22a	0.0916 a	1.19a	3888.8a	239.11a
	اسید فولویک Fulvic acid	14.19 b	0.0666 abc	1.01abc	41.1\bc	245.96a
	کود گاوی Cow manure	18.13 ab	0.0733abc	a1.10	3554.6ab	254.25a
G. intraradices	شاهد Control	7.77cd	0.0466c	0.58e	2664.9d	251.25a
	اسید هیومیک Humic acid	25.46a	0.1066a	1.14a	3625.0ab	243.24a
	اسید فولویک Fulvic acid	16.26bc	0.0733abc	0.99 abcd	۸3261.8bc	250.37a
	کود گاوی Cow manure	16.66b	0.065abc	1.04 ab	3394.8abc	240.73a
LSD (%5)		1.31	0.010	0.18	444.4	23.10

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

* Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using LSD Test.



شکل ۱- اثر متقابل میکوریزا و برداشت بر شاخص سطح برگ (a)، نسبت برگ به ساقه (b)، عملکرد ماده خشک (c) و مقدار پلی فنول برگ (d)

گیاه کاسنی پاکوتاه. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

Figure1- Interaction effects of cutting and mycorrhizae on Leaf area index (a), Leaf / stem ratio (b), Dry matter yield (c) and Polyphenol concentration in leaves of dwarf chicory

*Means followed by at least one letter in common are not significantly different using LSD test

همچنین آن‌ها گزارش کردند تفاوت سه برداشت انجام شده از نظر عملکرد خشک اندام هوایی گیاه با یکدیگر معنی‌دار بود و بیشترین عملکرد خشک اندام هوایی در برداشت دوم به دست آمد. خرم‌دل و همکاران (۹) نیز در مطالعه اثر کودهای زیستی شامل قارچ میکوریزا بر گیاه سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) مشاهده نمودند که کاربرد کودهای زیستی منجر به افزایش ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تجمع ماده خشک و سرعت رشد محصول نسبت به شاهد گردید.

اثر متقابل کود آلی و برداشت روی صفات اندازه‌گیری شده

نتایج تجزیه واریانس نشان داد به جز عملکرد تر زیست توده، اثرات متقابل کود و برداشت بر وزن برگ در بوته، وزن ساقه در بوته، نسبت برگ به ساقه، شاخص سطح برگ و عملکرد خشک زیست توده در گیاه کاسنی پاکوتاه معنی‌دار بود (جدول ۳). کاربرد اسیدهیومیک و کود گاوی اثر معنی‌داری بر افزایش شاخص سطح برگ و وزن برگ در بوته در برداشت اول داشتند (جدول ۶). در برداشت دوم کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش معنی دار وزن ساقه در بوته، نسبت برگ به ساقه و همچنین عملکرد خشک زیست توده گردید (جدول ۶) به طوری‌که کاربرد این کود آلی سبب افزایش ۲۶ درصدی عملکرد خشک زیست توده نسبت به شاهد در برداشت دوم شد. با توجه به نتایج آزمایش چنین به نظر می‌رسد که استفاده از حاصلخیز کننده های خاک مانند اسید هیومیک و کود گاوی از طریق بهبود ساختمان خاک و افزایش درصد ماده آلی خاک باعث بهبود رشد ریشه، بالابردن توان جذب و نگهداری آب و نیز افزایش مقدار عناصر قابل جذب برای گیاه شده واز این طریق افزایش توان فتوسنتزی گیاه و بهبود تجمع ماده خشک در گیاه موجب شده

است (۲۳). بر اساس نتایج فاطمی و همکاران (۱۷) کاربرد هیومیک اسید افزایش معنی‌داری در وزن خشک برگ گیاه ریحان داشت. در تحقیقی دیگر نیز گزارش شد که استفاده از کود آلی، کلیه خصوصیات رشدی از جمله شاخص سطح برگ و عملکرد گیاه کرچک (*Ricinus communis* L.) را افزایش داد (۳).

جدول ٦- اثر متقابل کود آلی و برداشت بر شاخص‌های مورد مطالعه کاسنی پاکوتاه

Table 6- Interaction effects of organic fertilizer and cutting on studied characteristics of dwarf chicory

کود آلی Organic fertilizer	برداشت Cutting	وزن برگ در بوته Leaf weight per plant(g)	وزن ساقه در بوته Stem weight per plant(g)	نسبت برگ به ساقه Leaf / stem ratio	شاخص سطح برگ Leaf area index	عملکرد خشک زیست توده Dry matter yield (kg/ha)	مقدار پلی فنول در برگ Polyphenol concentration in leaves (mg GA/g DW)
شاهد	برداشت اول First cutting	5.94c	0.00d	0.00d	0.89b	1398.1d	248.6a
Control	برداشت دوم Second cutting	1.45f	16.23c	0.090c	0.26c	3874.3b	250.62a
اسید هیومیک	برداشت اول First cutting	11.55a	0.00d	0.00 d	1.64 a	2055.0 c	238.93a
Humic acid	برداشت دوم Second cutting	d3.90	23.00a	0.162a	0.38c	4886.05a	244.38a
اسید فولویک	برداشت اول First cutting	9.45 b	0.00d	0.00d	1.46a	1676.7cd	247.95a
Fulvic acid	برداشت دوم Second cutting	2.43ef	19.92b	0.121b	0.23c	4623.8a	255.42a
کود گاوی	برداشت اول First cutting	10.60ab	0.00d	0.00d	1.58a	1827.40c	243.44a
Cow manure	برداشت دوم Second cutting	2.93de	22.20ab	0.131b	0.35 c	4793.4a	249.14a
LSD (%5)		0.89	1.77	0.007	0.15	255.8	16.01

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using LSD Test.

اثر تیمارها روی میزان پلی‌فنول

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که استفاده از کودهای مختلف زیستی و آلی روی میزان پلی فنول موجود در برگ اثر معنی‌داری نداشتند (جدول ۳) . با این وجود میزان این صفت در بین سطوح کود آلی در کود آلی اسید فولویک (۲۵۱ /۶۹ میلی گرم اکی والانت گالیک اسید در وزن خشک) بالاتر از شاهد بود. اما در شرایط کاربرد گونه‌های قارچ میکوریزا بیشترین مقدار این صفت در شرایط عدم کاربرد کودزیستی (شاهد) حاصل شد (جدول ۴).

مواد موثره اگرچه به‌طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می گیرد، اما اساسا با هدایت فرآیندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند و مسیر بیوسنتزی ساخت آن‌ها تحت تأثیر مراحل نموی و شرایط محیطی دارای نوسان است (۴). تیمارهای کودی و عناصر غذایی نه تنها در افزایش میزان محصول گیاهان دارویی موثر هستند، بلکه کیفیت مواد موثره را نیز تغییر می‌دهند. تیمارهای کودی ممکن است منجر به افزایش محصول شوند در حالی که میزان مواد موثره گیاه دارویی را کاهش داده و یا باعث تغییر اجزای مواد موثره در گیاه شود (۷). به نظر می رسد تیمارهای تغذیه ای آلی و بیولوژیک به دلیل

تأمین عناصرغذایی میکرو و ماکرو در خاک، افزایش کربن آلی، افزایش پویایی در ریزوسفر و تسریع فعالیت‌های آنزیمی در گیاه، در نهایت باعث افزایش بخش کمی (۲۱) در گیاه کاسنی پاکوتاه شده‌اند، بنابراین کمبود ریزمغذی‌ها، بهتر توانسته روی صفت مورد نظر اثرگذار باشد و بالا بودن میزان ریز مغذی‌ها در منابع تغذیه‌ای کودی اثر کاهنده برروی صفت مورد ارزیابی داشت.

بالندری (۶) گزارش کرد که کاربرد تیمارهای کودی آلی تاثیر معنی‌داری بر میزان پلی‌فنول برگ گیاه کاسنی پاکوتاه نداشت. همچنین نتایج دعایی (۷) نشان داد که در فاکتور کود بیولوژیک میزان پلی‌فنول برگ در صورت عدم مصرف کود زیستی بیش از مصرف کود زیستی بود.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی، نتایج تحقیق حاکی از آن است که، استفاده از کودهای بیولوژیک حاوی ریز موجودات و کود های آلی به تنهایی و یا در ترکیب با یکدیگر نسبت به شرایط عدم استفاده از کود در بهبود ویژگی‌های رشدی و عملکرد گیاه دارویی کاسنی پا کوتاه تأثیر مثبتی داشت و از میان این منابع تغذیه‌ای، تیمار *G mosseae* + هیومیک اسید بیشترین تاثیر را در افزایش مقدار کمی صفات مورد مطالعه در آزمایش را داشت. با توجه به مخاطرات زیست محیطی کودهای شیمیایی مسلماً استفاده از کودهای بیولوژیک و آلی می‌تواند در کوتاه مدت و بلندمدت فواید بسیاری داشته باشد.

منابع

1-Akbari P., Ghalavand A., and Modarres Sanavi S.A.M. 2009. Effects of Different Nutrition Systems (Organic, Chemical and Integrated) and Biofertilizer on Yield and Other Growth Traits of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). Journal of Agriculture Science, 1: 83-93. (in Persian with English abstract)

2-Aghhavani Shajari M. 2012. Effects of single and combined application of nutrients on quantitative and qualitative indices of Coriander (*Coriandrum sativum* L.). MSc Thesis. Faculty of Agriculture. Ferdowsi University of Mashhad .Iran. (in Persian with English abstract)

3-Amin Ghafori A., Rezvani Moghaddam P., Nassiri Mahallati M., Khorramdel S., and Ebrahimian E. 2013. Evaluation of growth characteristics of castor bean (*Ricinus communis* L.) affected by organic fertilizers. 605-609 Pp. 8th Congress of Horticultural Sciences, 26-28 August. 2013. Bo Ali Sina University, Hamedan, Iran.

4-Ahvazi M., Rezvani Aghdam A., and Habibi Khaniani B. 2010. Herb seeds (morphology, physiology and medicinal properties), Jahadeh Danesghahi Tehran, Tehran.

5-Balandari A., and Rezvani Moghaddam P. 2011. Effects of planting date and density on development of stages and shoot dry matter production of dwarf Chicory (*Cichorium pumilum* Jacq.). Iranian Journal of Field Crops Research, 9: 438-446. (in Persian with English abstract)

6-Balandari A. 2011. Eco-physiological characteristics and cultivation aspects of dwarf chicory (*Cichorium pumilum* Jacq.) In Mashhad. PhD Thesis. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.Iran. (in Persian with English abstract)

7- Bahrami K., and Omid Beigi R. 2002. The effect of nitrogen and phosphorus on fertility and quality of medicinal plant active ingredient of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). MSc Thesis. Faculty of Horticulture. Tarbiat Modares University .Iran. . (in Persian with English abstract)

8-Jahan M., Amiri M.B., Dehghani Pour, and Tahami Zarandi M.K.2013.The effect of fertilizer and winter cover crops on essential oil production and some agroecological characteristics of basil (*Ocimum* b*a*silicum L.) .Iranian Journal of Field Crops Research, 10: 751-763. (in Persian with English abstract)

9-Khoramdel S., Koocheki A., Nassiri Mahallati M., and Ghorbani R. 2008. Application effects of biofertilizers on the growth indices of black cumin (*Nigella sativa* L.). Journal of Iranian Field Crop Research, 6: 285-294. (in Persian with English abstract)

10-Doaiy F .2013. Evaluation the application effects of organic and biological fertilizers on vegetative and seed yields and yield components of dwarf chicory (*Cichorium pumilum* Jacq.). MSc Thesis. Ferdowsi University of Mashhad. Iran. (in Persian with English abstract)

11-Rezvani Moghaddam P., Balandari A., and Seyyedi S. M. 2014. The integrated fertilizer management of forage chicory (*Cichorium intybu*s L. *cv*. Grasslands Puna) as affected by harvest time and cutting frequency. Iranian Journal of Crop Sciences, 15: 207-221. (in Persian with English abstract)

12- Sabzevari S., and Khazaie H.R. 2009. The Effect of foliar application with humic acid on growth, yield, and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Agroecology, 1: 53-63. (In Persian, with English Abstract)

13-Sarmad Nia G.H. and Koochaki A. 2002. Plants field physiology. Jahadeh Danesghahi Mashhad, Mashhad.

14- Koochaki A., Nassiri Mahalati M., and Najafi F. 2004. The agrobiodiversity of medicinal and aromatic plants in Iran. Iranian Journal of Field Crops Research, 2: 208-216. (in Persian with English abstract)

15- Samavat S., and Malakuti M. 2005. Important use of organic acid (humic and fluvic) for increase quantity and quality agriculture productions. Water and Soil Researchers Technical, 463: 1-13. (in Persian with English abstract)

16-Sharifi M., Mohtashamian M., Riyahi H., Aghaiy A., and Alavii S.M. 2010. The Effects of the Vesicular-Arbascular Mychorrizal (VAM) Fungus *Glumos etunicatum* on growth and some physiological parameters of Basil. Journal of Medicinal Plants, 38: 85-94(in Persian with English abstract)

17- Fatemi H., Ameri A., Aminifard M.H., and Arooyi H. 2011. Investigation of Effect of humic acid Fertilizer on growth and Yield of *Ocimum basilicum* under Field Conditions.First National Conference on Modern Topics in Agriculture, 2 November. 2011. Islamic Azad University., Saveh, Iran.

18-Moradi R., Rezvani Moghaddam P., Nasiri Mahallati M., and Lakzian A. 2009. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel). Journal of Journal Field Crop Research,7: 625-635. (In Persian, with English Abstract)

19- Nassiri Mahalati M., Koochaki A., Rezvani Moghaddam P., and Beheshti A. 2009. Agroecology. Ferdowsi University of Mashhad. Mashhad.

20- Valadabadi S.A.R., Lebaschi , and Aliabadi Farahani H. 2009. The effects of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), P_2O_5 fertilizer and irrigation according to physiological growth indices of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25: 414-428. (in Persian, with English Abstract)

21- Yousefzadeh S., Modarres-Sanavy S.A.M., Sefidkon F., Asgarzadeh A., Ghalavand A., Roshdi M., and Safaralizadeh A. 2013. Effect of biofertilizer, azocompost and nitrogen on morphologic traits and essential oil content of *Dracocephalum moldavica* L. in two regions of Iran. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29: 438-459. (in Persian, with English Abstract)

22-Sanderson M A., Labreveux M., Hall M. H., and Elwinger G.F. 2003. Forage Yield and Persistence of Chicory and English Plantain. Crop Science, 43:995–1000

23-Bachman G.R., and Davis W.E. 2000. Growth of *Magnolia virginiana* liners in vermicompost- amended media. Pedo Biologia, 43: 579-590.

24-Befrozfar M.R., Habibi D., Asgharzadeh A., Sadeghi- Shoae M., and Tookalloo M.R. 2013. Vermicompost, plant growth promoting bacteria and humic acid can affect the growth and essence of basil (*Ocimum basilicum* L.). Annals of Biological Research, 4: 8-12.

25-Cabello M., Irrazabal G., Bucsinszky A.M., Saparrat M. and Schalamuk S. 2005. Effect of an arbuscular mycorrhizal fungus, *Glomus mosseae*, and a rock-phosphate-solubilizing fungus, *Penicillium thomii*, on *Mentha piperita* growth in a soilless medium. Journal of Basic Microbiology, 45:182-189.

26-Cardoso I.M., and Kuyper T.W. 2006. Mycorrhizas and tropical soil fertility. Agriculture, Ecosystems and Environment, 116: 72-84.

27-Douds J.R., and Millner P.D. 1999. Biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment, 74: 77-93.

28-Gharib F.A., Moussa L.A. and Massoud O.N. 2008. Effect of compost and bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) plant. International Journal of Agriculture and Biology, 10: 381-387.

29-Gosling P., Hodge A., Goodlass G., and Bending G.D. 2006. Arbuscular mycorrhiza fungi and organic farming. Agriculture, Ecosystems and Environment, 113: 17-35.

30-Guarda G., Padovan S., and Delogu G. 2004. Grain yield, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. European Journal of Agronomy, 21: 181–192.

31-Harper S.M., Kerven G.L., Edwards D.G., and Ostatek-Boczynski Z. 2000. Characterization of fulvic and humic acids from leaves of *Eucalyptus camaldulensis* and from decomposed hay. Soil Biology and Biochemistry, 32: 1331-1336.

32-Karimi M.M., and Siddique K.H.M. 1991. Crop growth and relative growth rates of old and modern wheat cultivars. Australian Journal of Agriculture Research, 42:13-20.

33-Karthikeyan B., Abdul Jaleel C., Lakshmanan G.M.A., and Deiveekasundaram M. 2008. Studies on rhizosphere microbial diversity of some commercially important medicinal plants. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 62: 143 145.

34-Kizilkaya R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat *(Triticum aestivum)* inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecological Engineering, 33:150–156.

35-Limon-Ortega A., Govaerts B., and Sayre K. D. 2008. Straw management, crop rotation, and nitrogen source effect on wheat grain yield and nitrogen use efficiency. European Journal of Agronomy, 29: 21-28.

36- Macginis M., Cooke A., Bilderbac T., and Lorscheilder M. 2003. Organic fertilizer for basil transplant production. Acta Horticultre, 491: 213-218.

