نشریه علمی - پژوهشی
علـوم باغبـانی
(علوم و صنایع کشاورزی)

دانشگاه فردوسی مشهد

جلد ۲۹ شماره ۱
سال ۱۳۹۴

شاپا: ۴۷۳۰-۲۰۰۸

عنوان مقالات

بررسی اثر تاریخ کاشت بر دو اکوتیپ رازیانه (*Foeniculum vulgar* L.) در شرایط آب و هوائی مشهد ۱
الهام عزیزی- آسیه سیاهمرگویی- احمد نظامی- علی اصغر محمدآبادی- رضا سهیلی

بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و انواع مالچ بر خصوصیات رویشی و میزان اسانس نعنا فلفلی (*Mentha piperita*) ۱۱
مجید عزیزی- سهیلا شهریاری- حسین آرویی- حسین انصاری

مقایسه صفات کمی و کیفی چهار رقم نارنگی تجاری (*Citrus reticualta* Blanco) روی پایه فلائینگ‌دراگون (*Poncirus trifoliata* var. monstrosa) ۲۲
ابراهیم عابدی قشلاقی- رضا فیفایی- داود جوادی مجدد

اثر مقدار یون‌های فلزی در بافت گلبرگ بر ظهور رنگ نهائی گل‌های ژربرا ۳۰
عبداله حاتم زاده- راضیه اکبری- ریحانه سربری- داود بخشی

تاثیر کودهای ریزمغذی آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آنیسون ۳۷
شیرین ناطقی- علیرضا پیرزاد- رضا درویش زاده

تأثیر تیمارهای مختلف کودی برخصوصیات کمّی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata*) ۴۷
قربانعلی اسدی - علی مومن- مینا نورزاده نامقی - سرور خرم دل

بررسی اثر ترکیبات ضدتعرق طبیعی بر برخی از صفات فیزیولوژیکی و بیولوژیکی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum*)تحت شرایط تنش خشکی ۴۷
روح اله عامری- مجید عزیزی- علی تهرانی‌فر- وحید روشن سروستانی

تأثیر هورمون‌های رشد بر باززایی درون شیشه‌ای زنبق مردابی (*Iris pseudacorus*) ۶۸
اسماعیل چمنی- مبینا طاهری

ارزیابی تأثیر روش ضدعفونی ونوع بسته‌بندی برشاخص‌های کیفی رطب رقم برحی (*Phoenix dactylifera* cv. Barhee) ۷۹
فاطمه روشنی- سیدمحمدحسن مرتضوی- احمد مستعان- ناجی صیاحی

کلروفیل، قند محلول و وزن خشک گل بابونه آلمانی در واکنش به متی‌جاسمونات درشرایط تنش شوری ۸۷
فاطمه سلیمی- فرید شکاری- جواد حمزه‌ئی

اثر محلول پاشی عناصر ریز مغذی آهن، روی و منگنز بر عملکرد، اجزای عملکرد و روغن دانه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) ۹۵
اسماعیل رضائی چیانه- سعید زهتاب سلماسی- علیرضا پیرزاد - امیر رحیمی

بررسی تغییرات آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز و پروتئین کل در پاسخ به تنش سرما در برخی ارقام انگور ۱۰۳
مریم کریمی علویجه- علی عبادی- سید امیر موسوی- سید علیرضا سلامی

تاثیر BAP و TIBA بر روی پرآوری شاخساره در کشت درون شیشه ای رز رقم فول هاوس ۱۱۱
سمیه حاجیان- سعداله علیزاده اجیرلو- فریبرز زارع نهندی

تاثیر کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد پروتئین‌خام، روغن و اسیدهای چرب سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) ۱۱۹
پرویز رضوانی‌مقدم - سید محمد سیدی

ادامه جدول داخل جلد

نشریه علمی - پژوهشی علوم باغبانی جلد ۲۹ شماره ۱ سال ۱۳۹۴
Journal of Horticultural Science Vol. 29 No. 1 2015

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 شماره۱ بهار۱۳۹۴

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

بررسی اثر تاریخ کاشت بر دو اکوتیپ رازیانه (*Foeniculum vulgar* L.) در شرایط آب و هوائی مشهد ۱
الهام عزیزی- آسیه سیاهمرگویی- احمد نظامی- علی اصغر محمدآبادی- رضا سهیلی

بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و انواع مالچ بر خصوصیات رویشی و میزان اسانس نعنا فلفلی (*Mentha piperita*) ۱۱
مجید عزیزی- سهیلا شهریاری- حسین آرویی- حسین انصاری

مقایسه صفات کمی و کیفی چهار رقم نارنگی تجاری (*Citrus reticualta* Blanco) روی پایه فلائینگ‌دراگون (*Poncirus trifoliata* var. monstrosa) ۲۲
ابراهیم عابدی قشلاقی- رضا فیفایی- داود جوادی مجدد

اثر مقدار یون‌های فلزی در بافت گلبرگ بر ظهور رنگ نهائی گل‌های ژربرا ۳۰
عبداله حاتم زاده- راضیه اکبری- ریحانه سریری- داود بخشی

تاثیر کودهای ریزمغذی آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آنیسون ۳۷
شیرین ناطقی- علیرضا پیرزاد- رضا درویش زاده

تأثیر تیمارهای مختلف کودی برخصوصیات کمّی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata*) ۴۷
قربانعلی اسدی - علی مومن- مینا نورزاده نامقی - سرور خرم دل