37-Mahfouz S.A., and Sharaf-Eldin M.A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics, 21: 361-366.
38-Rechinger K.H. 1977. Flora iranica. akademiche Druck .U.Verlagsanstalt. GAZ AUSTRIA, 122: 6-9.
39-Shaalan M. N. 2005. Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis*). Egypt Journal of Agriculture Research, 83: 271-376
40-Stark C., Condron L. M., Stewart A., Di H. J., and Ocallaghan M. 2007. Influence of organic and mineral amendments on microbial soil properties and processes. Applied Soil Ecology, 35: 79-93.
41-Trevisan S., Francioso O., Quaggiotti S., and Nardi S. 2010. Humic substances biological activity at the plant-soil interface from environmental aspects to molecular factors. Plant Signaling and Behavior, 5: 635-643.
42-Valdrighi M.M., Pear A., Agnolucci M., Frassinetti S., Lunardi D., and Vallini G. 1996. Effects of compost derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (*Cichorium intybus*) soil system: a comparative study. Agriculture, Ecosystems and Environment, 58: 133–144.
43-Vessey J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant Soil, 255: 571–586.
44- Wojdylo A., Oszmianski J., and Czemerys R. 2007. Antioxidant activity and phenolic compound in 32 selected herbs. Food Chemistry, 1005: 940-949.
45-Yeasmin T., Rahman P., Absar A.N., and Khanum N.S. 2007. Arbuscular mycorrhizal fungus inoculum production in rice plants. African Journal of Agricultural Research, 2: 463-467.
46-Zink T.A., and Allen M.F. 1998. The effects of organic amendments on the restoration of a disturbed coastal sage scrub habitat. Restoration Ecology, 6: 52-58.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۳۲۱-۳۱۴
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 314-321
ISSN: 2008 - 4730

بررسی اثر مصرف توام کود دامی و کودهای شیمیایی بر برخی خصوصیات کیفی آب میوه پرتقال رقم تامسون ناول

شاهین شاهسونی[1*]- مجتبی محمودی[2]- شاهرخ قرنجیک[3]- صدیقه گران ملک[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۱۸

چکیده

به منظور بررسی تاثیر توأم مقادیر مختلف کودهای شیمیایی و دامی (گوسفندی) برای رسیدن به ترکیب مناسب کودی مرکبات (رقم تامسون ناول) آزمایشی در سال ۱۳۹۲ به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار و ۳ تکرار در یکی از باغ‌های شهرستان ساری به اجرا در آمد. تیمارها شامل سه سطح از کود دامی گوسفندی (صفر، ۶ و ۱۲ کیلوگرم به ازای هر درخت) و سه سطح از کودهای شیمیایی ماکرو که شامل سولفات آمونیوم، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم (صفر، ۳۰ و ۶۰ درصد توصیه بر مبنای آزمون خاک) بودند. نتایج نشان داد که بیشترین جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم و همچنین ویتامین C، اسیدیته قابل تیتراسیون میوه، در تیمار کاربرد تلفیقی۶۰ درصد از کودهای شیمیایی و ۶ کیلوگرم کود دامی بدست آمد. همچنین بیشترین غلظت کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی در آب میوه تامسون با کاربرد۳۰ درصد از کودهای شیمیایی و ۱۲ کیلوگرم کود دامی حاصل شد. حداکثر میزان pH و پتاسیم آب میوه با مصرف۶۰ درصد از کودهای شیمیایی و ۱۲ کیلوگرم کود دامی ایجاد شد. درختان مرکبات (تامسون ناول) به مصرف تلفیقی۶۰ درصد از کودهای شیمیایی (سولفات پتاسیم، ۱۰۰ کیلوگرم، سولفات آمونیوم، ۶۰ کیلوگرم ، سوپرفسفات، ۹۰ کیلوگرم در هکتار) و ۱۲ کیلو گرم کود دامی (گوسفندی) بیشترین رشد بهاره و تابستانه را داشتند. به نظر می‌رسد کاربرد توام کودهای دامی و شیمیایی می تواند علاوه بر تامین نیاز مرکبات روش مناسب جهت توسعه کشاورزی پایدار باشد.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات کیفی میوه، کود دامی، کود شیمیایی، مرکبات

مقدمه

مرکبات یکی از محصولات مهم باغبانی است که از لحاظ میزان تولید بعد از موز در مقام دوم جهانی قرار دارد و هر سال به سطح زیر کشت و میزان تولید آن در جهان و ایران افزوده می‌شود. در بررسی کشورهای تولید کننده مرکبات به تفکیک، مشخص می‌شود که از نظر سطح زیر کشت به ترتیب کشورهای چین، برزیل، نیجریه، مکزیک و آمریکا مقام‌های اول تا پنجم را به خود اختصاص داده‌اند. این در حالی است که براساس میزان تولید مرکبات کشورهای برزیل، آمریکا، چین، مکزیک و اسپانیا در رده‌های اول تا پنجم قرار گرفته اند. از لحاظ عملکرد مرکبات نیز به ترتیب آمریکا، ترکیه، آفریقای جنوبی، ژاپن و آرژانتین مقام‌های اول تا پنجم را دارا هستند. کشور آمریکا با این‌که از لحاظ سطح زیر کشت مقام پنجم و تولید مقام دوم جهانی را دارا است ولی از نظر تولید در واحد سطح در ردیف اول جهان قرار دارد که بیانگر رعایت اصول باغداری نوین است (۴). از ۱۲۵ کشور تولید کننده مرکبات بیشترین کشت مرکبات در کشورهایی از جهان صورت می‌گیرد که دمایی بالاتر از ۷- درجه سانتی گراد داشته و در محدوده عرض‌های جغرافیایی ۲۰ درجه شمال و جنوب خط استوا یا مناطق گرمسیری که دارای خاک مناسب، رطوبت کافی و عدم یخبندان هستند تولید می‌شوند. ولی کشت مرکبات تا ۴۰ درجه شمالی و جنوبی خط استوا نیز با تولید قابل قبول صورت می‌گیرد و ۱۵ تا از آن کشورهای تولید کننده عمده، مجموعا ۸۲ درصد محصولات جهانی را تولید می‌کنند (۳). مناطق مرکبات خیز ایران، شامل استانهای سواحل دریای خزر (گلستان، مازندران و گیلان) و از گرگان تا آستارا و ناحیه مرکزی و جنوبی کشور شامل استان‌های سیستان و بلوچستان و خوزستان و فارس، کرمان، کرمانشاه و دریای عمان شامل استان‌های بوشهر و هرمزگان که گرم‌تر هم می‌باشند و به دلیل گرمتر بودن جنوب در زمستان‌ها ارقام بهتری از مرکبات در آنجا به عمل می‌آید و عمر درختان مرکبات بیشتر است (۳).

۱، ۳ و ۴- به ترتیب استادیاران و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهرود
(*-نویسنده مسئول: Email: shahsavani2001@yahoo.com)
۲ - عضو هیات علمی مرکز تحقیقات ساری

کودهای شیمیایی عمده ترین نقش را جهت این افزایش محصول در واحد سطح ایفا می‌کنند. اما بررسی ها نشان داده است استفاده طولانی مدت از کودهای شیمیایی با وجود نمک‌های قوی و مخرب خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را تخریب، نفوذپذیری را کاهش، وزن مخصوص ظاهری را افزایش و نفوذپذیری ریشه گیاه را دچار مشکل ساخته و در نهایت کاهش عملکرد محصولات را به ارمغان می‌آورد (۱۲، ۲۳ و ۲۶). از طرفی مصرف کودهای شیمیایی در ایران نامتعادل بوده و مطابقتی با نیاز واقعی گیاه ندارد، در کشورهای پیشرفته نسبت مصرف نیتروژن، فسفر، پتاسیم به ترتیب ۱۰۰،۵۰،۴۰ است که این نسبت در ایران تقریباً ۱۰۰،۸۰،۵۰ می‌باشد (۱۲). با توجه به گزارشات موجود افزایش آلودگی خاک و کاهش کیفیت آب‌های زیر زمینی در اثر تجمع عناصر سمی و ترکیبات نیتروژن‌دار ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی اغلب در فقدان مواد آلی خاک مشاهده می‌شود (۱). با این حال در نظام‌های زراعی به یک‌باره نمی‌توان کودهای شیمیایی را حذف کرد. در جریان گذار از کشاورزی رایج به کشاورزی پایدار و اکولوژیکی ابتدا باید اقدام به افزایش کارایی مصرف نهاده‌های شیمیایی نمود و سپس در مراحل بعدی به پیدا کردن جایگزینی مناسب اقدام به کاهش مصرف این نهاده ها نمود (۶).

ماده آلی خاک نقش مهمی را در حفظ حاصلخیزی و باروری آن ایفا می‌نماید. بسیاری از خصوصیات زراعی و محیطی از جمله چرخش عناصر غذایی، نگهداری آب و زهکشی، حساسیت خاک به آلودگی، فرسایش و مقاومت محصولات زراعی به آفات و بیماری‌ها بستگی به کمیت و کیفیت مواد آلی خاک دارد. مواد آلی علاوه بر فراهم نمودن عناصر غذایی، اثرات مختلفی بر خصوصیات خاک به‌ویژه خصوصیاتی که با شرایط فیزیکی مرتبط هستند می‌گذارند (۱۶).

امروزه در اکثر کشورها خصوصیات اقلیمی و مدیریت ناکافی اراضی منجر به کاهش مواد آلی خاک، تخریب ساختمان و در نهایت کاهش حاصلخیزی خاک گردیده است (۱۶). در ایران نیز بیش از ۶۰ درصد خاک‌های زراعی ماده آلی کمتر از یک درصد داشته و در بخش قابل توجهی از آن‌ها این مقدار به ۰/۵ درصد کاهش می‌یابد (۱۶). از دلایل کاهش حاصلخیزی و مواد آلی خاک می‌توان به اعمال سیستم کشت فشرده که تولید پایدار کشاورزی و سلامت خاک را به مخاطره انداخته (۱۳) و اعمال زراعی نامناسب مانند سیستم‌های تک‌کشتی، شخم‌های مداوم اشاره کرد (۱۳). از جمله مواد آلی می‌توان به کودهای دامی اشاره کرد. کودهای دامی یک کود با ارزش است که ۵۵ درصد سطح نیتروژن به خاک اضافه می‌کند و کاتیون قابل تبادل را افزایش می‌دهد (۱۶). مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی، انرژی و هزینه های تولید و مصرف آن‌ها و اثرات سوئی که بر چرخه های زیستی، خود پایدار بوم نظام‌های زراعی دارند از یک سو و مساله تامین غذای کافی با کیفیت مناسب برای جمعیت روز افزون جهان از سوی دیگر تجدیدنظر در روش‌های افزایش تولید محصولات زراعی را ضروری ساخته و از این رو کاربرد فرآورده های زیستی برای تغذیه گیاهان به عنوان راهکاری بنیادین مدنظر قرار گرفته به طوری که اخیرا سازمان کشاورزی و خوار و بار جهانی (FAO) توسعه سیستم‌های مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی را برای گسترش کشاورزی پایدار در کشورهای جهان سوم در برنامه خود قرار داده به طوری که نقش حاصلخیزی پایدار خاک، افزایش کمی و کیفی مواد غذایی در واحد سطح از طریق تلفیق روش‌های تغذیه معدنی و آلی مورد بحث و بررسی قرار داده است (۲). هدف این تحقیق بررسی واکنش کیفی آب میوه پرتقال رقم تامپسون ناول با استفاده همزمان کود دامی و کود شیمیایی جهت تعیین نسبت مطلوب کودهای شیمیایی و دامی به منظور کاهش مصرف کود های شیمیای در تولید مرکبات در منطقه شمال ایران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش بر روی درختان پنج ساله پرتقال تامسون ناول، در یکی از باغ‌های شهرستان ساری با موقعیت جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۰ دقیقهٔ طول شرقی و ۳۰ دقیقهٔ عرض جغرافیایی که خاک آن حاوی کربن آلی کمی بود (کربن آلی در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر ۱/۸۶ و در عمق ۶۰-۳۰ ۱/۳۰ درصد) اجرا شد. قبل از اجرای طرح از اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک جهت تعیین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و غلظت عناصر غذایی نمونه‌برداری انجام شد (جدول ۱).

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Physico-chemical properties of the soil

عمق Depth (cm)	pH	هدایت الکتریکی EC dSm^{-1}	کربن آلی OC%	فسفر P $mgkg^{-1}$	پتاسیم K $mgkg^{-1}$
0-30	7.44	0.782	1.120	8.09	370
30-60	7.34	0.931	1.245	19.5	424

این تحقیق در سال ۱۳۹۲ انجام شد که (زمان اجرای طرح مذکور) دومین سال اجرا آن می‌باشد. تعداد کل تیمارها ۲۷ پلات (هر پلات شامل دو درخت) می‌باشد. مصرف کلیه کودهای مورد نیاز گیاه، بر اساس داده‌های تجزیه خاک و برای کلیه درختان یکسان بود. کلیه کودها به همراه کودهای شیمیایی و کود دامی (گوسفندی) در اسفند ماه سال قبل به‌صورت پخش سطحی در اختیار درختان قرار داده شد.

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۹ تیمار و ۳ تکرار به اجرا در آمد. تیمارها شامل سه سطح از کود دامی گوسفندی (صفر، ۶ و ۱۲ کیلوگرم به ازای هر درخت) و سه سطح از کودهای شیمیایی ماکرو که شامل سولفات آمونیوم، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم (صفر، ۳۰ و ۶۰ درصدتوصیه بر مبنای آزمون خاک) بودند. تیمارها شامل :

T1: صفر درصد کود شیمیایی و صفر کیلوگرم کود گوسفندی.

T2: ۳۰ درصد کود شیمیایی (سولفات پتاسیم، ۵۰کیلوگرم، سولفات آمونیوم، ۳۰کیلوگرم، سوپرفسفات، ۴۵ کیلوگرم در هکتار) و صفر کیلوگرم کود گوسفندی.

T3: ۶۰ درصد کود شیمیایی (سولفات پتاسیم، ۱۰۰ کیلوگرم، سولفات آمونیوم، ۶۰ کیلوگرم ، سوپرفسفات، ۹۰ کیلوگرم در هکتار) وصفر کیلوگرم کود گوسفندی.

T4: صفر درصد کود شیمیایی و ۶ کیلوگرم کود گوسفندی.

T5: ۳۰ درصد کود شیمیایی (سولفات پتاسیم، ۵۰کیلوگرم، سولفات آمونیوم، ۳۰کیلوگرم، سوپرفسفات، ۴۵ کیلوگرم در هکتار) و ۶ کیلوگرم کود گوسفندی

T6: ۶۰ درصد کود شیمیایی (سولفات پتاسیم، ۱۰۰ کیلوگرم، سولفات آمونیوم، ۶۰ کیلوگرم ، سوپرفسفات، ۹۰ کیلوگرم در هکتار) و ۶ کیلوگرم کود گوسفندی.

T7 : صفر درصد کود شیمیایی و ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی.

T8: ۳۰ درصد کود شیمیایی (سولفات پتاسیم، ۵۰کیلوگرم، سولفات آمونیوم، ۳۰کیلوگرم، سوپرفسفات، ۴۵ کیلوگرم در هکتار) و۱۲کیلوگرم کود گوسفندی.

T9: ۶۰ درصد کود شیمیایی (۱۰۰ کیلو گرم سولفات پتاسیم، ۶۰ کیلوگرم سولفات آمونیوم، سوپرفسفات ۹۰ کیلوگرم در هکتار) و ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی. سامانه آبیاری درختان به صورت قطره‌ای بود.

تعیین غلظت برخی عناصر پر مصرف و کم مصرف نمونه‌های گیاهی

برای تعیین غلظت ، پتاسیم، روی، آهن، مس، منگنز و بور نمونه-های گیاهی، ابتدا نمونه‌ها به روش سوزاندن خشک عصاره گیری شدند. در این روش بعد از آسیاب نمودن برگ‌ها، ۰/۵ گرم گیاه به مدت ۲۴- ۱۸ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد، توسط اسید کلریدریک ۱ نرمال عصاره‌گیری شد (۱۰). غلظت فسفر با روش اسپکترومتری اندازه‌گیری شد (۱۴).

برای اندازه‌گیری مقدار پتاسیم عصاره های گیاهی از دستگاه فلیم فتومتر استفاده شد (۷). برای اندازه‌گیری کلسیم و منیزیم عصاره با دستگاه جذب اتمی میزان آن‌ها اندازه گیری شد.

برای تعیین غلظت آهن، روی، مس و منگنز عصاره‌های گیاهی از دستگاه جذب اتمی مدل 10AA Varian spectra- استفاده شد (۷)

تعیین غلظت برخی عناصر پر مصرف و کم مصرف میوه

پتاسیم، کلسیم، منیزیم روی، آهن، مس و منگنز

برای تعیین غلظت پتاسیم، کلسیم، منیزیم، روی، آهن، مس و منگنز نمونه‌های میوه (۷). برای اندازه گیری کلسیم با دستگاه جذب اتمی (مدل Perkin Elmer) قرائت شد.

تعیین برخی خصوصیات کیفی میوه

ویتامین C (آسکوربیک اسید): برای اندازه‌گیری ویتامین C از روش تیتراسیون با دی کلروفنل ایندو فنل استفاده گردید (۲۱).

اسیدیته قابل تیتراسیون (TA): برای اندازه گیری میزان اسیدیته قابل تیتراسیون از روش تیتراسیون با هیدروکسید سدیم استفاده گردید (۲۱).

مواد جامد محلول (TSS): برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفرکتومتر (refrectometer) دیجیتالی استفاده شد (۲۱).

pH آب میوه: pH آب میوه توسط دستگاه pH متر اندازه گیری شد.

تجزیه آماری داده‌ها

نتایج به‌دست آمده از آزمایشات مورد نظر با استفاده از نرم افزار Mstat-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسات میانگین داده-های آزمایشی نیز با استفاده از آزمون دانکن و منطبق بر سطح احتمال معنی دار شدن تیمارها در جدول تجزیه واریانس، در سطح احتمال مورد نظر انجام گرفت.

نتایج و بحث

مواد جامد محلول آب میوه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۲) که اثر ساده کودهای شیمیایی، اثر کود دامی و اثرات متقابل آن‌ها بر میزان مواد جامد محلول آب میوه تفاوت معنی‌داری نداشتند.