بررسی اثر ترکیبات ضدتعرق طبیعی بر برخی از صفات فیزیولوژیکی و بیولوژیکی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum*)تحت شرایط تنش خشکی ۵۵
روح اله عامری- مجید عزیزی- علی تهرانی‌فر- وحید روشن سروستانی

تأثیر هورمون‌های رشد بر باززایی درون شیشه‌ای زنبق مردابی (*Iris pseudacorus*) ۶۸
اسماعیل چمنی- مبینا طاهری

ارزیابی تأثیر روش ضدعفونی ونوع بسته‌بندی برشاخص‌های کیفی رطب رقم برحی (*Phoenix dactylifera* cv. Barhee) ۷۹
فاطمه روشنی- سیدمحمدحسن مرتضوی- احمد مستعان- ناجی صیاحی

کلروفیل، قند محلول و وزن خشک گل بابونه آلمانی در واکنش به متی‌جاسمونات درشرایط تنش شوری ۸۷
فاطمه سلیمی- فرید شکاری- جواد حمزه‌ئی

اثر محلول پاشی عناصر ریز مغذی آهن، روی و منگنز بر عملکرد، اجزای عملکرد و روغن دانه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) ۹۵
اسماعیل رضائی چیانه- سعید زهتاب سلماسی- علیرضا پیرزاد - امیر رحیمی

بررسی تغییرات آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز و پروتئین کل در پاسخ به تنش سرما در برخی ارقام انگور ۱۰۳
مریم کریمی علویجه- علی عبادی- سید امیر موسوی- سید علیرضا سلامی

تاثیر BAP و TIBA بر روی پرآوری شاخساره در کشت درون شیشه ای رز رقم فول هاوس ۱۱۱
سمیه حاجیان- سعداله علیزاده اجیرلو- فریبرز زارع نهندی

تاثیر کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد پروتئین‌خام، روغن و اسیدهای چرب سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) ۱۱۹
پرویز رضوانی‌مقدم - سید محمد سیدی

بررسی تغییرات بیوشیمیایی ایجاد شده در اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و تیامین بر گل ژربرا رقم پینک الگانس (*Gerbera jamesonii* L., cv. Pink Elegance) ۱۲۷
میثم منصوری - محمود شور - علی تهرانی فر - یحیی سلاح ورزی

ارزیابی محتوای نسبی ژنوم و پاسخ به خشکی در دانهال های فستوکای بلند جمع آوری شده در ایران ۱۳۴
ایمان روح اللهی- محسن کافی- نیر اعظم خوش خلق سیما- عبدالمجید لیاقت

بررسی روابط بین عملکرد بذر و برخی از صفات میوه در توده‌های کدو خورشتی ایران (*Cucurbita pepo* L.) ۱۴۲
رحیم برزگر- سعدالله هوشمند- غلامعلی پیوست

HORTICULTURAL SCIENCES

(AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY)

Vol. 29 No. 1 Spring 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

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۰-۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 1-10
ISSN: 2008 - 4730

بررسی اثر تاریخ کاشت بر دو اکوتیپ رازیانه (*Foeniculum vulgar* L.) در شرایط آب و هوائی مشهد

الهام عزیزی[1*]- آسیه سیاهمرگویی[2]- احمد نظامی[3]- علی اصغر محمدآبادی[4]- رضا سهیلی[5]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۵/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۰۶

چکیده

به‌منظور ارزیابی کشت پاییزه رازیانه در شرایط آب و هوایی مشهد، آزمایشی در سال‌های زراعی ۸۳-۱۳۸۲ و ۱۳۸۴ – ۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل دو اکوتیپ بومی رازیانه (کرمان و خراسان) و سه تاریخ کاشت (مهر، آذر و اسفند) بود. بذر گیاهان رازیانه تنها در سال زراعی ۱۳۸۳ – ۱۳۸۲ کاشته شدند و در سال زراعی بعد، گیاهان از بخش‌های باقیمانده ساقه در مجاورت سطح زمین مجدداً رشد کردند. نتایج نشان داد که در پایان سال زراعی اول، تعداد بوته باقی مانده در تاریخ کاشت اسفند تقریباً ۳ برابر کاشت اول بود. در سال زراعی دوم، تعداد بوته باقی مانده در کاشت اسفند ۶/۵ برابر کاشت مهر و ۲/۷ برابر کاشت آذر بود. در هر دو سال زراعی بین دو اکوتیپ کرمان و خراسان از نظر تعداد بوته باقیمانده در انتهای فصل رشد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در سال دوم علی‌رغم معنی‌دار نبودن اثر تاریخ کاشت و رقم بر وزن خشک و تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه در گیاهان کاشت مهر، از نظر این صفات دارای برتری نسبت به گیاهان کاشت آذر و اسفند بودند. تعداد چترهای بدون دانه در کاشت مهرماه ۳/۴ برابر گیاهان کاشت آذرماه و ۸/۸ برابر گیاهان کاشت اسفندماه بود. اثر تاریخ کاشت بر وزن دانه در بوته معنی‌دار نبود، با این وجود وزن دانه در گیاه در کاشت مهر بیشتر از کاشت آذر و اسفند بود. در سال اول آزمایش بیشترین عملکرد در تاریخ کاشت مهر (۶۸/۷ گرم در مترمربع) و کمترین آن در تاریخ کاشت اسفند (۲۰/۵ گرم در مترمربع) بدست آمد، در صورتی‌که در سال زراعی دوم بیشترین و کمترین عملکرد به ترتیب در تاریخ کاشت اسفند و مهر با ۴۵/۳ و ۱۴/۲ گرم در متر مربع حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: اکوتیپ بومی، تاریخ کاشت، درصد بقاء، عملکرد