سوزوک و همکاران (۲۵) در بررسی اثر سطوح و اشکال مختلف کودها بر روی سیب به این نتیجه رسیدند که فرم‌های مختلف کود تغییر قابل‌توجهی بر میزان مواد جامد محلول نداشت. با توجه به نتایج آزمایش پراساد و میلی (۱۷) بر روی انار نشان داده شد که کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژنی تاثیری در مقدار مواد جامد محلول نداشت.

میزان pH آب میوه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۲) اثر کودهای شیمیایی و اثر متقابل کودهای شیمیایی و دامی بر میزان pH آب میوه تامسون در سطح احتمال ۱ درصد و اثر کودهای دامی در سطح احتمال ۵ درصد، معنی دار بود. به طوری‌که اثر ساده کودهای شیمیایی با اعمال تیمار ۶۰ درصد کودهای شیمیایی بیشترین میزان pH (۳/۶۵) را نشان داد. و اثر ساده کودهای دامی با اعمال ۱۲ کیلوگرم کود دامی بیشترین میزان pH (۳/۶۲) را نشان داد (جدول ۴). طبق گزارش اقبال (۲) کاربرد کود دامی باعث افزایش اسیدیته و کاربرد کود شیمیایی نیترات آمونیوم باعث کاهش آن می‌شود. در پژوهش انجام شده بر گریپ فروت نیز کاربرد کودهای شیمیایی pH میوه را به طور معنی‌داری نسبت به تیمارهای بدون کاربرد کود افزایش داد (۹).

ویتامین C (اسید اسکوربیک) آب میوه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر کود دامی و اثر متقابل کود دامی و شیمیایی بر ویتامین C در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود ولی اثر ساده کودهای شیمیایی تاثیر معنی داری بر این صفت نداشت. مقایسه میانگین اثرات متقابل کودهای شیمیایی × دامی، بالاترین (۱۱۰/۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ سی‌سی عصاره) مربوط به تیمار T8 (۶ کیلوگرم کود دامی و ۶۰ درصد از کودهای شیمیایی) می‌باشد که با تیمارهای T2, T3, T4, T5, T6, T7 در یک گروه آماری قرار دارند (جدول ۳). کمترین میزان (۹۶/۲۱ میلی گرم در۱۰۰ سی سی عصاره) آن مربوط به تیمارT9 (۱۲ کیلوگرم کود دامی و ۶۰ درصد از کودهای شیمیایی می‌باشد. مصرف بالاترین میزان کودهای شیمیایی و دامی باعث کاهش ویتامین C شد (جدول ۲).

اسیدیته قابل تیتراسیون میوه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر کودهای شیمیایی و اثر متقابل کودهای شیمیایی و دامی بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه تامسون در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بالاترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون تحت تاثیر اثرات متقابل کودهای شیمیایی × دامی به ترتیب مربوط به تیمار T8 با کاربرد تلفیقی ۶ کیلوگرم کود دامی و ۶۰ درصد کود شیمیایی و T2 با کاربرد ۶ کیلوگرم کود دامی می‌باشد که ۳۲ درصد نسبت به کمترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون روند افزایشی پیدا کرد (جدول ۳).

جدول۲-تجزیه واریانس صفات مورد بررسی پرتقال تامسون ناول تحت تاثیر کودهای شیمیایی و دامی (میانگین مربعات)

Table2- Analysis of variance evaluated traits of Thompson Novel orange under chemical and manure fertilizers effect (Mean square)

منبع تغییرات Source	درجه آزادی df	مواد جامد محلول (%) TSS(%)	pH	اسید اسکوربیک(گرم در ۱۰۰ سی سی) C vitamin (gr 100cc^{-1})	پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم) K (mg kg^{-1})	اسیدیته قابل تیتراسیون (%) TA (%)	کلسیم (میلی گرم در کیلوگرم) Ca (mg kg^{-1})	منیزیم (میلی گرم در کیلوگرم) Mg (mg kg^{-1})	آهن (میلی گرم در کیلوگرم) Fe (mg kg^{-1})	منگنز (میلی گرم در کیلوگرم) Mn (mg kg^{-1})	روی (میلی گرم در کیلوگرم) Zn (mg kg^{-1})	مس (میلی گرم در کیلوگرم) Cu (mg kg^{-1})
کود شیمیایی (Fertilizer)	2	0.037^{ns}	0.024**	7.687^{ns}	0.0001^{ns}	0.020**	405.333**	207.042**	9.174**	0.002**	0.050**	0.002**
کود دامی (Manure)	2	0.148^{ns}	0.010*	104.056*	0.004**	0.004*	1169.1169**	410.005**	11.173**	0.001^{ns}	0.007*	-0.001**
کود شیمیایی × کود دامی (Fertilizer×manure)	4	0.093^{ns}	0.012**	94.419*	0.0010*	0.032**	151.833*	193.234**	14.720**	0.001**	0.014**	0.001**
خطا (Error)	16	0.231	0.002	23.592	0.0001	0.001	48.333	۲۶/۱۵۳	0.041	0.001	0.002	0.001
ضریب تغییرات CV		4.43	1.33	4.64	6.34	2.59	6.53	۶/۱۱	9.92	12.24	9.81	13.86

ns, *, ** : به ترتیب غیرمعنی داری و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

ns, * and ** non significant, significant at 5 and 1 percent of probability, respectively

جدول۳- مقایسه میانگین صفات کیفی میوه (اثر متقابل کودهای شیمیایی و دامی)

Table 3- Mean comparison of fruit quality traits (interaction of chemical and manure fertilizers)

تیمارها Treatments	کل مواد جامد محلول TSS (%)	pH	اسید اسکوربیک (گرم در ۱۰۰ سی سی) C vitamin (gr 100cc^{-1})	پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم) K (mgkg^{-1})	اسیدیته قابل تیتراسیون (%) TA (%)	کلسیم (میلی گرم در کیلوگرم) Ca (mg kg^{-1})	منیزیم (میلی گرم در کیلوگرم) Mg (mg kg^{-1})	آهن (میلی گرم در کیلوگرم) Fe (mg kg^{-1})	منگنز (میلی گرم در کیلوگرم) Mn (mg kg^{-1})	روی (میلی گرم در کیلوگرم) Zn (mg kg^{-1})	مس (میلی گرم در کیلوگرم) Cu (mg kg^{-1})
T1	10.667a	3.48c	97.97bc	0.18f	1.040bc	87d	70.04d	0.90d	0.09e	0.2767e	0.17a
T2	11a	3.627b	106.2ab	0.23ab	0.84d	104bc	76.94cd	1.187cd	0.11d	0.3367de	0.18a
T3	11a	3.557bc	106.8ab	0.21cd	1.040bc	107bc	97.41a	1.240cd	0.13bc	0.4567b	0.21a
T4	10.667a	3.573b	103.3abc	0.19ef	1.08b	99cd	82.81bc	0.99d	0.11d	0.49ab	0.20a
T5	11a	3.643b	108.5a	0.22bc	1c	115ab	91.01ab	1.030d	0.14ab	0.4767b	0.2167a
T6	10.667a	3.593b	103.3abc	0.22bc	1c	124a	98.29a	7.327a	0.15a	0.56a	0.2267a
T7	11a	3.643b	109.10a	0.18f	1c	94cd	85.74bc	2.033b	0.15a	0.4433bc	0.1933a
T8	11a	3.597b	110.9a	0.20cd	1.16a	123a	83.30bc	2.300b	0.14ab	0.45bc	0.2233a
T9	10.667a	3.730a	96.21c	0.24a	1.024bc	105bc	۸۲/۵۳bc	1.42c	0.12cd	0.37cd	0.20a

در هر ستون و در هر گروه تیمارهای دارای حروف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارد

Means with similar letters in each column are not significantly different (p<0.05)

این نشان می‌دهد کودهای دامی به تنهایی بر میزان اسیدیته آب میوه تاثیر چندانی ندارند، ولی با تلفیق کودهای شیمیایی به حداکثر مقدار خود می‌رسند. این نتایج با پژوهش انجام شده بر روی درختان پرتقال مطابقت دارد (۱۹).

پتاسیم آب میوه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده کودهای شیمیایی بر جذب پتاسیم معنی‌دار نشد. اثرات ساده کودهای دامی (گوسفندی) در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل کودهای شیمیایی× دامی در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های پتاسیم تحت تاثیر اثرات کود دامی نشان داد، تیمار با مصرف ۱۲ کیلوگرم کود دامی بیشترین جذب پتاسیم میوه (۰/۲۲ گرم در ۱۰۰ سی سی) را داشته است (جدول ۴). در اثرات متقابل کودهای دامی و شیمیایی بیشترین جذب پتاسیم آب میوه (۰/۲۴ گرم در۱۰۰ سی سی) مربوط به تیمار T9 با کاربرد ۱۲ کیلوگرم کود دامی و ۶۰ درصد کود شیمیایی می‌باشد که با تیمار T3 (۱۲ کیلوگرم کود دامی) در یک گروه آماری قرار دارد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها بیانگر این است که با اضافه کردن کود دامی (گوسفندی) به خاک غلظت پتاسیم اندام‌های هوایی افزایش یافت. به نظر می‌رسد که کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی با بهبود حاصلخیزی خاک و تامین اکثر نیازهای غذایی گیاه و افزایش کارایی جذب مواد غذایی توسط گیاه، سبب افزایش تولید محصول نسبت به تیمارهای شاهد این کودها می‌شود (۱۸ و ۲۴).

کلسیم آب میوه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده کودهای شیمیایی و دامی (گوسفندی) در سطح احتمال ۱ درصد و اثرات متقابل کودهای شیمیایی و دامی (گوسفندی) بر جذب کلسیم میوه تامسون در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد با مصرف ۶۰ درصد از کودهای شیمیایی ماکرو، بیشترین (۱۰۷/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کمترین (۹۹/۳۳ میلی گرم در کیلوگرم) جذب کلسیم مربوط به تیمار شاهد بود. با مصرف ۱۲ کیلوگرم کود دامی بالاترین جذب کلسیم (۱۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) بدست آمد؛ این در حالی است که برای شاهد جذب کلسیم معادل ۹۳/۳۳ میلی گرم بر کیلو گرم بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات متقابل کودهای شیمیایی × دامی از لحاظ صفت مذکور، نشان داد که بیشترین میزان کلسیم (۱۲۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) با کاربرد تلفیقی ۱۲ کیلوگرم کود دامی و ۳۰ درصد کودهای شیمیایی بدست آمد که با تیمار T6, T8 در یک گروه آماری قرار دارند و میزان کلسیم عصاره میوه را ۳۷ درصد نسبت به تیمار شاهد

افزایش دادند جدول (۳) که با گزارشات شارپلز (۲۲) مطابقت دارد.

منیزیم آب میوه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر کودهای شیمیایی، دامی و اثر متقابل کود دامی و شیمیایی بر جذب منیزیم آب میوه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین جذب منیزیم در اثر کودهای شیمیایی و دامی به ترتیب با کاربرد ۳۰ درصد از کودهای شیمیایی با میانگین ۹۰/۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و۱۲ کیلوگرم کود دامی با میانگین ۹۲/۷۴ میلی‌گرم در کیلوگرم حاصل شد (جدول ۴). بیشترین مقدار منیزیم تحت اثر متقابل کودهای شیمیایی و دامی با کاربرد ۱۲ کیلوگرم کود دامی و ۳۰ درصد کود شیمیایی با میانگین ۹۸/۲۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بدست آمد که با تیمارهای T3, T5 در یک گروه آماری قرار دارند (جدول ۳). بالاترین میزان جذب بدلیل مصرف بالای کودهای دامی و تلفیق آن با کودهای شیمیایی حاصل شد که جذب را ۲۸ درصد نسبت به تیمار شاهد با میانگین ۷۰/۰۴ میلی‌گرم در کیلوگرم افزایش داد. طبق تحقیقات رولکنز و همکاران (۲۰) کودهای دامی حاوی عناصری چون منیزیم می‌باشند و اضافه کردن آن به خاک باعث افزایش غلظت این عناصر در خاک شده و امکان استفاده از این عناصر برای میوه فراهم می‌شود.

آهن آب میوه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر کودهای شیمیایی، کود دامی و اثرات متقابل کودهای شیمیایی و دامی بر میزان جذب آهن میوه تامسون در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین آهن آب میوه تحت تاثیر کودهای شیمیایی نشان داد که بیشترین ۳/۱۱۶ و کمترین ۱/۱۰۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. جذب آهن به ترتیب با کاربرد ۳۰ درصد و شاهد بدست آمد. همچنین بیشترین ۳/۳۲۹ و کمترین ۱/۳۰۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. جذب آهن توسط کود دامی (گوسفندی) به ترتیب مربوط به ۱۲ کیلوگرم کود دامی و شاهد می‌باشد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات متقابل کودهای شیمیایی × دامی از لحاظ صفت مذکور نشان داد بیشترین میزان جذب آهن عصاره میوه با مصرف ۱۲ کیلوگرم کود حیوانی و ۳۰ درصد از کودهای شیمیایی بدست آمد که با نتایج لیانگ و همکاران (۱۱) و رولکنز و همکاران (۲۰) بر روی آهن عصاره میوه مشابه است.

منگنز آب میوه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کودهای شیمیایی و اثر متقابل کودهای شیمیایی و دامی بر منگنز آب میوه پرتقال تامسون در سطح احتمال ۱ در صد معنی‌دار بود. این در حالی است که اثر کود دامی معنی دار نشد (جدول ۲). بیشترین ۰/۱۳ و کمترین ۰/۱۱ میلی‌گرم در کیلوگرم جذب منگنز میوه توسط کودهای شیمیایی به ترتیب مربوط به۶۰ درصد از کودهای شیمیایی و تیمار شاهد بود (جدول ۴).

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده پرتقال تامسون ناول در سطوح مختلف کودهای شیمیایی و دامی

Table 4- Mean comparison of measured traits of Thompson Novel orange in different levels of chemical and manure fertilizers

تیمارها treatments	pH	اسید آسکوربیک (گرم در ۱۰۰ سی سی) C vitamin (gr 100cc^{-1})	پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم) K (mg kg^{-1})	اسیدیته قابل تیتراسیون TA (%)	کلسیم (میلی گرم در کیلوگرم) Ca (mg kg^{-1})	منیزیم (میلی گرم در کیلوگرم) Mg (mg kg^{-1})	آهن (میلی گرم در کیلوگرم) Fe (mg kg^{-1})	منگنز (میلی گرم در کیلوگرم) Mn (mg kg^{-1})	روی (میلی گرم در کیلوگرم) Zn (mg kg^{-1})	مس (میلی گرم در کیلوگرم) Cu (mg kg^{-1})
کود شیمیایی (درصد) (Fertilizers)										
0	3.554c	103.6a	0.2067a	0.9723c	99.33b	81.46b	1.109c	0.11b	0.36c	·0.1867a
30	3.603b	105a	0.21a	1.027b	112.7a	90.70a	3.116a	0.1333a	0.5089a	0.2144a
60	3.657a	105.4a	0.2067a	1.067a	107.3a	83.086b	1.918b	0.1367a	0.4211b	0.2056a
کود دامی manure										
0 کیلوگرم	3.566b	103.4b	0.1833b	1.040a	93.33b	79.53b	1.308b	0.1167b	0.4067b	0.1878a
6 کیلوگرم	3.622a	108.5a	0.2167a	1b	114a	83.75b	1.506b	0.13a	0.4211ab	0.2067a
12 کیلوگرم	3.727a	102.1b	0.2233a	1.027ab	112a	92.74a	3.329a	0.1333a	0.6422a	0.2122a

در هر ستون و در هر گروه تیمارهای دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارد

Means with similar letters in each column are not significantly different ($p<0.05$)

مقایسه میانگین اثرات متقابل کودهای شیمیایی × دامی از لحاظ صفت مذکور نشان داد حداکثر (۰/۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) جذب منگنز عصاره میوه مربوط به تیماری با مصرف ۱۲ کیلوگرم کود حیوانی و ۳۰ درصد بود که با تیمارهای T6, T7 در یک گروه آماری قرار دارند (جدول ۳). در تحقیقات کود دامی منجر به افزایش قابل ملاحظه منگنز در مقایسه با شاهد گردید (۱۵). اما مصرف بیش از حد کود دامی و شیمیایی باعث افزایش عناصر مضر چون سدیم می‌شود (۱۳).

روی آب میوه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کودهای شیمیایی و اثر متقابل کودهای شیمیایی و دامی بر جذب روی آب میوه در سطح احتمال ۱ درصد و اثر کود دامی در سطح احتمال ۵ درصد بر جذب روی میوه تامسون معنی‌داری بود (جدول ۲). بیشترین (۰/۵۰ میلی-گرم در کیلوگرم) و کمترین (۰/۳۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) جذب روی در کودهای شیمیایی به ترتیب مربوط به ۳۰ درصد کود شیمیایی و شاهد بود. بیشترین (۰/۴۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کمترین (۰/۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) جذب روی در اثر ساده کود دامی به ترتیب مربوط به کاربرد ۱۲ کیلوگرم کود دامی و شاهد بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات متقابل از لحاظ صفت مذکور نشان داد، حداکثر (۰/۵۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) و حداقل (۰/۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) میزان روی آب میوه به ترتیب با مصرف ۱۲ کیلوگرم کود دامی و ۳۰ درصد از کودهای شیمیایی و تیمار شاهد حاصل گردید (جدول ۳). این نتایج با تحقیقات لیانگ و همکاران (۱۱) مطابقت دارد.

مس آب میوه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر کود دامی و کودهای شیمیایی و اثر متقابل آنها بر میزان جذب مس در آب میوه پرتقال تامسون در سطح ۱ در صد معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین (۰/۲۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کمترین (۰/۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) جذب مس در کودهای شیمیایی به ترتیب مربوط به ۳۰ درصد کود شیمیایی و شاهد بود. بیشترین (۰/۲۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کمترین (۰/۱۸۷ میلی-گرم در کیلوگرم) جذب مس در اثر ساده کود دامی به ترتیب مربوط به کاربرد ۱۲ کیلوگرم کود دامی و شاهد بود (جدول ۴).