مقدمه

رازیانه (*Foeniculum vulgare*) گیاهی داروئی است که از گذشته در کشورهایی مثل چین، هند، مصر و ایران کشت و مصرف می‌شده است. این گیاه در ایران پراکندگی وسیعی داشته و در مناطق بسیاری از جمله خراسان، مازندران، گرگان، تبریز، کرمان و ... رشد می‌کند (۸). در ایران تحقیقات متعددی در زمینه به زراعی این گیاه انجام شده است (۵، ۷، ۱۰، ۱۲ و ۱۴). یکی از مهم‌ترین عوامل مدیریت در تولید محصولات زراعی مختلف، تاریخ کاشت می‌باشد. تاریخ کاشت مطلوب هر گیاه بسته به رقم، تراکم، منطقه و شرایط محیطی متفاوت می‌باشد. تعیین تاریخ کاشت مناسب از طریق مهیا نمودن شرایط مطلوب برای رشد مثل تطابق فصل رشد با بارندگی‌های زمستانه و بهاره موجبات دستیابی به حداکثر عملکرد را فراهم می نماید (۱۶ و ۲۰). در همین راستا مطالعات نشان داده است که گیاهانی مانند غلات و حبوبات سرما دوست به واسطه رشد رویشی بهتر در کاشت پاییزه و فرار از خشکی و گرمای اواخر بهار و تابستان از عملکرد بیشتری نسبت به کاشت بهاره برخوردار بوده‌اند (۴).

گیاهان تیره چتریان به فتوپریود بسیار حساس هستند و در روزهای بلند بدون توجه به میزان رشد رویشی وارد مرحله زایشی می‌شوند و بنابراین تاریخ کاشت مطلوب در این گیاه اهمیت خاصی دارد (۷). رشد گیاه رازیانه در ابتدا بسیار کند است (۱۹)، به‌طوری‌که در کشت بهاره درشرایط آب و هوائی مشهد پس از حدود ۶۰ روز وارد مرحله طویل شدن ساقه می‌شود (۶)، بنابراین اگر تاریخ کشت به

۱- استادیار گروه زراعت، دانشگاه پیام نور، ایران
(*-نویسنده مسئول: Email: azizi40760@gmail.com)
۲- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
۳، ۴ و ۵- به ترتیب استاد، مربی و دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

تعویق بیفتد، چون قابلیت رقابت با علف‌های‌هرز در این گیاه در ابتدای فصل رشد کم است احتمال دارد عملکرد گیاه کاهش یابد. بررسی اثر تاریخ کاشت و آبیاری بر روی زیره سبز در شرایط مشهد نشان داد که مناسب‌ترین تاریخ کاشت زیره سبز در شرایط مذکور قبل از شروع فصل زمستان است. در این مطالعه بهترین عملکرد زیره درتاریخ‌های کاشت ۱۸ آذر و ۱۰ دی در شرایط آبیاری کامل بدست آمد. در حالی‌که بدلیل ضعیف بودن این گیاه در مقابل سله و هم‌چنین حساسیت به روزهای بلند، تاریخ‌های کاشت اسفندماه و فروردین ماه با مشکل سبز شدن مواجه گردید و بدون رسیدن به رشد رویشی کافی وارد مرحله زایشی شد. به همین دلیل عملکرد محصول شدیداً کاهش یافت (۷). فنایی و همکاران (۱۰) با بررسی امکان کشت پاییزه و بهاره رازیانه در منطقه سیستان، اظهار داشتند که گیاه پتانسیل کشت در هر دو فصل را دارد اما در شرایط کشت پاییزه از عملکرد بالاتری برخوردار است. معطر و همکاران (۱۲) با بررسی عملکرد دانه رازیانه در اصفهان دریافت که عملکرد این گیاه در سال اول ۸۵۰–۷۰۰ کیلوگرم و در سال دوم ۱۳۰۰–۱۲۰۰کیلوگرم بود. راشد محصل و نظامی (۶) پس از بررسی وضعیت رشد گیاه رازیانه در شرایط کشت بهاره مشاهده نمودند که پس از یک دوره رشد کند نسبتاً طولانی در ابتدای مرحله رشد گیاه، ساقه اصلی در گیاه ظاهر شده و رشد می‌کند. پس از طویل شدن ساقه اصلی و در ابتدای مرحله گلدهی معمولاً انشعابات جانبی گیاه ظاهر می‌شوند. بنابراین با وجود این‌که گیاه از نظر آرایش گل آذین در ساقه اصلی، گیاهی با رشد محدود تلقی می‌شود، ولی به دلیل تولید شاخه‌های فراوان در حقیقت الگوی رشد نامحدودی دارد. تولید شاخه‌های فرعی و گل آذین نیز بر روی آن‌ها تا انتهای فصل زراعی ادامه دارد، به‌طوری‌که حتی در هنگام بروز سرما در پائیز، در برخی از شاخه‌های فرعی گیاه چترهائی دیده می‌شوند که در مرحله گرده‌افشانی و یا پرشدن دانه هستند. این گیاه هم‌چنین قادر است در سال‌های بعد از طریق گره‌های باقیمانده پایین ساقه در مجاورت خاک (که پس از برداشت محصول در سال قبل در زمین باقی مانده‌اند) مجدداً رشد نموده و از این طریق رشد چندساله خود را تداوم بخشد. ضمن این‌که رویش گیاهان جدید از بذور ریزش شده گیاهان سال قبل نیز در برخی موارد دیده می‌شود.

اکبری نیا و همکاران (۱) با بررسی امکان کاشت پاییزه و یا بهاره گیاهان دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgar*)، زنیان (*Carum copticum*)، انیسون (*Pimpinella anisum*) و سیاه دانه (*Nigella sativa*) و تاثیر آن بر عملکرد دانه این گیاهان در شرایط فاریاب و دیم، به این نتایج دست یافتند که رازیانه و سیاه دانه به علت استقرار بهتر در پاییز، مقاومت به سرما، شروع زودتر رشد بهاره و در نتیجه شاخ و برگ و وزن دانه بیشتر، عملکرد دانه بالاتری داشتند. در حالی‌که به علت از بین رفتن گیاهچه‌های سبز شده زنیان و انیسون در اثر سرمای زمستان، کاشت پاییزه آن‌ها موفقیت آمیز نبود.

علی‌رغم این‌که بنظر می‌رسد گیاهچه‌های رازیانه به دماهای یخزدگی حساس باشند، ولی گیاهان بزرگ‌تر قادرند دمای تا ۴- درجه سانتی‌گراد را تحمل کنند. البته در زمستان‌های طولانی و بسیار سرد ریشه گیاه دچار سرمازدگی شده و گیاه از بین می‌رود. دمای پایه در رازیانه ۶ تا ۸ و دمای مطلوب برای جوانه‌زنی آن ۱۵ تا ۱۶ و دمای مطلوب هنگام تشکیل میوه ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد عنوان شده است (۲).

با وجود این‌که بررسی‌های اولیه نشان داده است که رازیانه در شرایط مشهد پتانسیل رشد مناسبی دارد (۶) ولی در مورد اثرات تاریخ کاشت پاییزه و بقاء آن در شرایط زمستان اطلاعات کمی در دسترس است. لذا آزمایش حاضر به منظور بررسی امکان کاشت پاییزه دو اکوتیپ رازیانه در این منطقه اجرا شد.

مواد و روش‌ها

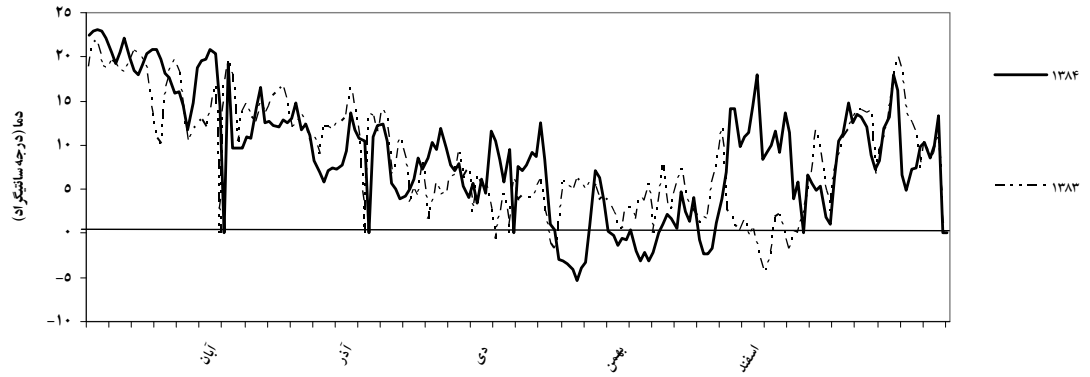
این آزمایش در سال‌های زراعی ۸۳-۱۳۸۲ و ۱۳۸۴ – ۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا گردید. دو اکوتیپ بومی رازیانه شامل اکوتیپ کرمان و خراسان در ۳ تاریخ کاشت ۸۲/۷/۲۱، ۸۲/۹/۱ و ۸۲/۱۲/۱۵ در آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد مقایسه قرار گرفتند. بذر گیاهان رازیانه تنها در سال زراعی ۱۳۸۳– ۱۳۸۲ کاشته شدند و در سال زراعی بعد، گیاهان از بخش‌های باقیمانده ساقه در مجاورت سطح زمین مجدداً رشد کردند. ابعاد هر کرت ۳×۳ متر بود و در هر کرت ۶ ردیف به فاصله ۰/۵ متر از یکدیگر ایجاد و فاصله بین بوته‌ها بر روی ردیف برای رسیدن به تراکم ۲۰ بوته در مترمربع، ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کود مصرفی شامل فسفر خالص به میزان ۱۰۰ کیلوگرم و ۲۵ کیلوگرم ازت خالص بصورت قبل از کشت بود که با خاک مخلوط شد و مقدار ۲۵ کیلوگرم ازت در مرحله ساقه‌دهی گیاه در بهار بصورت سرک مصرف شد. آبیاری در مواقع لازم بر اساس عرف منطقه انجام و علف‌های‌هرز بصورت دستی وجین و حذف شدند. ضمناً در طول فصل رشد گیاه آفت یا بیماری خاصی مشاهده نگردید. برای تعیین درصد بقاء زمستانه، تعداد گیاهان هر اکوتیپ قبل و پس از زمستان شمارش و ثبت گردید و درصد بقاء زمستانه از نسبت تعداد بوته‌های زنده پس از زمستان به تعداد بوته‌های زنده قبل از زمستان محاسبه شد. جهت تعیین عملکرد، پس از حذف اثرات حاشیه، گیاهان موجود در سطح ۲×۲ متر مربع از هر کرت برداشت و عملکرد بر اساس آن اندازه‌گیری شد. در سال اول تنها ارتفاع گیاه و عملکرد در واحد سطح اندازه‌گیری و ثبت شد. در سال دوم همزمان با برداشت نهایی، جهت تعیین عملکرد در سطح ۲×۲ متر مربع، از داخل هر کرت ۵ بوته

بصورت تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل گردید و علاوه بر ارتفاع گیاه، تعداد و طول شاخه‌های اولیه و ثانویه گیاه، و اجزای عملکرد آن شامل تعداد چتر در گیاه و وزن هزار دانه، اندازه‌گیری و ثبت گردید.