نتیجه‌گیری کلی

در این مطالعه تیمار تلفیقی کاربرد ۳۰ درصد از کودهای شیمیایی و ۱۲ کیلوگرم کود دامی بیشترین غلظت کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی در آب میوه تامسون ایجاد کرد. این در حالی بود که اعمال تیمارهای کودی مختلف بر جذب مس آب میوه تفاوت معنی داری ایجاد نکرد. همچنین کاربرد ۶۰ درصد از کودهای شیمیایی و ۱۲ کیلوگرم کود دامی بیشترین میزان P^H و پتاسیم آب میوه را ایجاد کرد. این در حالی بود که حداکثر مصرف کودهای شیمیایی و دامی (گوسفندی) در کل مواد جامد محلول تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد.

منابع

1- Ebrahimi Y. 1981. Citrus growth in Iran. Number one report of Seed and plant breeding institute of Iran, Karaj.
2- Eghball B. 2002. Soil Properties as influenced by phosphorus- and nitrogen-based manure and compost applications. Agronomy & Horticulture. Faculty Publications Paper. 16. (in Persian with English abstract)
3- Farzad M.A. 2011. Citrus orchard production. Agriculture education and extension 394.
4- Fotohi Ghazvini R.V. and Fatahi Moghadam J. 2011. Citrus production in Iran. Geilan University publication. 305. (in Persian with English abstract).
5- Gandomkar A. 1999. Recognition plane of male nutrition of citrus in north of Khozestan and practical remedy. Application for yield and quality. Safiabad research center final report,Dezful, Khozestan, Iran.
6- Ghorbani M., Yazdani S., Zare Mirakabad H. 2011. Introduction to sustainable agriculture. Ferdousei University publication.
7- Jones J. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. Journal of Botany. 41(3): 1373-1384.
8- Kochakei A., Hossainei M., Hashemi Dezfoli A. 2001. Sustainable Agriculture. Mashhad Jahad University. 164. (in Persian with English abstract)
9- Koo R.C.J., and Reese R.L. 1972. A comparison of potash sources and rates for citrus. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 85: 1-5.
10- Lester J.N., and Birkett J.W. 1999. Microbiology and chemistry for environmental scientic and engineers, 2nd ed. London and New York, 386 p.
11- Liang Y., Nicolic J., Si M., peng Y., Chen W., and Jiang Y. 2005. Organic manure stimulates biological activity and barley growth in soil subject to secondary salinization. Soil Biology and Biochemistry. 37: 1185-1195.
12- Malakoti M.J. Sustainable agriculture with best use of fertilizer and increasing yield in Iran. Agriculture education . 973, 17.
13- Nomura N., Matsuzaki Y., Yanagisawa A. 1989. Influence of farmyard manure and nitrogen application on sugar

yield and quality of sugar beet. Field Crop Abstract. 42(11):8993.
14- Olson S.R., and Sommers L.E. 1990. Phosph0rous. In: page a. l. Method of soil analysis. Part 2. 2nd Agron Monoger. ASA, Madison, WI. 403-431.
15- Omidi H., Naghdi abadi H.A., Golzad A., Torabi H., and Potokian M.H. 2010. Effect of chemical and biological fertilizers on zafran yield quantity and quality. Seasonal report of medical plant 8 (2) 81-90.
16- Pedra F., Polo A., Ribero A., and Domingues H., 2006. Effect of municipal solid waste compost and sewage sludge on minerlization of soil organic matter. Journal of Soil Biology and Biochemistry 29: 1375-1382
17- Prasad R.N., and Maili P.C. 2003. Effect of different levels of nitrogen on quality characters of pomegranate fruit cv. Jalore Seedless. Scientific Horticulture. 8: 35-39.
18- Ramadass K., and Palaniyandi S. 2007. Effect of enriched municipal solid waste compost application on soil available macronutrient in the rice field. Archiv. Agron. Soil Science. 53: 497-506.
19- Rodriguez V.A., Martinez G.C., and Ferrero A.R. 2000. Zninc and potasium incidence in fruit sizes of Valencia orange with CVC symptoms. International Society of Citriculture Congress. Disney's coronado springs Resort, lake Buena Vista, Florida, USA.
20- Rulkens W.H., and Ten Have P.J.W. 1994. Single and combined effect of bio-organic and inorganic fertilizers on yield of sunflower and soil properties under rain feed condition. Advance Plant Science. 5: 161-167.
21- Saini E.S., Sharma K.D., Dhankhar O.P., and Kaushik R. A 2001. Laboratory manual of analytical techniques in Horticultural. Agrobios, Publisher India, 135p.
22- Sharples R.O.1967. A note on the occurrence of watercore breakdown in apple during 1966. Plant path.16:119-120.
23 Silspour M. 2002. Possibilities of using municipal waste in wheat cultivation and it replacement with chemical fertilizer. Exploration of renewable sources in agriculture. Islamic Azad University publication. Khoresgan unit. 54-66 (in Persian with English abstract).
24- Sujatha M.G., Lingaraju B.S., Palled Y.B., and Ashalatha K.V. 2008. Importance of integrated nutrient management practices in maize under rain fed condition. Karnataka Journal Agricultura Science. 21: 334-338.
25- Szewczuk A., Komosa A., and Gudarowska E. 2008. Effect of soil potassium levels and different potassium fertilizer forms on yield and storability of 'Golden Delicious' apples. Acta Scientiarum Polonorum - Hortorum Cultus, 7(2): 53-59.
26- Wei Y., and Liu Y. 2005. Effect of sewage sludge compost application on crops and cropland in a 3 years field study . chemosphere. 50:1257-1263.

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 17
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۱۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Micropropagation of Jujube (*Ziziphus jujuba*)

A. Khazaei[1]- N. Moshtaghi[2*]- S. Malekzadeh Shafaroudi [3]- K. Ghous[4]

Received: 25-09-2013
Accepted: 16-03-2015

Introduction: Jujube (*Ziziphus jujuba*) is one of the most important fruit trees in Asia which has been planted from 3,000 years ago in China for medicinal purposes. Jujube belongs to the Rhamnaceae family. The Jujube fruit is used in fresh and dry forms. The fruit is full of vitamin C and has anticancer and medicinal effects. This tree can grow on salty and dry lands in Iran. Therefore, increasing the cultivation area of Jujube can be effective for soil conservation. In the last 20years, cultivation of Jujube is is considerable in Iran specially in the South Khorasan Province and 98 % of total production of Jujube in Iran belongs to this province. The low rate of seed germination and low production of shootlets are the most important problems in Jujube proliferation, so micropropagation of this plant through tissue culture was considered.

Materials and Methods: In this study, Cangan ecotype of Jujube was used for multiple shoot regeneration. At the end of May, apical buds of shoots were cut from mature trees of the Research Collection of Jujube at Sarbishe, Birjand, South Khorasan Province in Iran. The buds were disinfected with 70% ethanol for 1 min and 2% sodium hypoclorite for 25 min. Then the buds were rinsed with distilled water for 25 min completely. Apical buds were placed on Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with different concentrations of BA (0.5, 1, 1.5, 2 mg/L) in combination with IBA or NAA (0, 0.1, 0.2, 0.4 mg/L). After one month, the shoots with 3-5 cm length were transferred to rooting media ($^1/_2$ MS + IBA or IAA : 0.5, 2, 5, 10 mg/L). The data were recorded after shooting and rooting and were analysed in the facorial experiment.

Results and Discussion: The results of variance analysis and mean comparisons showed that there are differences between different levels of IBA and BA alone for the number of shoots and their length ($P<0.01$). Their interaction effect was also significant. Based on the results, the highest number of shoot inductions (4.25 shoots per explant) was obtained on a medium containing 0.2mg/L IBA + 1 mg/L BA. The longest shoots (5.12 cm) were also observed in MS medium supplemented by 0.2 mg/L IBA and 1 mg/L BA. Increasing the ratio of BA to IBA more than 5 times, caused decrease in shoot production. Totally, the ratio of auxin to cytokinin and also their concentration can determine the success of shooting; because when the BA increased to 2 mg/L and the IBA was 0.4 mg/L the ratio was 5 times, but the shooting decreased. NAA (0.4 mg/L) + BA (1 mg/L) was the best hormonal combinations for high shoot regeneration (3.75 shoots per explant) and its lenght (5.87 cm). In most studies on Ziziphus genus, the combination of NAA and BA is preferred for shooting at in vitro culture. Regenerated shoots were rooted on ½MS medium supplemented with different levels of IAA and IBA (0.5, 2, 5 and 10 mg/L). The highest number of root inductions (7 roots per shoot) were observed on ½MS with 2 mg/L of IAA and it was not significantly different from 2 mg/L of IBA. The longest roots (5.25 cm) were observed in ½ MS medium suplemented by 2 mg/L of IBA and it was not different from 2 mg/L of IAA. So, there is no difference between IBA and IAA for rooting because both of them induced suitable roots for adaptation. IBA is synthetic auxin and is not sensitive to light; so its useispreferred for commercial micropropagation. The rooted shoots were rinsed by water to remove the residual of medium, and then they were transferred to pots containing vermiculite and soil (1:1). Acclimation of shoots was good with 92% survived shoots in the greenhouse.

Conclusion: The results of this study showed that the equal ratio of auxin and cytokinin caused a decrease in shooting and high callugenesis. The produced shoots have suitable length and appearance. According to the results, a combination of BA (1 to 1.5 mg/L) with low concentration of IBA(0.2 mg/L) or NAA (0.4 mg/L) has the best shooting, and a weak auxin such as IBA or IAA with low concentration is good for rooting. So, this method can be used for micropropagation of Jujube in commercial scale in our country.

Keywords: Plant growth regulator, Regeneration, Rooting, Tissue culture, *Ziziphus jujuba*

1,2,3-MSc Student and Associate Professors of Agricultural Biotechnology and Plant Breeding Department, Agricultural College, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively
(*- Corresponding Author Email: moshtaghi@ferdowsi.um.ac.ir)
4- Faculty of Agricultural Jahad Research Center, Sarbishe, Birjand

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 18
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۱۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Sodium Chloride Concentrations and Its Foliar Application Time on Quantitative and Qualitative Characteristics of Pomegranate Fruit (*Punica granatum* L.) CV. "Malas Saveh"

A. Nikbakht[1]-V. Rouhi[2*]- S. Houshmand[3]

Received: 26-09-2013
Accepted: 29-10-2014

Introduction: Pomegranate (*Punica granatum* L.) belong to Punicaceae family is native to Iran and grown extensively in arid and semi-arid regions worldwide. Pomegranate is also important in human medicine and its components have a wide range of clinical applications. Cracking causes a major fruit loss, which is a serious commercial loss to farmers. Fruit cracking, seems to be a problem that lessens the marketability to a great extent. Fruit cracking is one of the physiological disorders wherever pomegranate trees are grown. It may be due to moisture imbalances as this fruit is very sensitive to variation in soil moisture prolonged drought causes hardening of skin and if this is followed by heavy irrigation the pulp grows then skin grows and cracks. Many factors i.e., climate, soil and irrigation, varieties, pruning, insects and nutrition statues influence the growth and production of fruit trees. Deficiencies of various nutrients are related to soil types, plants and even to various cultivars. Most nutrients are readily fixed in soil having different PH. Plant roots are unable to absorb these nutrients adequately from the dry topsoil. Foliar fertilization is particularly useful under conditions where the absorption of nutrients through the soil and this difficult situation to be present in the nutrients such as calcium. Since the calcium element is needed, so spraying them at the right time is correct way to save the plant requirements. Therefore, a research conducted on effect of sodium chloride concentrations and its foliar application time on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruit (*Punica granatum* L.) CV. "Malas Saveh".

Materials and Methods: An experiment conducted at Jarghoyeh, Esfahan, Iran in 2012. The factors were Sodium chloride (0, 5 and 10 g/L) and times of spray (15, 45 and 75 days before harvest). The study was factorial experiment in the base of randomized complete blocks design with three replications. The measured traits were cracking and sun scald percentage, seed dry and fresh weight, total fruit weight, vitamin C and titratable acidity (TA) using titration method, total soluble solids (TSS) using hand refractometer, skin fruit firmness using hand penetrometre, pH using pH meter and dry material. Data analyzed using SAS and MSTAT-C statistical program and means compared using an LSD test ($p < 0.05$).

Results and Discussion: Analysis of variance showed that calcium chloride had significant effect on creaking percentage. Mean comparison was conducted using LSD range test (at 5% level). Sodium chloride decreased cracking percentage compared to control. Different stages of sodium chloride application show significant effect on cracking percentage. Sodium chloride decreased the cracking rate by increasing of its concentrations. Effect of calcium chloride was significant on sun scald. The lowest sun scald occurred inthe second time and the highest in the third time of calcium chloride spraying. The effects of sodium chloride at different stages and concentrations were significant on the total fruit weight and seed fresh weight. The highest total fruit weight and seed fresh weight obtained in the first time and the lowest in the third time of calcium chloride spraying. The effects of sodium chloride at different stages and concentrations were significant on the skin firmness. The highest skin firmness obtained in the third time of calcium chloride spraying and 10 sodium chloride concentrations and the lowest in the first time of calcium chloride spraying and control. The time of calcium chloride spraying had significant effect on total acidity, pH and vitamin C. The highest and lowest fruit total acidity and pH obtained in first and third time of calcium chloride spraying, respectively. However, the highest and lowest fruit vitamin C observed in third and first time of calcium chloride spraying, respectively. Fruits treated with Sodium chloride showed a reduction in vitamin C and fruit firmness, but increased total soluble solids (TSS). In fruit traits increased by higher sodium concentration and earlier spraying time. In addition, later spraying time increased fruit skin firmness conclusion sodium chloride decreased cracking and

1 , 2- M.Sc. Student and Assistant Professor, Department of Horticulture Science, Shahrekord University
(*- Corresponding Author Email: V.Rouhi@Gmail.com)
3- Professor, Department of Plant Breeding, Shahrekord University

sun scald percentage Quantitative.

Conclusion: In conclusion, higher sodium chloride concentration reduced fruit creaking and sun scald. In addition, earlier time and higher sodium chloride concentration caused improve quantitative fruit traits. Finally, skin firmness increased with higher sodium chloride concentration and later spraying time.

Keywords: Creaking, Malas Saveh, *Punica granatum* L., Sodium chloride

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 20
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Seed Priming Treatments on Germination Traits of Two Mustard Cultivars (*Brassica compestris* var. parkland and Goldrash)

M. Goldani[1*] -S. Mazroi[2]

Received: 28-09-2013
Accepted: 22-04-2015

Introduction: *B. campestris* is an old plant that commonly grows in arid and semi-arid areas. It has mucilage in the epidermal cells of canola seeds, a considerable variation in growth form and characteristics across the many cultivars. These species have in general, a flat root without an elongated crown, with stems that typically grow 30 to 120 cm tall. The leaves are large, soft, smooth or soft-hairy. The yellow flowers are small, usually less than 2 cm long (24). Seed priming is a procedure in which seed is soaked and then dried back to its original water content. Hydropriming uses only water in the process of controlled imbibitions, but osmopriming simply means soaking seeds in an osmotic solution. Seed priming is a technique of controlled hydration and drying that results in more rapid germination when the seed is reimbibed. Priming can be a valuable process for improving germination and uniformity of heterogeneously matured seed lots. Seed priming has been successfully demonstrated to improve germination and emergence in seeds of many crops, particularly vegetables and small seeded grasses. Seed priming is a presowing strategy for influencing seedling development by modulating pregermination metabolic activity prior to emergence of the radicle and generally enhances germination rate and plant performance. Fast germination and uniform emergence assist the farmer to "catch up" on the time lost to drought (17, 18). This research aimed to study the effect of the best treatments of osmopriming and hydropriming on varieties of mustard seed germination traits was conducted.

Materials and Methods: The present research was conducted under laboratory conditions of the Ferdowsi University of Mashhad, Iran, during 2012 to determine the seed priming effects on germination traits of two cultivars of mustard. The experiment was in completely randomized design with six treatments. Seeds of two mustard cultivars including Goldrash and Parkland (*Brassica compestris* var.) were subjected to hydro priming and osmotic priming (-4 and -16 urea and Zinc sulfate solution with osmotic potential MPa) in laboratory conditions. Then germination performance was studied. To calculate the germination percentageand rate, mean germination time (MGT) and seed vigor, were used according to equation1, 2, 3and4(11).

1: Germination percentage= (n / N) × 100

2: $$GR = \sum_{i=1}^{n} \frac{gi}{di}$$

3: MGT= Σ(ni × ti)Σn

whereni is the number of newly germinated seeds at time of tiafter imbibing, and n = total number of emerged seeds.

4: Seed vigor= Germination percentage * dry weight

The soft ware macro, and charting in Excel software were used to analyze the data and LSD test at the 5% level was used for means comparison.

Results and Discussion: Priming treatments impressed radica and plumul length, germination percentage and rate, mean germination time and seed vigor at the 5% level (Table 3). As maximum germination percentage and rate at the control and hydropriming treatments and at least 16 MPa at osmopriming zinc were (respectively 6/14 and 92/0% for Parkland and 6/82, and 15% for Goldrash)(Tables 1, 2). Given that most of micronutrients such as zinc, copper, cobalt thatare also classified as heavy metals when their concentrations in soil and plant tissues above the plant are sufficient to cause poisoning, affect yield and plant growth (19). It seems, the Goldrash compared to Parkland with imbibitions less metabolic activity has shown better and more tolerance to stresses caused by the toxicity of zinc.Hydropriming partially hydrated seeds and cellular turgescenceoccurs. In this experiment when compared to osmopriming, hydration process was accelerated in hydropriming treatment and germination indices were better. Benntt and Waters (3) reported no germination at osmopriming treatment for

1, 2- Associate Professor and MSc Student of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Ferdowsi University of Masshad
(*-Corresponding Author Email: goldani@um.ac.ir)

largeseed crops (such as corn and soybeans). This method can possibly include other osmotic elements uptake by seeds and create toxicity and reduced oxygen uptake at low osmotic potential was noted.