در شکل ۱ روند تغییرات میانگین دمای روزانه در پاییز و زمستان سال ۱۳۸۳و ۱۳۸۴ نشان داده شده است. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای MINITAB و MSTATC صورت گرفت و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار EXCEL استفاده شد. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تعداد بوته باقیمانده رازیانه در انتهای فصل رشد در هر دو سال زراعی به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول ۱ و ۲). در پایان سال اول، تعداد بوته باقیمانده در تاریخ کاشت اسفند تقریبا ۳ برابر تاریخ کاشت اول بود، ضمن این‌که تفاوت معنی‌داری از لحاظ تعداد بوته باقیمانده در واحد سطح بین کاشت مهر و آذر وجود نداشت (شکل۲). در سال زراعی دوم، تعداد بوته در تاریخ کاشت اسفند ۶/۵ برابر کاشت مهر و ۲/۷ برابر کاشت آذر بود (شکل۲). به عبارت دیگر درصد بقاء در تاریخ کاشت مهر، آذر و اسفند به ترتیب در سال اول ۶/۱ درصد، ۸/۰ درصد و ۱۷/۷درصد بود. تلفات گیاهی نسبتاً زیاد در کاشت‌های مهر و آذر در مقایسه با کاشت اسفند در هر دو سال زراعی، می‌تواند موید اثر سرما بر گیاهان و عدم تحمل شرایط سخت زمستان توسط آنها و در نتیجه کاهش درصد بقاء در گیاهانی که سرما را در طول فصل رشد درک نموده‌اند، باشد. گش و همکاران (۱۷) با تحقیق بروی تاثیر تاریخ کاشت بر استقرار گیاه Cuphea دریافتند که تاریخ کاشت به‌صورت معنی‌داری بر استقرار گیاهان تاثیر گذاشت. به‌عبارت دیگراستقرار گیاهان در تاریخ‌های کاشت ۱ و ۱۵ ژوئن بطور معنی‌داری بیشتر از تاریخ‌های کاشت زودتر بود.



شکل۱- تغییرات دمای روزانه در پاییز و زمستان سال ۱۳۸۳ و ۱۳۸٤

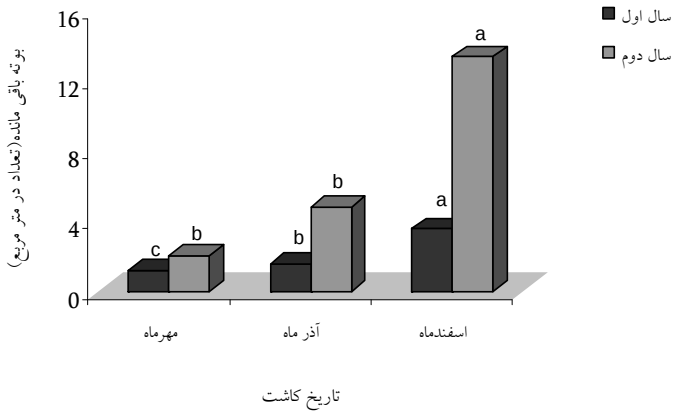
جدول۱- میانگین مربعات ارتفاع، عملکرد و تعداد بوته باقیمانده رازیانه در شرایط آب و هوایی مشهد در سال اول

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		تعداد بوته باقیمانده	ارتفاع	عملکرد
بلوک	۲	۰/۵۷۱ ns	۸/۰۳۱ ns	۲۳۷۱/۰۱۰ ns
تاریخ کاشت	۲	۹/۲۸۸ *	۱۸۸۶/۶۲۶ **	۳۱۳۲/۱۲۵ *
خطا	۴	۰/۲۵۷	۲/۸۹۹	۳۴۸/۴۴۸
رقم	۱	۰/۰۳۳ ns	۱/۲۱۲ ns	۵۹/۵۸۷ ns
تاریخ کاشت× رقم	۲	۰/۱۰۳ ns	۰/۶۳۳ ns	۱۸۶۳/۹۳۱ ns
خطا	۶	۰/۰۸۴	۴/۴۹۲	۶۹۹/۵۴۵
کل	۱۷			

جدول۲- میانگین مربعات تعداد بوته باقیمانده، خصوصیات مرفولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد ازیانه در شرایط آب و هوایی مشهد در سال دوم.

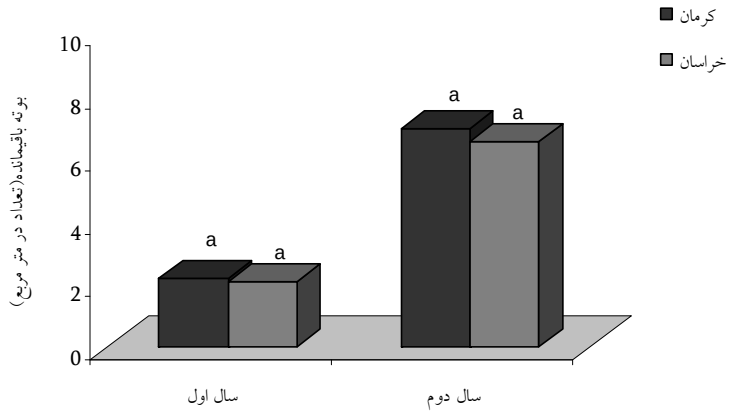
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		تعداد بوته باقیمانده	ارتفاع	وزن خشک	تعداد شاخه		طول شاخه		تعداد چتر		وزن هزار دانه	عملکرد
					اولیه	ثانویه	اولیه	ثانویه	دانه‌دار	بدون دانه		
بلوک	۲	۳/۵۹۷ ns	۱۳۸/۵۰۹ *	۱۷۴۵/۶۴۷ ns	۲۵/۶۹۶ ns	۵۶/۰۱۶ ns	۲۸۸۲۵۱/۲۱۸ ns	۸۱۳۸۲۴/۲۰۵ ns	۴۱۵۹/۸۲۰ ns	۱۰۸۷/۴۸۰ *	۰/۵۰۰ ns	۳/۵۹۷ ns
تاریخ کاشت	۲	۲۰۸/۰۴۱ *	۹۴۶/۶۷۶ *	۳۸۴۲/۱۰۷ ns	۱۱۷/۲۴۲ ns	۲۱۴/۹۰۹ ns	۴۵۵۳۵۰/۶۰۷ ns	۷۵۷۵۲۵۵/۸۰۸ ns	۲۷۸۰/۹۲۷ ns	۱۷۶۶/۱۹۴ *	۰/۶۶۷ ns	۲۰۸/۰۴۱ *
خطا	۴	۲/۶۵۹	۹/۹۰۹	۱۳۸۵/۴۲۳	۱۹/۴۳۲	۴۱/۳۲۹	۱۸۵۴۷۳/۳۷۹	۱۳۸۳۷۰/۱۱۷	۲۸۷۷/۸۶۶	۱۴۲/۷۶۷	۰/۴۱۷	۲/۶۵۹
رقم	۱	۰/۷۹۰ ns	۱۱/۵۲۰ ns	۳۸/۱۳۶ ns	۱/۶۲۰ ns	۲/۱۳۶ ns	۸۱۹۲ ns	۲۱۰۶۴۲/۷۳۲ ns	۱۷۱/۷۴۲ ns	۳۴/۳۰۷ ns	۱/۳۸۹ ns	۰/۷۹۰ ns
تاریخ کاشت× رقم	۲	۵/۷۰۴ ns	۷۹/۳۸۷ ns	۱۰۰/۶۴۹ ns	۶/۰۴۷ ns	۹/۵۶۳ ns	۶۴۹۹۳/۳۹۷ ns	۲۲۲۲۸۹/۸۲۷ ns	۱۹۶۶/۸۸۲ ns	۳۳۰/۲۱۳ *	۰/۲۲۲ ns	۵/۷۰۴ ns
خطا	۶	۲/۵۸۷	۱۰۶/۷۹۸	۱۴۳/۶۱۸	۴/۴۵۸	۶/۳۵۳	۶۲۷۶۰/۱۸۷	۲۱۱۱۵۲/۲۵۱	۸۸۹/۷۸۹	۴۸/۸۰۵	۰/۴۴۴	۲/۵۸۷
کل	۱۷											

نامبردگان دلیل وجود تراکم پایین بوته در تاریخ‌های کاشت زودهنگام، را جوانه‌زنی و سبز شدن ضعیف‌تر بذور به علت درجه حرارت‌های پایین خاک در خلال ماه‌های آوریل و می‌دانستند.



شکل۲- درصد بقاء رازیانه در انتهای فصل رشد در تاریخ کاشت‌های مختلف در سال‌های زراعی ۱۳۸۳-۱۳۸۲ و ۱۳۸٤-۱۳۸۳. در هر سال حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری (p<۰/۰۵) با هم ندارند.

همان‌گونه که در شکل ۳ دیده می‌شود در هر دو سال زراعی بین دو اکوتیپ کرمان و خراسان از نظر تعداد بوته باقیمانده در انتهای فصل رشد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. با این حال در هر دو سال زراعی در اکوتیپ کرمان در مقایسه با اکوتیپ خراسان تعداد بوته بیشتری تا انتهای فصل رشد باقی ماند. نظامی و همکاران (۱۳) با بررسی اثر تنش یخزدگی در شرایط آزمایشگاهی بر میزان نشت الکترولیت‌ها در گیاه رازیانه دریافتند که اکوتیپ کرمان در مقایسه با اکوتیپ خراسان مقاومت بیشتری نسبت به سرما داشت. اگرچه راشدمحصل و همکاران (۲۱) با بررسی درصد بقاء و رشد مجدد دو اکوتیپ رازیانه خراسان و کرمان در شرایط کنترل شده مشاهده کردند که تحمل به یخزدگی گیاهان در اکوتیپ خراسان بهتر از اکوتیپ کرمان بود.



شکل۳- تعداد بوته باقیمانده رازیانه در انتهای فصل رشد در اکوتیپ کرمان و خراسان در سال‌های زراعی ۱۳۸۳-۱۳۸۲ و ۱۳۸٤-۱۳۸۳. حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری (p<۰/۰۵) با هم ندارند.