Conclusion: In this experiment, the priming process could increase seed vigor and seedling growth of cultivars. It seems that the use of zinc as a heavy metal toxicity in plant tissues and plant growth is reduced. The damage was more severe with increasing concentrations of heavy elements. But the Goldrash compared to Parkland has shown more tolerance and Goldrash has shown better results in hydroponic conditions.

Keywords: Germination, Hydro priming, Mustard, Osmopriming

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 22
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۲
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of IBA and Medium on Rooting of Two New Selected Peach × Almond Hybrids Cuttings

Gh. Davarynejad[1]-A. A. Shokouhian[2*]-A. Tehranifar[3]

Received: 28-10-2013
Accepted: 27-04-2014

Introduction: Potential almond rootstock and thus main genetic sources for the breeding of its new rootstocks are almond itself, peach and plum, and these species cross-breeds Almond is a source of resistance to limestone and to drought because of its roots, which reach deep layers of soil; it is also more resistant than peach to Na and Bo. Asexual or vegetative propagation is a hereditable characteristic and this paper is a review of sources available on this character for almond rootstock breeding. The bibliographic reference regarding this species, vegetative propagation is very poor. Stem cutting is considered the most simple and economical method of propagation. It is important, particularly in horticulture for mass production of improved material within a short time and to perpetuate the characteristics of the parent plant.

Materials and Methods: In this study the effects of different concentrations of indole-3- butyric acid (IBA) and medium type on rooting of hardwood stem cuttings of two rootstocks natural hybrids of almond × peach and the clone of G.F.677(as control) was investigated in plastic greenhouse with bottom heat, In this research 4 levels of IBA (0.3000,6000 and 9000 mg/l) and three levels of bed (perlait, cocopeat and, mixtures of 2 perlite + 1cocopeat) on rooting of hardwood cuttings of two almond × peach natural hybrids and control was used in a split plot based on a randomized complete blocks design with three replications. Hardwood cuttings were prepared in Department of Horticultural Sciences of Ferdowsi University of Mashhad at January 2011. The basal one inch of cuttings was treated with IBA solution for five seconds at 3000, 6000 and 9000 ppm. the following components were determined, the rooting percentage of cuttings**,** number of root, length of roots, roots fresh and dry weight and volume of roots.

Results and Discussion: Results showed that effects of different concentrations of IBA, on the rooting percentage of cuttings were significantly different at the %1 level compare with control. In this case were observed the highest of rooting percentage (40.9) at concentration of 3000(mg/l) and the lowest percentage (12.7) in control. The observations showed that treating almond hardwood cuttings with 3000 ppm IBA gave the highest significant rooting percentage compared with other treatments. Furthermore, results of many investigations indicated that, IBA increased rooting percentage, number of roots/cutting, length and fresh weight of roots. Also on the trait there were significantly differences in the %1 level between the growing Medias. Rooting percentage of cuttings expanded by bed of perlait. Results showed that effects of different rootstocks on the rooting percentage of cuttings were significantly different at the %1 level. In this trait observed the highest of rooting percentage at G.F.677 and there was no significant difference between the two other rootstocks.Treated with control rootstock with IBA at 3000 mg/l and Perlait resulted in the highest rooting percentage, the maximum number of roots and root length. In the traits rooting percentage, number of roots and root length was interactions between, concentrations × bed × rootstocks significantly different at the %1 level. The result was better than Gf677× 3000 ppm of IBA × perlite bed. Also effect of treatments concentrations on root volume was significant at the %5 level. Highest root volume obtained in a concentration of 3000 mg/l of IBA.

Conclusion: From our preliminary results, it could be inferred that there is a correlation between types of rootstock, concentrations of IBA and media in rooting ability of hardwood cuttings rootstocks of almond × peach. In this study, the desired result was obtained from the interaction between treatments concentration of 3000 mg per liter of IBA in perlite media and GF677 rootstock.

Keywords: Almond rootstocks, Auxin, Cocopeat, Hardwood stem, Perlite

1,3-Professors of Horticulture Sciences Department, Agriculture Faculty, Ferdowsi University of Mashhad
2 -Assistant Professor of Horticulture Department, Agriculture Faculty, University of Mohaghegh Ardabili
(*- Corresponding Author Email: shokouhiana@yahoo.com)

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 23
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Organic and Biological Fertilizers on Growth and Yield of Tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and Bacterial Colonization

H. Makarian[1*]-H. Shahgholi[2]

Received: 02-11-2013
Accepted: 19-04-2015

Introduction: In recent decades, excessive use of chemical fertilizers causes environmental problems such as water resource pollution and decrease in soil fertility. Organic matters are excellent sources of plant-available nutrients and their addition to soil could maintain high microbial populations and activities. In crop studies, Prabha et al. (2007) reported that there was excellent plant growth as well as yield in garlic plants that received vermicompost as nutrient in the field (28). Recent studies confirmed that, a number of bacterial species mostly associated with the plant rhizosphere, are found to be beneficial for plant growth, yield and crop quality. Therefore, the objective of this study is to investigate the growth promoting effects of organic and bio-fertilizers on tomato growth and yield.

Materials and Methods: A factorial experiment in randomized complete block design with three replications was conducted at the College of Agricultural, University of Shahrood in 2011. Geographically, the site is located in Bastam (36° 25'E, 54° 58'N, 1349 m a.s.l.).The climate of this region is semi-arid. Treatments included three levels of organic fertilizers: vermicompost (1300 $kgha^{-1}$), cow manure (3350 $kgha^{-1}$), and control, biological fertilizer in four levels (Pseudomonas putyda, Pseudomonas fluorescens, Azotobacter chrococcum and control). The bacterial suspension for each species was applied at a rate of 3 liters per hectare. Metribuzin herbicide (wettable 80% powder) was used at a rate of 1000 gr. ha^{-1}. Petopride No. 2' variety of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) was used in the present experiment. At the time of harvesting, the plant characteristics namely lengths and diameter of stem, number and weight of fruit, weight of stem and leaf were also registered. Statistical analyses of data were performed with statistical software Mstatc. Significant differences between means refer to the probability level of 0.05 by LSD test.

Results and Discussion: There sults showed that main interaction effects of bio and organic fertilizers were significant ($P<0.05$) on bacterial colonization. The bacterial population increased with application of vermicompost and biofertilizers than other treatmentssignificantly (Figure 1).Chemical analysis showed that vermicompost had a lower pH, and higher amounts of nitrogen, phosphorous and organic matter compared to the cow manure and soil (Table. 1). Thus, it seems that vermicompost has been able to provide an appropriate bed for the growth of bacteria. The results indicated that the dry weight and height of tomato stems was improved by 28.5 and 4.7 percent, respectively by application of vermicompost compared to the control treatment (Table 4). The number of tomato fruits increased by the application of vermicompost and cow manure by 29.2 and 19 percent compared to the control, respectively. Also, the yield of tomato was increased by 15 and 10 percent compared to the control treatment by the application of vermicompost and cow manure, respectively. Federico et al. (2007) reported that the yields of marketable tomato fruits per plant increased by 1.8-times in response to a 1:1 vermicompost to soil mixture compared to the control treatment (10). An excreta of earthworm is rich of micro-organisms, especially bacteria and contain large quantities of plant hormones (auxin, gibberellin and cytokinin) that in low concentrations significantly affect plant growth and development (3). Phosphorus is an essential nutrient for plant growth anddevelopment and is one of the most important elements in cropproduction. Despite its wide distribution in nature, it is a deficientnutrient in most soils, especially in soils which have a high Pfixationcapacity. Since a substantial amount of any applied Pfertilizer is rendered unavailable frequent applications ofsoluble forms of inorganic P are needed to maintain adequate Plevels for plant growth. It is a well-known fact that aconsiderable number of bacterial species, mostly those associatedwith the plant rhizosphere, are able to exert a beneficial effectupon plant growth. Phosphate solubilizing microorganismsrenderthese insoluble phosphates into soluble form through the processof acidification, chelatiation and exchange reactions. In our experiment, probablyincreasing the availability of P and N fertilizers has improved the growth and yield of tomato plants. *Azotobacter chrococcum* increased dry weight and height of stem and yield of tomatoes by 32.14, 7.23 and 21.2 percent, respectively compared with the control treatment (Table 2). In similar results, the use of

1, 2- Assistant Professor and M.Sc. Student, Faculty of Agriculture, Shahrood University
(*-Corresponding Author Email: h.makarian@yahoo.com)

N2-fixing bacterial stimulated yield and quality parameters of sugar beet and barley (8). The positive effects of Azotobacter bacteria on the yield and growth of tomatoes were explained by promoting abilities of these bacteria for auxin and cytokinin production, N2-fixation, phosphate solubilization and antimicrobial substance production (8). The yield and plant growth enhancement effects of A. chrococcum used in this study on tomato could be explained by similar reasons.

Conclusion The results of the present study suggested that inoculation of tomato with biofertilizers and the use of organic fertilizers such as vermicompost and cow manure have a potential to increase the growth and yield of tomatoes. Considering environmental pollutions with excessive use of synthetic fertilizers and high costsin the production of N and P fertilizers, the bacteria tested in our study maybe a promising alternative as a bio-fertilizer for fruit and vegetable production in sustainable and organic agricultural systems.

Keywords: *Azotobacter crococcum*, Cow manure, Pseudomonas, Vermicompost

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 25
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Postharvest Oxalic Acid and Calcium Chloride on Quality Attributes of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.)

M. Safa[1*]- J. Hajilou[2]- R. Nagshiband Hasani[3]- M. Ganbari Najar[4]

Received: 18-12-2013
Accepted: 19-04-2015

Introduction: Fruits and vegetables have special importance as a very important part of the human food supply. And from the beginnings of life, man has used these products to supply a part of his food. Nowadays, horticultural products are widely used in the diet. Cherry is one of the deciduous trees in the temperate regions, which is potassium rich. Use of Oxalic acid significantly reduces frost injury in pomegranate fruits during storage at a temperature of 2° C. In fruit trees, the importance of calcium is due to a delay in fruit ripening process and this way products have better portability.

Materials and Methods: Firmness test was measured using the FT011 model of penetrometer. For determination of titratable acidity, the 0.1 N sodium hydroxide (NaOH) titration method was used. Total Soluble solids content (SSC) of fruit was measured by a digital refractometer (PAL-1). For determination of vitamin C in fruit juices, titration method with the indicator, 2,6-di-chlorophenolindophenol was used. Fruit juice pH was measured using pH meter model HI 9811.In order to investigate the effect of postharvest soaking treatment with Oxalic acid on the qualitative specifications and storage life of single grain sweet cherry fruit a research was conducted. This experience was conducted in a completely randomized design with 3 replications separately for the two materials. In this experiment Oxalic acid, in four levels (0,4,6 and 8 mM) and Calcium chloride in four levels (0, 40, 55 and 70 mM) were applied on the single grain sweet cherry fruit in the form of soaking and sampleswith7-day intervals for a period of 28 days from the fridge out and quanti tate and qualitative traits such as stiffness, weight loss, Titratable acidity, total soluble solids, vitamin C and pH were measured.

Results and Discussion: The results showed that compared with control ones all of the concentrations of Oxalic acid and Calcium chloride caused significant differences in the amount of weight loss, firmness, Acidity, TSS, vitamin C and pH , so that weight loss rate on the fourth week for control samples was 39/79%, for samples treated with 8mM oxalic acid, 22/77%, and for 70 mM Calcium chloride, 21/19%; total soluble solids weight on the fourth week for control samples was 24/53%; for samples treated with 8mM Oxalic acid 21/43% and for 70 mM Calcium chloride 21/13%; and vitamin C weight on the fourth week for control samples was 2/65; for samples treated with 8Mm Oxalic acid 3/06 and for 70 mM Calcium chloride 3/16; also firmness and acidity were more than that of control.

Conclusion: In fruits treated with different concentrations of calcium chloride, the amounts of firmness, acidity and vitamin C were significantly higher than that of control. Also in treated fruits, the amounts of weight loss, total soluble solids and pH during storage were significantly lower than that of control. In fruits treated with different concentrations of Oxalic acid in fruits, the amounts of firmness, acidity and vitamin C were significantly higher than that of control. And in fruits treated with different concentrations of Oxalic acid, the amounts of weight loss, total soluble solids and pH were significantly lower than that of control. According to the results of this test calcium chloride treatment was better when compared with Oxalic acid.

Keywords: Calcium chloride, Oxalic acid, Postharvest, Sweet Cherry

1,2,3,4- Former M.Sc. Student, Associate Professor, Assistant Professor and Former M.Sc. Student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran, Respectively
(*- Corresponding Author Email: mohamadsafa66@yahoo.com)

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 26
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۶
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Study of the Biochemical Responses and Enzymatic Activity of GF677 (Peach and Almond Hybrid) Rootstock to In Vitro Salinity Stress

M. Mashayekhi[1]*- M.E. Amiri [2]- F. Habibi[3]

Received: 30-12-2013
Accepted: 10-08-2014

Introduction: Salinity is the most significant abiotic factor limiting crop productivity and several physiological responses, including modification of ion balance, water status, mineral nutrition, stomatal behavior, photosynthetic efficiency and so on. The GF677 (Prunuspersica×Prunusamygdalus) is widelyusedas rootstock for peach and almond. It is mainly used as a rootstock because of its resistance to drought, calcic soil and Fe deficiency. Nowadays, using tissue culture techniques is very popular for the selection of plant resistant to abiotic stress (in vitro salinity); because in vitro conditions are more controllable than in vivo conditions and the large number of genotypes can be evaluated in a limited space. For example, in the field, plants are exposed to variable biological and climatic conditions which result in some interaction effects. In other words, the nutrition and climatic effects are easily controllable in the in vitro conditions all over the year. The objective of this study is to identify biochemical markers of salinity stress of GF677 rootstock under in vitro conditions.

Materials and Methods: Plantlets of GF677 rootstock were subcultured into the Murashige and Skoog (MS) proliferation medium containing1 mg/l BA (6-Benzyladenine)and 0.1 mg/l NAA (naphthaline acetic acid) with different concentrations (0, 40, 80 and 120 mM) of sodium chloride (NaCl) with four replicates. Cultures were transferred to the growth chamber with temperature of 25±2°C, relative humidity of 70%, under a 16/8 h (day/night) photoperiod. Data were collected at the end of the experiment (6^{th} weeks). Antioxidant enzymes activity (catalase and peroxidase),total protein content, proline content, soluble sugars, and Na and Cl were measured. The experiments were set up in a completely randomized design (CRD) with four replicates (a vessel in each replicate) and statistical analysis was performed using MSTAT-C program. Means were separated according to the Duncan's multiple range test (DNMRT) at 0.05 level of probability.

Results and Discussion: After six weeks, the results showed that by increasing salinity levelsin the culture medium, antioxidant enzymes activity (catalase and peroxidase),total protein content, proline content and soluble sugars increased significantly. The antioxidant enzyme activities (catalase and peroxidase) were increased significantly in the GF677 rootstock by increasing salinity levels. Catalase activity increased with increasing salinity levels, such that the maximum value (0.61 [abs/min /mg protein (f.m)]) was observed in 80 mM sodium chloride treatment. The lowest catalase activity (0.11 mg [abs/min /mg protein (f.m)]) was observed in 120 mM. The highest of peroxidase enzyme activity (0.109 and 0.105 [abs/min /mg protein (f.m)]), was obtained in 80 and 40 mM, respectively. Also, by increasing the salinity level, total protein content increased significantly in GF677 plantlets. The highest total protein was observed in 80 mM sodium chloride. By increasing salinity levels, proline content increased compared to the control at the GF677 rootstock, but no significant difference was observed between salinity levels. The highest accumulation of proline was obtained in 80 and 120 mM, respectively, while the lowest proline was obtained in control. By increasing salinity levels, soluble sugars increased in GF677 rootstock. The highest accumulation of soluble sugars was obtained in 80 mM. By increasing salinity levels in the cultural medium, the uptakeof sodium (Na^+) and chlorine (Cl^-) significantly increased in GF677 rootstocks over the six-week culture period. The highest uptake of Na and Cl ions in plant tissue was observed in 4^{th} week. The results showed that with increasing salinity levels (80 to 120 mM), leaf chlorophyll index (SPAD unit) decreased in GF677 rootstock. The lowest chlorophyll index was observed in 120 mM treatment, while the highest leaf chlorophyll index was obtained in the control treatment.

Conclusion: According to the results and analysis of biochemical and enzymatic responses,it can be concluded that GF677 is a concentration tolerant to salinity up to 120 mM. The highest amount of biochemical responses and enzymatic activity was observed at 80 mM, where the continued growth of the plant was in terms of salinity. The rootstock was due to antioxidant defense mechanisms such as antioxidant systems, osmotic

1, 2, 3- MSc Student, Associate Professor and MSc Graduated, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Respectively
(*-Corresponding Author Email: mehri_m662004@yahoo.com)

adjustment by proline and soluble sugars and increasing protein synthesis can sustain growth even under salinity conditions, as a tolerant rootstock was used for peach and almond cultivars.

Keywords: Antioxidant enzymes, GF677 rootstock, Oxidative stress, Proline, Salt stress

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 28
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effects of Different Sources of Nutrition on Quantitative and Qualitative Characteristics of *Lycopersicon esculentum* under Ecological Cropping System

M.B. Amiri[1*]- A. Koocheki[2]- M. NasiriMahallati[3]- M. Jahan[4]

Received: 26-01-2014
Accepted: 05-01-2015

Introduction: Increasing usage of chemical fertilizers imposes irreparable damages to the environment. Disadvantages of chemical fertilizers has led to more attention to the application of organic fertilizers and manures. The use of organic fertilizers and livestock, especially in nutrient poor soils, it is necessary to maintain soil quality. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) occupy the rhizosphere of many plant species and have beneficial effects on the host plant. They may influence the plant in a direct or indirect manner. A direct mechanism would be to increase plant growth by supplying the plant with nutrients and hormones. Indirect mechanisms on the otherhand, include, reduced susceptibility to diseases, and activing a form of defese referred to as induces systematic resistance. Examples of bacteria which have been found to enhance plant growth, include Pseudomonas, Enterobacter and Arthrobacter. Biofertilizers contain organic compounds that increase soil fertility either directly or as a result of their decay (9, 10). Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) belongs to the nightshade family, Solanaceae. The plant typically grow 1-3 meters in height and a weak stem. It is a perennial in its native habitat, although often grown outdoors in temperate climates as an annual. An average common tomato weighs approximately 100 grams. Tomatoes contain the carotene lycopene, one of the most powerful natural antioxidants. In some studies, lycopene, especially in cooked tomatoes, has been found to help prevent prostate cancer. Lycopene has also been shown to improve the skin's ability to protect against harmful UV rays. Tomatoes might help in managing human neurodegenerative diseases. The lycopene has no effect on the risk of developing diabetes, but may help relieve the oxidative stress of people who already have diabetes. The purpose of this study was the possibility of replacing chemical fertilizers with biofertilizers, reducing production costs and increasing product quality.

Materials and Methods: In order to study the effects of different fertilizers on the quantity and quality characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), a split plot experiment based on RCBD design with three replications was conducted in 2009-10 growing season in research farm of Ferdowsi University of Mashhad, Iran. Two levels of poultry manure (zero and 20 ton ha-1) and five different fertilizers (nitroxin (A), phosphate solubizing bacteria (B), A+B, nitrogen and phosphorous chemical fertilizers and control) were considered as the main and sub factors, respectively. Studied traits were fruit number and weight per plant, total yield, marketable yield, spad number, brix index, c vitamin and lycopene content.

Results and Discussion: The results showed that poultry manure increased total yield of tomato compared with control. Chemical fertilizers led to the production of highest total yield. Biophosphorous+nitroxin and biophosphorous increased marketable yield by 17 and 11 percent compared to control, respectively. The highest and the lowest contents of vitamin C were observed in nitroxin and chemical fertilizer, respectively. Biofertilizers and chemical fertilizers increased lycopene content compared with control, so that the maximum content of lycopene was obtained in the biophosphorous with 2.38 mg per 100 g sample, Also, the fruit yield of tomato was more in the first stage of harvesting rather than the second stage. It seems organic fertilizers and biofertilizers increased morphological characteristics and yield of tomato due to provide better conditions to absorption and transportation of nutrient to the plant. It has been reported that this ecological inputs provide favorable conditions for plant growth and development through improvement of physical, chemical and biological properties of the soil, therefore, it can be concluded that improvement of most of studied traits in the present study were due to use of organic fertilizers and biofertilizers.

Conclusions: The cost of this study has been funded by Research and Technology Deputy of Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of agriculture, the financial supports is appreciated.

Keywords: Biophosphorous, Market yield, Lycopene, Nitroxin, C vitamin

1- Assistant Professor of Gonabad University
(*-Corresponding Author Email: m.b2.amiri@gmail.com)
2,3,4- Professors and Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 29
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

The Effect of Green Pruning on the Yield and Fruit Quality of the Crawling Grape Vines Cultivar Keshmeshy in the Climatic Conditions of Shirvan

F. Sadeghian[1*]- E. Seifi[2]- A. Dadar[3]- M. Alizadeh[4]- M. Sharifani[5]

Received: 02-02-2014
Accepted: 22-04-2015

Introduction: Green pruning or summer pruning completes winter pruning, and it is conducted during the growing season. The purpose of green pruning is to maximize yield of high quality grapes. Green pruning in fruit trees improves light penetration and increases the quality of fruits. The objectives of this research were to determine the influence of green pruning on fruit quantitative and qualitative attributes in grapevine cultivar 'keshmeshi'.

Materials and Methods: The present research was undertaken in Shirvan, Northern Khorasan province. The vines were highly uniform, 17 years old and all had equal vegetative growth strength.The planting distances were 3 × 3 m. The present study was conducted on cultivar 'Keshmeshi' that is considered to be one of the best grapevine cultivars mostly used for raisin production as well as table fresh fruits. In order to evaluate the effect of green pruning on different quantitative and qualitative attributes of fruits in cultivar "keshmeshi", the experiment was carried out in two way randomized complete block design with 12 treatments and three replications. Vines were pruned three times including full bloom, two weeks after full bloom and veraison (eight weeks after full bloom). Pruning was carried out in three levels including tipping after two, four or six nodes above the final cluster. The characteristics studied were cluster weight, berry weight, cluster length and width, berry length and width, number of cluster and berry, vine yield, leaf area, soluble solid, total acidity, pH, berry color, berry sunscald and number of shot berry. The SAS software (SAS, version 9.1) was used for statistical analysis of the recorded data. The mean comparison was performed based on Duncan's multiple range tests at %5 and %1 levels.

Results and Discussion: The results of this study indicate that the severity of green pruning has no significant effect on the number and width of berries. This treatment also had no significant effect on the number of cluster. However, there were some significant effects on the TSS ($P < 0.05$) and on other attributes at $P< 0.01$.The time of green pruning had some significant effects on almost all attributes at $P< 0.01$ and on cluster weight, pH and berry color at $P < 0.05$; but it showed no significant effect on the number of clusters, TSS and TA. The results showed the reciprocal effect of treatments had a significant impact on the length and width of clusters and the length of berries, weight of clusters and berries, number of berries and shotberries, leaf area and pH ($P < 0.01$). The reciprocal effect of treatments caused a significant effect on the TSS and berry color at $P< 0.05$; but it showed no significant effect on yield, number of clusters, TAand the percentage of sunburn. The maximum length of clusters (31.47 cm) and berries (16.80 mm), width of cluster (12.98 cm), weight of cluster (344.33 g) and berry (1.85 g), number of berries/cluster (233.53) and leaf area (193.20 cm^2) was observed following six-nodes pruning at verasion stage compared to other treatments. The treatment of two and four nodes at full bloom and two weeks after that, reduced the leaf area and also the rate of photosynthesis, and the amount of carbohydrates will be decreased. Subsequently yield component will be decreased.

Conclusion: According to the result of this study, green pruning improved fruit juice quality and increased grapevine yield. Six-nodes-pruning at verasion stage did not have any negative influence on yield compared to other treatments and increased the fruit quality compared to control. Two and four-nodes-pruning in full bloom decreased the yield components but increased soluble solid, pH and improved berry color.

Keywords: Green pruning, Full bloom, Quantitative and qualitative attributes, Soluble solid, Total acidity

1, 2, 4, 5- M.Sc Graduated, Assistants Professors and Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, Respectively
(*- Corresponding Author Email: fatemehsadeghian60@yahoo.com)
3- Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Azad University of Shirvan, Shirvan, Iran

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 30
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۳۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Evaluation of Some Agroecological Characteristics of Basil (*Ocimum basilicum* L.) as Affected by Simultaneous Application of Water-Saving Superabsorbent Hydrogel in Soil and Foliar Application of Humic Acid under Different Irrigation Intervals in a Low Input Cropping System

M. Jahan[1*]- Sh. Ghalenoee[2]- A. Khamooshi[3]- M.B. Amiri[4]

Received: 16-02-2014
Accepted: 09-12-2014

Introduction: Basil (*Ocimum basilicum* L.) is an annual herbaceous plant that belongs to lamiaceae family. This plant is native of India country and other countries in south of Asia. Nowadays, the use of water superabsorbent polymers is increased in agriculture and their role in reducing the drought stress and increasing the crops production has been demonstrated in many researches. Superabsorbent polymers can absorb lots of water and keep it in their structure and give it to plant under drought stress conditions (9). Humic substances are a group of heterogeneous molecules that are bonded together by weak forces, therefore they have high chemical stability. Humic acid comprise 65 to 80 percent of total soil organic matter (6). According to medicinal importance of Basil and its roles in the food and pharmaceutical industries, beside the limited water resources and need to increase water use efficiency through using ecological inputs, this study designed and conducted aimed to evaluate agroecological characteristics of Basil as affected by application of water-saving superabsorbent and humic acid under irrigation intervals.

Materials and Methods: In order to evaluate the effects of different amounts of water-saving superabsorbent and foliar application of humic acid and irrigation intervals on some quantitative characteristics of basil (*Ocimum basilicum* L.), a split strip plot experiment was conducted based on RCBD design with three replications at The Research Farm of Ferdowsi University of Mashhad, Iran during growing season of 2012-13. Experimental factors included three levels of water-saving superabsorbent (0, 40 and 80 kg ha^{-1}) as the main plot factor, two levels of humic acid (0 and 3 kg ha^{-1}) as the sub plot factor and two levels of irrigation interval (5 and 10 days) as the strip plot factor. Studied traits were seed number and weight per plant, plant height, number of lateral branches per plant, seed yield, biological yield and harvest index.

Results and Discussion: The results showed that interaction of superabsorbent and humic acid had a significant effect on seed yield ($p\leq 0.05$), as the highest seed yield (2638.8 kg ha^{-1}) obtained from application of 40 kg ha^{-1} superabsorbent without humic acid. Evaluation of the superabsorbent and irrigation intervals interaction revealed that in all levels of superabsorbent, dry matter yield under irrigation interval of 5 days was more than irrigation interval of 10 days, so that dry matter yield at irrigation interval of 5 days and 0, 40 and 80 kg ha^{-1} levels of superabsorbent increased 13, 50 and 17% compared to irrigation interval of 10 days, respectively. Seed number per plant significantly was affected by interaction effects of humic acid and irrigation interval, so that in condition of using of humic acid in irrigation interval of 10 days, seed number per plant increased by 26% compared to control. The triple interaction of superabsorbent, humic acid and irrigation interval had significant effect on branch number per plant, as in irrigation interval of 5 days, in both conditions of application and no-application of humic acid, the highest branch number per plant observed in 40 kg ha^{-1} level of superabsorbent. In general, the combined use of 40 kg ha^{-1} water-saving superabsorbent and humic acid in different levels of irrigation, particularly under drought stress condition, while improved quantitative characteristics of basil, played an effective role in alleviation the devastating effects of drought stress. It seems that the appropriate level of water-saving superabsorbent (40 kg ha^{-1}) increased morphological characteristics and seed yield of Basil through the absorption of water (4) and improvement of soil physical characteristics. It

1, 2, 3- Associate Professor, PhD Student, M.Sc Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively
(*-Corresponding Author Email: jahan@um.ac.ir)
4- Assistant Professor of Gonabad University

seems that humic acid increased quantitative characteristics of Basil by increasing activity of growth hormones such as auxin and improving nutrient uptake. In most of the studied traits, efficiency of humic acid improved in conditions of superabsorbent application and the plant could use the humic acid more efficient.

Conclusions: The cost of this study has been funded by Research and Technology Deputy of Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of agriculture, the financial supports is appreciated.

Keywords: Drought stress, Dry matter yield, Ecofriendly inputs, Food health, Medicinal plants

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 32
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۳۲
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Salinity Stress on Concentrations of Nutrition Elements in Almond (*Prunus Dulcis*) 'Shokofeh', 'Sahand' Cultivars and '13-40' Genotype Budded on GF677 Rootstock

A. Momenpour[1*]-A. Imani[2]- D. Bakhshi[3]- H. Rezaie[4]

Received: 15-03-2014
Accepted: 29-10-2014

Introduction: Almond (*Prunus amygdalus* B.) is one of the most important crops consumed as a dry fruit and it is mainly adaptable to arid and semi-arid regions mostly suffering from salinity stress (8). Soils with dry humidity regime are dominant in Iran and in the world at large and mostly include regions with more evaporation than precipitation. This in turn leads to increased salinity of the soil (9 and 10). Based on available reports, roughly 12.5% of land areas in Iran are saline, which overwhelmingly contain sodium, while more than 800 million hectares of land area on the earth (6% of overall global land area) are affected by salinity (9 and 10). Therefore, compound of rootstock and scion may be used as one of the influence factors in sensitivity or tolerance to salinity of planted fruit trees including almonds (8 and 11). In recent years, for various reasons including the uniformity of trees, instead of sexual rootstock, vegetative rootstock is used. Rootstock GF_{677} an inter-specific hybrid (Almond× Peach) is propagated asexually as clone (8). It has been reported that rootstock GF_{677} is tolerant to salinity while rootstock nemagard (*P. persica* X P. davidiana) is sensitive to salinity (16). It has been reported that rootstock GF_{677} tolerated salinity (5.5 ds/m), (19) or 5.2 ds/m (17 and 14).However, as plant species and different cultivars within the same plant species vary considerably in their tolerance to salinity (10), properly selecting plants and/or cultivars that can be grown well under adverse conditions, created in the root zone by salinization, is the most efficient and environmentally friendly agricultural practice for a more permanent solution of the problem of salinity (10). Despite the presence of information on the effect of salinity on concentration of nutrition elements of almond cultivars leaves and roots, tolerantscion/rootstock combinationshave not been introduced for this plant. Therefore, the aim of the present study is to evaluate the effects of salt stress on concentration of nutritional elements of selected almond genotypes leaves and roots, grafted on GF_{677} rootstock and introducing most tolerant genotypes to it.

Materials and Methods: In this research, the effects of salinity stress were investigated on nutrient of almond leaves and roots by a completely randomized design (CRD), with two factors, genotype (in the four levels) and irrigation water salinity (in the five levels) with tree replications in the research greenhouse of Seed and Plant Institute in the year 2013. Studied Genotypes included 'Shokofeh', 'Sahand' and '13-40' budded on GF_{677} and 'GF_{677}' (none budded as control) and irrigation water salinity included 0, 1.2, 2.4, 3.6 and 4.8 g/l of natural salt (whose electrical conductivity are equal to 0.5, 2.5, 4.9, 7.3 and 9.8 ds/m, respectively).Nutrition elements such as K^+, Ca^{++}, Mg^{++}, P, Na^+, Cl^-, Zn^{++}, Cu^{++}, Fe^{++}, $Na^+$to K^+ ratio, Na^+ to Ca^{++} ratio, Na^+ to Mg^{++} ratio, Na^+ to P ratio, were investigated in selected almond genotypes leaves and roots. Then salinity stress was applied.

Results and Discussion: The results showed that type of scion and level of salinity had affected nutrient concentration of leaves and roots. Evaluation of nutrition elements concentration in leaves and roots showed that in the total studied genotypes, the highest percentage of Na^+, Cl^-, $Na^+$to K^+ ratio, Na^+ to Ca^{++} ratio, Na^+ to Mg^{++} ratio, Na^+ to P ratio and the lowest percentage of Ca^{++}, Mg^{++}, P and concentration of Cu^{++} in leaves and roots and the lowest concentration of Zn^{++} in leaves were observed in treatment 9.8 ds/m. The result showed that the type of scion was effective in obstruction of Na^+absorptionby therootsand their transportationtoleaves.Percentageof Na^+, Cl^-, Na^+ to K^+ ratio and Na^+ to P ratio in levels of salinity 3.6 and 4.8 g/l and Na^+ to Ca^{++} ratio, Na^+ to Mg^{++} ratio in level of salinity 4.8 g/l in 'Shokofeh' cultivar were significantly lessthan other genotypes. Also, this cultivar could compare with control plants at levels of salinity 3.6 and 4.8 g/l by increasing the percentage of $K^+$and concentration of Fe^{++} ,and it could tolerate the harmful effects of Na^+ more than other genotypes.

Conclusion: Overall, the results showed that both rootstock and type of scion were effective in tolerance to

1, 3- PhD Graduated and Associate Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Guilan (*-Corresponding Author Email: alimomenpour2005@gmail.com)
2- Associate Professor, Seeds and Plant Improvement Institute, Karaj
4- Assistant Professor, Soil and Water Institute, Karaj

salinity. GF_{677} rootstocks (non-budded) tolerated salinity of 2.4 g/l (4.9 ds/m), but withincreasingsalt concentration, plants were severely damaged. The results showed that the type of scion affected tolerance to salinity. In this research,at base concentration of nutritional elements,'Shokofeh' cultivar was the most tolerant cultivar against salinity stress. This cultivar could well tolerate salinity of 3.6 g/l (7.3 ds/m) and partly salinity 4.8 g/l (9.8 ds/m). In contrast, Sahand cultivar was the most sensitive cultivar to salinity stress. These cultivar as GF_{677} rootstocks (non-budded as control) only could tolerate salinity of 2.4 g/l.

Keywords: Almond, GF_{677}, Macronutrients, Micronutrients, Salinity stress, Shokofeh

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 34
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۳۴
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Salinity on Seed Germination and Seedling Growth of Native Populations of Tall Fescue in Iran

A. Mousavi Bazaz[1]- A. Tehranifar[2*]- M. Kafi[3]- A. Gazanchian[4]- M. Shoor[5]

Received: 21-04-2014
Accepted: 19-04-2015

Introduction: Worldwide, more than one-third of irrigated land is salinized, and in many regions, fresh water shortage has resulted in restrictions on the use of potable water for landscape irrigation. On the other hand, rapidly expanding population growth is occurring in many arid regions, where soil and water salinity are problems and there are increased demands on limited fresh water resources (9). In the turf grass industry, with the increased use of saline and non-potable water, the development of turf grass landscapes in arid and seashore regions where saline soil is common, and with the use of salt for deicing roadways, the need for salinity tolerant turf grasses is very important (16).Seed germination and early seedling growth is usually the most critical stage in plant establishment, and determining successful crop production (23). Tall fescue (*Festuca arundinacea* Schrub.) is an important perennial cool-season grass in temperate regions and it is widely used for both forage and turf purposes (25). There is no study on the evaluation of salinity on tall fescue native populations in Iran. The major objective of this study is to determine the relative salt tolerance and growth response of native populations of tall fescue to salinity in germination stage.