جدول۳- اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر تعداد بوته باقیمانده رازیانه در انتهای فصل رشد در سال‌های زراعی ۸۴-۱۳۸۳ و ۸۵-۱۳۸۴

	۱۳۸۲-۸۳		۱۳۸۳-۸۴	
	کرمان	خراسان	کرمان	خراسان
مهر ماه	۱/۱c	۱/۳bc	۲/۴bc	۱/۷c
آذر ماه	۱/۸b	۱/۴bc	۴/۰bc	۵/۶b
اسفند ماه	۳/۵a	۳/۵a	۱۴/۵a	۱۲/۲a

* – در هر سال حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری($p<0/05$) با هم ندارند

اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر تعداد بوته باقیمانده رازیانه در انتهای فصل رشد در دو سال آزمایش در جدول ۳ نشان داده شده است. در سال اول آزمایش، بیشترین و کمترین بوته باقیمانده در اکوتیپ کرمان به ترتیب در تاریخ‌های کاشت اسفند دیده شد، درصورتی‌که در سال دوم آزمایش بیشترین و کمترین بوته باقیمانده به ترتیب مربوط به اکوتیپ کرمان در کاشت اسفند و اکوتیپ خراسان در کاشت مهر بود.

علی‌رغم معنی‌دار نبودن اثر تاریخ کاشت و رقم بر وزن خشک گیاه در سال دوم، گیاهان کاشت مهر دارای وزن خشک بیشتری نسبت به گیاهان کاشت آذر و اسفند بود. دلیل این امر می‌تواند بدلیل طولانی‌تر بودن دوره رویشی گیاهان کاشت مهر و تولید بیوماس بیشتر نسبت به گیاهان کاشت آذر و اسفند باشد (جدول ۴). نتایج تحقیق گیبسون و همکاران (۱۸) بروی اثرات تاریخ کاشت بر تجمع ماده خشک در تریتیکاله نشان داد که با به تعویق انداختن تاریخ کاشت از ماه سپتامبر به اواخر ماه اکتبر، تولید ماده خشک در تریتیکاله به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه در گیاه تحت تاثیر تاریخ کاشت و اکوتیپ قرار نگرفت ولی مقایسه میانگین‌های مربوطه نشان داد که گیاهان کاشت مهر دارای تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه بیشتری نسبت به گیاهان کاشت آذر و اسفند بودند (جدول۴).

به‌نظر می‌رسد دلیل این امر علاوه بر طولانی‌تر بودن دوره رویشی در کاشت مهر، کاهش تراکم گیاهان کاشت اول بر اثر سرما باشد که باعث کاهش رقابت بین گیاهان و مهیا شدن شرایط جهت استفاده بهتر و مناسب‌تر گیاهان باقیمانده از عوامل محیطی برای رشد رویشی و شاخه‌دهی بیشتر شده است. به این ترتیب تعداد شاخه‌های اولیه در گیاهان کاشت آذر و اسفند به ترتیب ۳۹درصد و ۴۳درصد کمتر از کاشت مهر بود. نتایج تحقیق گش و همکاران (۱۷) بر روی واکنش عملکرد و رشد ژنوتیپ حاصل از تلاقی دو گونه *Cuphea viscosissima* و *C. lanceolata* نسبت به تاریخ کاشت نشان داد که گیاهان کاشته شده از ماه آوریل تا می دارای دوره رویشی طولانی‌تری نسبت به گیاهان کاشته شده در ماه ژوئن بودند و به این ترتیب طولانی بودن دوره رویش سبب تشکیل تعداد شاخه‌های بیشتر قبل از انتقال منابع و ذخایر گیاه به طرف دانه‌های تشکیل شده گردید.

بررسی داده‌ها نشانگر عدم تاثیر پذیری طول شاخه‌های اولیه و ثانویه گیاهان از فاکتورهای تاریخ کاشت و اکوتیپ بود. ولی علی‌رغم معنی‌دار نبودن اثر تاریخ کاشت بر طول شاخه‌های اولیه و ثانویه مشاهده گردید که طول شاخه‌های اولیه در گیاهان کاشت آذر و اسفند به ترتیب ۲۲درصد و ۲۹درصد کمتر از طول شاخه‌های اولیه در گیاهان کاشت مهر و طول شاخه‌های ثانویه در گیاهان کاشت آذر و اسفند به ترتیب ۳۶درصد و ۴۸ درصد کمتر از گیاهان کاشت مهر بود (جدول۲). افزایش طول شاخه‌های اولیه و ثانویه در گیاهان کاشت مهر نسبت به کاشت‌های آذر و اسفند نیز می‌تواند بدلیل کاهش تراکم گیاهان کاشت مهر باشد که در نتیجه آن رقابت کمتر و استفاده بهتر گیاهان از شرایط محیطی موجود در جهت رشد رویشی بیشتر است، ضمن این‌که طولانی‌تر بودن فصل رشد در گیاهان کاشت مهر نیز در حصول این نتیجه بی‌تاثیر نبوده است.