Materials and Methods: In this experiment, seeds of some native populations of tall fescue (TF) (*F. arundinacea* Schreb) including: Semirom, Mashhad, Sanandaj, Sanajan, Yasuj, Yazd Abad, Daran, Kamyaran, Gandoman, Borujen, Nasir Abad, Alborz and commercial TF (C. TF) seeds were used. Four replicates of 25 seeds were germinated on filter papers with 5 ml of NaCl concentrations placed in 9 cm Petri dishes. NaCl concentrations included: 0, 45, 90 and 135 milimolar. The Petri dishes were transferred to germinator at 23°C.Germinated seeds were counted on the3rd, 5th, 8th, 11th and 14th days. Germination was considered to have occurred when the root length was 2 mm long. The seedling with short, thick, and spiral formed hypocotyls and stunted primary root were considered as abnormally germinated. Then, the total germination percentage, germination rate, root length and shoot length were calculated on Day 15. The vigor index was calculated as VI= (RL+SL)×GP, where for the VI, RL is the root length, SL is the shoot length and GP is the germination percentage. Root length and shoot length were measured manually with a ruler. The experimental design was a completely randomized design with 4 replications and 25 seed per replicate. The data were statistically analyzed by JMP 8.0. The difference between the means was compared using LSD values ($P < 0.01$).

Results and Discussion: The results indicated that the increase of salinity level leads to a significant decrease in germination percentage, germination rate, length of shoot, root and vigor index in all genotypes. Also, interaction of salinity and genotype was significant for germination percentage, germination rate, and vigor index. The highest germination percentage was related to Mashhad population at 45 milimolar, and Daran population at 90 and 135 milimolar. Also, the lowest germination percentage was related to Kamyaran population at 45 and 90 milimolar and Commercial tall fescue at 135 milimolar. Mashhad population at 135 milimolar, Daran population at 90 and 135 milimolar had the highest germination rates. The lowest germination rate was recorded at 45, 90 and 135 milimolar in Commercial tall fescue, Kamyaran and Sanandaj populations, respectively. The highest root length was seen in Commercial tall fescue at 90 and 135 milimolar, and Mashhad population at 45 milimolar. For shoot length factor, Mashhad population, Commercial tall fescue and Mashhad population had the highest lengths at 135, 90 and 45 milimolar, respectively. The highest vigor index was related to Mashhad, Daran and Mashhad populations, at 45, 90 and 135 milimolar, respectively. NaCl has an inhibitory effect on seedgermination and its effect on germination showed time course dependence for absorption of Na and Cl by thehypocotyls (28).Increasing salinity levels caused delays in seedlingemergence as a result of reducing cell division and plant growth metabolism (28). The negative effect of salinity on seed germination and

1,2,5-PhD Student, Professor and Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively
(*- Corresponding Author Email: tehranifar2009@yahoo.com)
3- Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
4- Associate Professor, Natural Resources Research Center of Khorassan

early growth could be due to the toxic effects of NaCl on seeds, or to the osmotic effect, that prevents the seeds from imbibitions (21).

Conclusion: Major grasses mentioned above could tolerate 45 milimolar salinity without noticeable changes in germination traits. Mashhad and Brujen populations were least affected by 135 Mm Nacl at germination rate and percentage. Also, Daran and Mashhad populations were least affected by different salinity levels in all germination factors compared to other populations and could be suggested as salt-tolerant genotypes at germination stage.

Keywords: Germination rate, Length of root, Length of shoot, Vigor index

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 36
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۳۶
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

The Role of Rootstock in Antioxidant Activity of Citrus Fruit: Comparison of Antioxidant Activity of The Fruits of Two Commercial Citrus Varieties With The Fruits of Four Different Rootstocks

N. Hemmati[1*] – A. Ghasemnezhad [2] – J. Fattahi Moghadam[3] - P. Ebrahimi [4]

Received: 23-04-2014
Accepted: 10-08-2014

Introduction: all fruits that called citrus are from rutaceae family and aurantioideae subfamily. This subfamily have more than 33 different genus that only three of its genus (citrus, poncirus and fortunella) have economic aspects and in citrus producing country are important. It's reported that orange skin has a phenolic compounds which play a role in natural defense mechanism. Also various compounds of phenolic and antioxidant have a major role in fruit tolerance to stressful condition suh as cold and drought. Metabolites found in citrus fruits have antioxidant properties and it's very useful in pharmaceutical, food and cosmetics industries. Oranges, like other citrus fruits, are an excellent source of vitamin C; Vitamin C is a powerful natural antioxidant. Consumption of foods rich in vitamin C helps the body develop resistance against infectious agents and scavenge harmful, pro-inflammatory free radicals from the blood. Various factors such as rootstock type can effect on quality and quantity of citrus fruits. Also, the usage of rootstock causes the change in plant characteristics such as flowering time, ripening time, fruit quality and antioxidant characters of the fruits. Other factors except the rootstock such as scion, geographical and climate factors are effective on producing secondary metabolites. Also active substances or secondary metabolites are producing by the conduction of genetic processes, but their production are being effected by other factors obviously. The aim of this study is to investigating the biochemical changes grafted tree fruit that affected by rootstock with study the correlation between grafted tree and rootstock changes.

Materials and Methods: This study was done to compare the amount of total phenol, total flavonoids and antioxidant features of fruit flesh and skin with investigating the effect of cultivar and rootstock on these parameters based on completely randomized factorial design with three replications. For this purpose total phenol, total flavonoid and antioxidant activity in two citrus cultivar (morro and mars) that grafted on four rootstock (yuzu, citrumelo, sour orange and shel mahalleh) with seedling rootstocks fruit were studied in fruit skin and flesh. Fruits were harvested in the middle of December according to their total soluble solid materials (TSS) which was 10 and then transferred to the researching laboratory in Gorgan Agricultural Science and Natural Resources University. Antioxidant properties using DPPH method in 517 nm wavelength, total amount of phenol using folin siocalteu method in 765 nm wavelength and the total amount of flavonoid were done using the aluminum chloride method in 415 nm wavelength and they were measured using spectrophotometer.

Results and Discussion: the result showed that the two factors consisting rootstock and scion have significant effect on the amount of total phenol, total flavonoid and antioxidant properties of extracts of citrus skin and flesh. The greatest amount of phenolic compounds was produced in the skin of morro cultivar that grafted on shel mahalleh rootstock and the lowest amount was observed in the flesh of yuzu seedling rootstock. Total flavonoid was affected by fruit tissue, cultivar and rootstock. The maximum amount of that was seen in the skin of morro and mars cultivar that was grafted on yuzu rootstock and the minimum amount was recorded in the flesh of morro cultivar that grafted on sour orange rootstock. Also the highest antioxidant activity was produced in skin of citrumelo seedling rootstock and the lowest amount was seen in flesh of yuzu seedling rootstock. The investigation on citrus rootstock showed that, antioxidant activity, total phenol and total flavonoid had

1 ,2- M.Sc Student and Assistant Professor, Department of Horticulture Science, Faculty of Plant Production, Gorgan Agricultural Science and Natural Resources
(*- Corresponding Author Email: nastaran_hemmati@yahoo.com)
3- Assistant Professor, Horticultural Science Research Institute, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar
4- Assistant Professor, Department of Chemistry, Golestan University

significant effect in different rootstock and cultivar fruit. These compounds were affected by climatic condition. Because the light is effective in biosynthesis of phenolic compounds, in fact, these substances have a protective role against the light, especially short wavelengths. Therefore their more accumulation is in skin. The results of this experiment and also the results of the other researcher show that the rootstock effect is related to the quality of grafted species with the species, rootstock type and their interaction.

Conclusion: Based on these experiments, there was significant difference between antioxidant compounds of grafted tree fruit with rootstock fruit but there wasn't a clear relationship between them. It seems this difference was due to combination and physiological characteristic of each fruit. It seems that the accumulation of chemicals in citrus fruit superior than every factors depends on genetic characteristics and inherent abilities. So that some factors specially rootstock has an important and determinant role in accumulation of these substances.

Keywords: Antioxidant, Citrus, Grafted tree, Secondary metabolites

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 38
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۳۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effects of Phosphorus Solubilizing Bacteria and Nitrogen on the Qualitative and Quantitative Properties of Tuberose (*Polianthes tuberosa*)

T. Taher[1]- A. Golchin[2]- S. Shafiei[3*]

Received: 04-05-2014
Accepted: 05-01-2015

Introduction: In Iran, tuberose is ranked the forth after gladiolus, rose and carnation. These flowers are known as high quality products among which maximum exportation belongs to tuberose and gladiolus. In plant cultivation and development, adequate provision of nutrients is of crucial importance. Tuberose needs plenty of nutrients to obtain the desirable quality and flowering. Hence, tuberose balanced nutrition can play an important role in increasing the yield and quality of its flowers. Nitrogen is a deciding factor for the plant growth and physiology. This nutritional element contributes to the formation of amino acids, proteins, nucleic acids and other cellular components that are required for the construction of new cells. Bio fertilizers containing phosphate solubilizing bacteria (bacillus and pseudomonas) have microorganisms which are beneficial to the soil; these bacteria are conducive to the production of biological materials and as a consequence to plant development. According to a report by Rawia Eid et al., (2009) the application of phosphate solubilizing bacteria increased the growth rate of matthiola cut flower and improved its quality. In another study on soybean, it was observed that the application of phosphate solubilizing bacteria led to a rise in the plant dry matter content. Considering the contributory role of nitrogen and phosphorous in increasing the yield and quality of ornamental plants, the aim of this research was to examine the impact of different nitrogen levels and phosphate solubilizing bacteria on the yield and qualitative properties of tuberose cut flower.

Materials and Methods: This research was carried out in a greenhouse in the city of Zanjan in Iran in 2011 through a factorial-form experiment based on a randomized complete block design with three replications and twelve treatments performed on tuberose double cultivar. The treatments included bio fertilizer containing phosphate solubilizing bacteria at three levels (0, 5 and 10 kg ha^{-1}) and nitrogen at four levels (0, 50, 100 and 200 kg ha^{-1}) taken from urea source. Before cultivation, the bulbs, which were supposed to be inoculated with the mentioned bacteria, were placed in dense suspension ($4gL^{-1}$) containing phosphate solubilizing bacteria for some minutes. After germination of the bulbs and formation of the actual leaves, the first stage of nitrogen consumption was performed during the growing season. The second stage of N consumption began 20 days after the first stage. At the end of the experiment, such parameters as flower vase life, Leaf area per plant, percentage of simultaneous opening of the florets, relative water content percentage, leaf chlorophyll index, plant biomass, dry matter percentage and leaf nitrogen and phosphorous percentages were measured. For means comparison, data variance analysis was carried out by SAS software and Duncan's multiple-range test.

Results and Discussion: According to data variance analysis, different levels of nitrogen had a significant impact on all properties except for flower vase life and leaf P percentage at the probability level of 1%. Also, phosphate solubilizing bacteria left a significant effect on all properties except for flower vase life and leaf N and P percentages at p=1%. The interactive effect of nitrogen and the bacteria on such traits as percentage of simultaneous opening of the florets, flower vase life, dry matter percentage and plant biomass was significant at p=1%. Also, with rise in N levels and in bio fertilizer containing phosphate solubilizing bacteria, there occurred an increase in leaf area, relative water percentage, leaf chlorophyll index, leaf N percentage, dry matter content and plant biomass as well. The results showed that a rise in the application of nitrogen up to 200 kg ha^{-1} led to an increase in leaf area in bush, relative water percentage, leaf chlorophyll index, leaf N and P percentages, biomass per plant and the percentage of bulb dry matter as well. In contrast, it led to a decline in flower vase life, percentage of simultaneous opening of the florets and leaf P percentage. Maximum values for these properties were obtained when nitrogen was consumed at the level of 50 kg ha-1. The treatment of bio fertilizer containing phosphate solubilizing bacteria at the level of 10 kg ha^{-1} resulted in an increase in leaf area, relative water percentage, leaf chlorophyll index, leaf P percentage, plant biomass in bush and plant dry matter percentage.

1- M. Sc. Student of Horticultural Science Department, College of Agriculture, Islamic Azad University (Abhar branch)
2- Professor of Soil Science Department, College of Agriculture, University of Zanjan
3- Assistant Professor of Soil Science Department, College of Agriculture, University of Jiroft
(*-Corresponding Author Email: Saeid55@gmail.com)

According to the results from this work, a consumption of 200 kg ha^{-1} nitrogen accompanied by 10 kg ha^{-1} bio fertilizer containing phosphate solubilizing bacteria is recommended.

In their study on matthiola cut flower, Rawia Eid et al., (2009) showed that a rise in nitrogen level caused a reduction in the percentage of simultaneous opening of the florets, which is in accordance with our results. After examining the effects of N and P levels on tuberose single cultivar, Patel et al., (2006) reported that an application of 200 kg ha^{-1} P_2O_5 fertilizer and 400 kg ha^{-1} nitrogen resulted in a maximum production of plant biomass. The presence of nitrogen and phosphate solubilizing bacteria in bio fertilizers is crucial for the production of a desirable biomass and for the attainment of maximum economic yield. Sirvastava et al., (2005) conducted a research on the impact of phosphate solubilizing bacteria on gladiolus cut flower and showed that high concentration levels of the bacteria reduced the percentage of simultaneous opening of the florets.

Keywords: Nitrogen, Phosphorus solubilizing bacteria, Tuberose (*Polianthes tuberosa*)

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 40
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۴۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Organic Manure Mixture on growth and yield of Radish (*Raphanus sativus* L.)

M. Etesami[1*]- F. Tajpour[2]- M. Khosravi[3]- A. Biabani[4]

Received: 02-04-2014
Accepted: 26-11-2014

Introduction: Today, production of organic farming and gardening is rising. The use of organic fertilizers such as animal manure has a long history. In recent years, the use of fertilizers and manure for providing the nutritional needs of plants, improve soil physical and chemical structure and reduce the environmental issues have been observed. Animal manures can increase soil organic matter and nutrients, improve soil structure and water-holding capacity which in turn increase the quality and quantity of the product to follow. Manure is a valuable source of biological, ecological and environmental benefits is positive and its main use is for agricultural use. Radish is an important root vegetable that belongs to the cruciferous (Brassicaceae). Value radish on high levels of dietary is related to soluble fiber and antioxidants. Radish is a native plant to Asia, China and Europe. The oral part of the botanical garden radish is important and that kind of traditional varieties have long hypocotyls include root and hypocotyls made. The purpose of this test is to evaluate the different mixture amount of animal fertilizers on the growth and yield of radish plants and compare them to each other.

Materials and Methods: In order to study of different manure effect on radish growth and yield, an experiment carried out in 2012-2013 in the greenhouse of Gonbad- Kavos University with geographical characteristics 37.16 degrees north, 55.12 ° east and with a height of 45 meters above sea level in a completely randomized design with four replications. Soil and fertilizers used to this experiment were made of the soil and livestock of Gonbad- Kavos University. Soil texture was Clay loam and pH was 7.7 obtained from soil analysis. To obtain the required levels of fertilizer treatments (25, 50, 75, 100), a measure was considered as the basis of each treatment on the basis of the ratio were calculated. The treatments included control (soil), 25 percent cow manure+ 75 percent soil, 50 percent cow manure + 50 percent soil, 75 percent cow manure + 25 percent soil, 100 percent cow manure, 25 percent sheep manure+ 75 percent soil, 50 percent sheep manure + 50 percent soil, 75 percent sheep manure + 25 percent soil, 100 percent sheep manure, 25 percent poultry manure+ 75 percent soil, 50 percent poultry manure + 50 percent soil, 75 percent poultry manure + 25 percent soil, 100 percent poultry manure. Plant height, leaf length, tuber length, tuber diagonal, tuber weight, leaf weight, leaves dry weight and hollow bulb grade were studied. The experiment was conducted under weed control, lack of water restriction and control pests and diseases. To achieve maximum plant growth, we harvested on 2th April 2013 and plant height, leaf length, bulb length, diameter of the bulb, wet bulb, wet leaves and leaf dry weight was measured. After traits recorded, leaves isolated and dried in in oven at 72 degrees for 24 hours and dry matter content was determined. Statistical analysis and data analysis was performed with SAS and Excel computer programs were used to mean comparing with the LSD test at the level of 5 percent.

Results and Discussion: Variance analysis results showed that measured traits affect by manure using significantly ($P<0.01$). Among the treatments, 100 percent cow manure had the most effect on tuber weight, leaf dry weight, leaf length growth, tuber length and diagonal and the least amounts linked to 50 percent poultry manure. The optimum of quantify yield and low hollow bulb grade of tuber gained at 100 percent cow manure. 50 percent of poultry manure treatment with the average tuber weight was less than1.83 gr. The treatment poultry manure with a high nitrogen content by several ways effects on soil physical characteristics that include an increase in soil temperature, water absorption rate of several times, its weight, helping to form aggregates and nutritional effects that can increase the performance of treatment, rather than 25 percent of poultry manure to the property. Tuber weight of tuber is an important factor in increasing yield of radish that increases it by increasing the amount of tuber weight. The results of this study showed that the application of fertilizers and amount of fertilizers and animal manure, traits showed significant difference compared to the control treatment. Between treatments, the treatment 100 percent cow manure and poultry manure (25 percent) had the greatest impact. To obtain the best yield with best quality (less tuber hollow degree) among the treatment 100 percent cow manure was the best.

Keywords: Organic manure, Quantities traits, Qualities' traits, Radish

1- PhD Student of Crop Physiology, Gonbad Kavous University
(*- Corresponding Author Email: ml_etesami@yahoo.com)
2,3,4- B.Sc Students and Associate Professor of Plant Production Department, Gonbad Kavous University, Respectively

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 41
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۴۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

The Effects of Organic Fertilizers and Mycorrhizae Inoculation (*Glomus mosseae* and *G. intraradices*) on Quantitative and Qualitative Yield of Dwarf Chicory (*Cichorium pumilum* Jacq.) in Different Cuttings

R. Naghibi[1]- P. Rezvani Moghaddam[2*]- A. Balandari[3]- R. Ghrbani[4]

Received: 25-06-2014
Accepted: 05-01-2015

Introduction: In recent years many farmers in Iran interested in to cultivate and produce different medicinal plants which are so important in traditional agriculture in Iran. In order to reduce the environmental impacts of using chemical inputs and also to increase the quality of plant secondary metabolite components, the emphasis is on sustainable agriculture base on using of organic and biological fertilizer. Dwarf chicory (*Cichorium pumilum* Jacq.) is an annual plant from Asteraceae family. Dwarf chicory is classified by jacq as subspecies of the cultivated species Cichorium endeva which consumed for healing a variety of diseases such as bacterial infection, poisoning and rheumatism. The use of organic fertilizer in the form of humic acid and fulvic acid play an important role in sustainable agriculture. Humic substances can be added to the soil for improvement the crop yield. A benefit of humic acid due to its ability to complex metal ions and form aqueous complexes with micronutrients and also may form an enzymatically active complex, which can be carry on reactions that are usually assigned to the metabolic activity of living microorganisms. In additional of using organic fertilizers, the biological fertilizer like mycorrhiza fungi is a good approach in agriculture. Mycorrhizal fungi have been used to enhance the plant growth and yield of medicinal crops and to help maintain good soil health and fertility that contributes to a greater extent to a sustainable yield and good quality of the products. The present study was conducted to evaluate the effects of organic fertilizers and mycorrhizae inoculation on quantitative and qualitative characteristics of dwarf chicory (*Cichorium pumilum* Jacq.) in different cuttings.

Materials and Methods: The experiment was carried out in a factorial layout based on randomized complete block design with three replications at Research Station, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (59°28 E and 36°15 N) in 2012-2013 growing season. The experimental treatments were all combination of organic fertilizers in four levels (cow manure, humic acid, fulvic acid and control) and three levels of Mycorrhiza inoculation (*Glomus mosseae*, *Glomus intraradices* and no inoculation) and The collected data were analyzed as split- plot in time based on randomized complete block design (due to having two cuttings during growing season) compared. The 12 fertilizer treatments and two cuts were considered as main and sub plots, respectively. The plots were 2.5*5 m (12.5 m^2). The soil of the experimental field was silty loam with pH 8.09, contains total N (0.08 %), available P (10.25 ppm), and available K (286 ppm) with an EC of 1.26 dsm−1. The parameters measured were such as: leaf weight per plant, stem weight per plant, leaf/stem ratio, the leaf area index, fresh yield, dry matter yield and the poly phenol content. The poly phenol content was determined based on Wojdylo et al. (2007) method. The results were analyzed using SAS statistical program and MSTAT-C. The mean comparisons were performed using least significant difference (LSD) test.

Results and Discussion: The results showed that the highest (4544 $kg.ha^{-1}$) and the lowest dry matter (1739 $kg.ha^{-1}$) yield were obtained in second and first cut, respectively. The results indicated that inoculation with mycorrhizal species increased the leaf area index, dry matter yield and leaf weight per plant compared with control treatment. However, there was no significant difference between G. mosseae and G. intraradices in terms of former mentioned criteria. The results showed that using organic fertilizers improved leaf area index, dry matter yield and leaf weight per plant. The highest dry matter yield (3470 kg/ha), leaf area index (1.01), stem weight per plant (11.50 g) and leaf weight per plant (0.72 g) were obtained in humic acid treatment. Studied treatments and also different cutting had no significant effect on poly phenols contents of leaves. In generally, our results showed that application of biological and organic fertilizers improved the most of studied traits of dwarf chicory and *G.mosseae* + humic acid treatment was the best.

Conclusion: In this paper we have shown that yield contributing characters were significantly influenced by

1, 2, 4- M.Sc. Student and Professors, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively
(*-Corresponding Author Email: rezvani@um.ac.ir)
3- Assistant Professor of Research Institute for Food Science

different treatment combinations of humic acid and mycorrhizal fungi and became maximum when humic acid and *Glomus mossae* were applied. In order to minimize contamination of the environment and sustainable agriculture, using biological and organic fertilizers can lead to reduction of chemical fertilizers application in agro ecosystems.

Keywords: Cutting period, Fresh yield, Humic acid, Medicine plant

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 43
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۴۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Study on the Effect of Combined Application of Manure and Chemical Fertilizers on Some Properties of Thompson Novel Orange Juice

S. Shahsavani[1]-M. Mahmmodi[2] - S. Garanjeic [3]- S. Gran Malik[4]

Received: 21-01-2015
Accepted: 08-06-2015

Introduction: Citrus are one of the important orchard fruit production that after banana is second in production at the world level and every year, Chemical fertilizers having most important role in increasing crops productions, but in long application of fertilizers cause soil destructions and polluting underground water. Also soils of dry regions are very poor in organic matter level. Nowadays in most countries, climatically condition and poor management cause poor organic matter content of soils. In Iran more than 60 percent of cultivated lands having less than 0.5 up to 1 percent organic matter. This may be due to intensive cultivation and poor managements For this reason if we have combine applications of manure and chemical fertilizers, the results would be much better. The aim of this research was to evaluate suitable ratio of manure and chemical fertilizer in order to reduce the chemical fertilizer use in citrus orchard in north of Iran.

Materials and Methods: This experiment was conducted in one of the orchard at Sari district with low organic C. This research carried out on five years old citrus threes. This experiment carried out as factorial experiment on the base of complete randomized block design with 9 treatments and three replications. Treatments included three manure levels (0, 6 and 12 kg per tree) and three levels of macro fertilizer including potassium sulphate, ammonium sulphate and super phosphate triple (o, 30 and 60 percent on the bases of soil test). Total treatment were 27 plots, (each plots were includes two threes).all treatments were applied at March. All analysis was done with standard methods. This experiment was done as factorial on the bases of complete randomized block design with 9 treatments and three replications. The treatments were as follows:

T_1: Zero percent chemical fertilizer and zero kg manure

T_2: 30 percent chemical fertilizer (potassium sulphate 50 kgha^{-1}, ammonium sulphate 30 kg ha^{-1} and super phosphate triple 45 kg ha^{-1}) and zero kg manure.

T_3: 60 percent chemical fertilizer (potassium sulphate 100 kgha^{-1}, ammonium sulphate 60 kg ha^{-1} and super phosphate triple 90 kg ha^{-1}) and zero kg manure.

T_4: Zero percent chemical fertilizer and 6 kg manure

T_5: 30 percent chemical fertilizer (potassium sulphate 50 kgha^{-1}, ammonium sulphate 30 kg ha^{-1} and super phosphate triple 45 kg ha^{-1}) and 6 kg manure.

T_6: 60 percent chemical fertilizer (potassium sulphate 100 kgha^{-1}, ammonium sulphate 60 kg ha^{-1} and super phosphate triple 90 kg ha^{-1}) and 6 kg manure.

T_7: Zero percent chemical fertilizer and 12 kg manure

T_8: 30 percent chemical fertilizer (potassium sulphate 50 kgha^{-1}, ammonium sulphate 30 kg ha^{-1} and super phosphate triple 45 kg ha^{-1}) and 12 kg manure.

T_9: 60 percent chemical fertilizer (potassium sulphate 100 kgha^{-1}, ammonium sulphate 60 kg ha^{-1} and super phosphate triple 90 kg ha^{-1}) and 12 kg manure.

All data analysis was done with MSTATC software and mean data comparison done with Duncan test levels at 1 or 5 percent levels.

Results and Discussion: The results of analysis of variance showed that simple effect of manure and fertilizers and their interactions had no significant effect on TSS, but simple effect of fertilizer and their interactions between them had significant effect. The simple effect of chemical fertilizer and its interaction with manure were significant at 1 percent level on titration able pH of fruit juice and the simple effect of manure effect on fruit juice pH were significant at 5 percent level. The simple chemical fertilizer effect on C vitamin was not significant but simple effect of manure and its interaction effect with chemical fertilizer were significant at 5 percent level. The analysis of variance showed that simple effect of chemical fertilizer on fruit juice potassium were not significant, but simple effect of manure and its interaction with chemical fertilizer were significant at 5 percent level. Analysis of variance showed that simple effect of manure and fertilizer on the fruit juice calcium

1,3, 4- Assistant Professors and M.Sc. Student, Faculty of Agriculture, Shahrood University, Respectively
(*- Corresponding Author Email: shahsavani2001@yahoo.com)
2-Faculty member of Sari Research Center

was significant at 1 percent level but their interactions were significant at 5 percent level. Simple effect of manure and fertilizer and their interactions on the fruit magnesium, iron manganese, zinc and copper were significant at 1 percent level. Analysis of variance showed that simple effect of manure and fertilizer and their interactions on the fruit juice magnesium, manganese, iron and copper was significant at 1 percent level, but simple effect of manure on fruit juice zinc were significant at 5 percent level.

Conclusion: In this study the treatment with combined application of 30 percent and 12 kg manure had highest Ca, Mg , Fe, Mn and zinc concentration in fruit, also combined application of 60 percent fertilizer and 12 kg manure had effect on pH and potassium of fruit juice.

Keywords: Chemical fertilizer, Citrus, Fruit quality manure

Contents

Micropropagation of Jujube (*Ziziphus jujuba*) 17
A. Khazaei- N. Moshtaghi- S. Malekzadeh Shafaroudi - K. Ghous

Effect of Sodium Chloride Concentrations and Its Foliar Application Time on Quantitative and Qualitative Characteristics of Pomegranate Fruit (*Punica granatum* L.) CV. "Malas Saveh" 18
V. Rouhi - A. Nikbakht- S. Houshmand

Effect of Seed Priming Treatments on Germination Traits of Two Mustard Cultivars (*Brassica compestris* var. parkland and Goldrash) 20
M. Goldani -S. Mazroi

Effect of IBA and Medium on Rooting of Two New Selected Peach × Almond Hybrids Cuttings 22
Gh. Davarynejad-A. A. Shokouhian-A. Tehranifar

Effect of Organic and Biological Fertilizers on Growth and Yield of Tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and Bacterial Colonization 23
H. Makarian -H. Shahgholi

Effect of Postharvest Oxalic Acid and Calcium Chloride on Quality Attributes of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) 25
M. Safa- J. Hajilou- R. Nagshiband Hasani- M. Ganbari Najar

Study of the Biochemical Responses and Enzymatic Activity of GF (Peach and Almond Hybrid) Rootstock to In Vitro Salinity Stress 26
M. Mashayekhi- M.E. Amiri - F. Habibi

Effects of Different Sources of Nutrition on Quantitative and Qualitative Characteristics of *Lycopersicon esculentum* under Ecological Cropping System 28
M.B. Amiri- A. Koocheki- M. Nasiri Mahallati- M. Jahan

The Effect of Green Pruning on the Yield and Fruit Quality of the Crawling Grape Vines Cultivar Keshmeshy in the Climatic Conditions of Shirvan 29
F. Sadeghian- E. Seifi- A. Dadar- M. Alizadeh- M. Sharifani

Evaluation of Some Agroecological Characteristics of Basil (*Ocimum basilicum* L.) as Affected by Simultaneous Application of Water-Saving Superabsorbent Hydrogel in Soil and Foliar Application of Humic Acid under Different Irrigation Intervals in a Low Input Cropping System 30
M. Jahan- Sh. Ghalenoee- A. Khamooshi- M.B. Amiri

Effect of Salinity Stress on Concentrations of Nutrition Elements in Almond (*Prunus Dulcis*) 'Shokofeh', 'Sahand' Cultivars and Genotype Budded on GF Rootstock 32
A. Momenpour-A. Imani- D. Bakhshi- H. Rezaie

Effect of Salinity on Seed Germination and Seedling Growth of Native Populations of Tall Fescue in Iran 34
A. Mousavi Bazaz- A. Tehranifar- M. Kafi- A. Gazanchian- M. Shoor

The Role of Rootstock in Antioxidant Activity of Citrus Fruit: Comparison of Antioxidant Activity of The Fruits of Two Commercial Citrus Varieties With The Fruits of Four Different Rootstocks 36
N. Hemmati - A. Ghasemnezhad - J. Fattahi Moghadam –P. Ebrahimi

Effects of Phosphorus Solubilizing Bacteria and Nitrogen on the Qualitative and Quantitative Properties of Tuberose (*Polianthes tuberosa*) 38
T. Taher- A. Golchin- S. Shafiei

Effect of Organic Manure Mixture on growth and yield of Radish (*Raphanus Sativus* L) 40
M. Etesami - F. Tajpour - M. Khosravi- A. Biabani

The Effects of Organic Fertilizers and Mycorrhizae Inoculation (*Glomus mosseae* and *G. intraradices*) on Quantitative and Qualitative Yield of Dwarf Chicory (*Cichorium pumilum* Jacq.) in Different Cuttings 42
R. Naghibi - P. Rezvani Moghaddam- A. Balandari- R. Ghrbani

Study on the Effect of Combined Application of Manure and Chemical Fertilizers on Some Properties of Thompson Novel Orange Juice 44
S. Shahsavani -M. Mahmmodi - S. Gharanjeic - S. Gran Malik

HORTICULTURAL SCIENCES

(AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY)

Vol. 29 No. 2 Summer 2015

Published by: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

Editor in charge: Valizadeh,R.(Ruminant Nutrition) Prof. Ferdowsi University of Mashhad.

General Chief Editor: Davarynejad, GH. (Horticultural Sciences) Asso. Prof. Ferdowsi University of Mashhad.

Editorial Board:

Tehranifar,A.	Horticultural Sciences	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Khosh khui Zehtab, M.	Horticultural Sciences	Prof. Shiraz University.
Davarynejad, GH.	Horticultural Sciences	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Rezvani Moghaddam, P.	Agroecology	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Talaie, A.	Pomologist	Prof. Tehran University.
Azizi, M.	Medicinal Plants	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Ebadi,A.	Horticultural Sciences	Prof .Tehran University.
Farsi, M.	Plant Breeding and Genetics	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Kafi, M.	Floriculture and landscaping	Prof .Tehran University.
Lahouti, M.	Biology	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Mobli,M.	Horticultural Sciences	Prof. Isfahan University of Technology.

Publisher: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

Printed by: Ferdowsi University of Mashhad, press.

Address: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

P.O.BOX: 91775- 1163

Tel: +98-0511- 8795620

Fax: +98-0511- 8787430

E-Mail: Jhorts4@um.ac.ir

Web Site: http://jm.um.ac.ir

Ferdowsi University of Mashhad

Vol. 29 No. 2

2015

Journal of Horticultural Science

(Agricultural Science and Technology)

ISSN:2008-4730

Contents

Micropropagation of Jujube (*Ziziphus jujuba*)..... 17
A. Khazaei- N. Moshtaghi- S. Malekzadeh Shafaroudi - K. Ghous

Effect of Sodium Chloride Concentrations and Its Foliar Application Time on Quantitative and Qualitative Characteristics of Pomegranate Fruit (*Punica granatum* L.) CV. "Malas Saveh" 18
V. Rouhi - A. Nikbakht- S. Houshmand

Effect of Seed Priming Treatments on Germination Traits of Two Mustard Cultivars (*Brassica compestris* var. parkland and Goldrash) 20
M. Goldani -S. Mazroi

Effect of IBA and Medium on Rooting of Two New Selected Peach × Almond Hybrids Cuttings..... 22
Gh. Davarynejad-A. A. Shokouhian-A. Tehranifar

Effect of Organic and Biological Fertilizers on Growth and Yield of Tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and Bacterial Colonization 23
H. Makarian -H. Shahgholi

Effect of Postharvest Oxalic Acid and Calcium Chloride on Quality Attributes of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) 25
M. Safa- J. Hajilou- R. Nagshiband Hasani- M. Ganbari Najar

Study of the Biochemical Responses and Enzymatic Activity of GF (Peach and Almond Hybrid) Rootstock to In Vitro Salinity Stress..... 26
M. Mashayekhi- M.E. Amiri - F. Habibi

Effects of Different Sources of Nutrition on Quantitative and Qualitative Characteristics of *Lycopersicon esculentum* under Ecological Cropping System 28
M.B. Amiri- A. Koocheki- M. Nasiri Mahallati- M. Jahan

The Effect of Green Pruning on the Yield and Fruit Quality of the Crawling Grape Vines Cultivar Keshmeshy in the Climatic Conditions of Shirvan..... 29
F. Sadeghian- E. Seifi- A. Dadar- M. Alizadeh- M. Sharifani

Evaluation of Some Agroecological Characteristics of Basil (*Ocimum basilicum* L.) as Affected by Simultaneous Application of Water-Saving Superabsorbent Hydrogel in Soil and Foliar Application of Humic Acid under Different Irrigation Intervals in a Low Input Cropping System 30
M. Jahan- Sh. Ghalenoee- A. Khamooshi- M.B. Amiri

Effect of Salinity Stress on Concentrations of Nutrition Elements in Almond (*Prunus Dulcis*) 'Shokofeh', 'Sahand' Cultivars and Genotype Budded on GF Rootstock 32
A. Momenpour-A. Imani- D. Bakhshi- H. Rezaie

Effect of Salinity on Seed Germination and Seedling Growth of Native Populations of Tall Fescue in Iran..... 34
A. Mousavi Bazaz- A. Tehranifar- M. Kafi- A. Gazanchian- M. Shoor

The Role of Rootstock in Antioxidant Activity of Citrus Fruit: Comparison of Antioxidant Activity of The Fruits of Two Commercial Citrus Varieties With The Fruits of Four Different Rootstocks 36
N. Hemmati - A. Ghasemnezhad - J. Fattahi Moghadam –P. Ebrahimi

Effects of Phosphorus Solubilizing Bacteria and Nitrogen on the Qualitative and Quantitative Properties of Tuberose (*Polianthes tuberosa*) 38
T. Taher- A. Golchin- S. Shafiei

Continue Content in Cover