جدول٤- اثرات تاریخ کاشت و اکوتیپ بر وزن خشک و خصوصیات مورفولوژیک رازیانه در سال زراعی ۸۳-۱۳۸٤

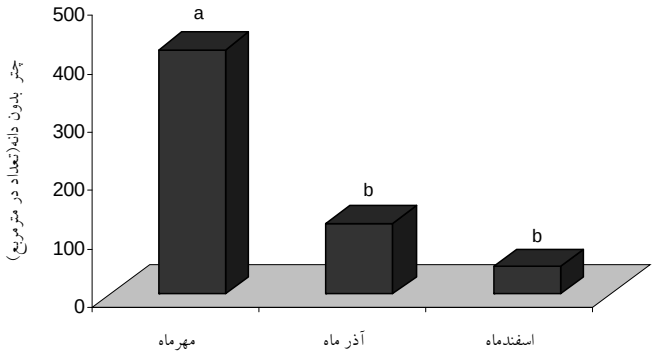
	وزن خشک (گرم در متر ربع)	تعداد شاخه اولیه در بوته	تعداد شاخه ثانویه در بوته	طول شاخه اولیه (سانتی‌متر)	طول شاخه ثانویه (سانتی‌متر)	تعداد چتر دانه‌دار در بوته
مهر ماه	۱۱۷/۴a	۱۸/۵a	۲۴/۷a	۱۸۳۰ a	۴۵۰۰ a	۱۹۹/۹a
آذر ماه	۹۵/۵a	۱۱/۴b	۱۵/۰ab	۱۴۲۱ a	۲۸۷۰ab	۱۶۳/۶a
اسفند ماه	۶۷/۰a	۱۰/۵b	۱۳/۹b	۱۳۰۵ a	۲۳۴۵b	۱۶۱/۷a
اکوتیپ کرمان	۹۴/۸a	۱۳/۲a	۱۷/۵a	۱۴۹۷ a	۳۳۴۶ a	۱۷۲/۰a
اکوتیپ خراسان	۹۱/۸a	۱۳/۸a	۱۸/۲a	۱۵۴۰ a	۳۱۳۰ a	۱۷۸/۲a
٪CV	۱۲/۸	۱۵/۷	۱۴/۱	۱۶/۵	۱۴/۲	۱۷/۰

*– حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری($p<0/05$) با هم ندارند

تعداد چتر بدون دانه تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار گرفت (شکل ۴). همان‌گونه که در شکل ۴ ملاحظه می شود بیشترین و کمترین تعداد چتر بدون دانه در تاریخ‌های کاشت مهر و اسفند به ترتیب با ۴۱۹/۸ و ۴۷/۴ چتر در متر مربع دیده شد. مقایسه میانگین‌های مربوطه مشخص کرد که تعداد چتر بدون دانه در گیاهان کاشت آذرماه و اسفندماه به ترتیب ۷۱درصد و ۸۹ درصد کمتر از تعداد چتر بدون دانه در گیاهان کاشت مهر بود (شکل۴). به عبارت دیگر تعداد چترهای بدون دانه کاشت مهر ۳/۴ برابر گیاهان کاشت آذر و ۸/۸ برابر گیاهان کاشت اسفند بود. با توجه به تلفات گیاهی بیشتر در گیاهان کاشت مهر بدلیل سرما، تعداد بوته باقیمانده کمتر در واحد سطح نسبت به کاشت‌های آذر و اسفند باعث شده است که فراهمی مواد غذایی و امکانات بیشتر برای گیاهان کاشت مهر سبب افزایش تعداد چتر در آن‌ها گردد. با افزایش تعداد چتر در گیاه، مواد فتوسنتزی که سهم هر چتر شده کاهش یافته و سبب کاهش تعداد دانه در چتر می‌شود. بنابراین تعداد چترهای بدون دانه در کاشت مهر بیشتر از کاشت آذر و اسفند شده است. کافی (۱۱) با بررسی اثر تراکم بر روی تعداد چتر در گیاه زیره سبز عنوان کرد که در تراکم‌های کمتر، تعداد چتر در بوته افزایش می‌یابد و در تراکم‌های بالاتر بدلیل رقابت بین بوته‌ها، بوته‌ها نمی‌توانند چتر بیشتری تولید کنند. رحیمیان (۷) با بررسی اثر تاریخ کاشت و رژیم آبیاری بر رشد و عملکرد زیره سبز عنوان نمود که با افزایش تعداد چتر در بوته مواد فتوسنتزی که سهم هر چتر شده کاهش می‌یابد که موجب کاهش تعداد دانه در چتر و وزن هزار دانه می‌گردد. امین‌پور و موسوی (۳) نیز پس از تحقیق برروی زیره سبز عنوان کردند که با افزایش تعداد چتر در گیاه، تعداد دانه در هر چتر کاهش می‌یابد.

همان‌گونه که در جدول ۵ نشان داده شده است وزن هزار دانه تحت تاثیر تاریخ کاشت و اکوتیپ قرار نگرفت، با این وجود مقایسات میانگین نشان داد که وزن هزار دانه در گیاهان کشت مهر کمی بیشتر از کشت آذر و اسفند و حداقل وزن هزار دانه متعلق به گیاهان کشت سوم بود. هم‌چنین اکوتیپ کرمان دارای وزن هزار دانه بیشتری در مقایسه با اکوتیپ خراسان بود. به‌نظر می‌رسد که استقرار خوب گیاهان در تاریخ کاشت مهر، طول فصل رشد بیشتر و رشد مطلوب‌تر آن‌ها منجر به بهره‌برداری بیشتر گیاهان از امکانات محیطی شده و لذا وزن هزار دانه در کشت مهر نسبت به کشت‌های آذر و اسفند افزایش یافته است. رحیمیان (۷) عنوان کردند که بدلیل حساسیت زیاد زیره سبز به طول روز، تعداد چتر این گیاه در تاریخ‌های کشت دیرتر کاهش می‌یابد. ایشان گزارش نمود که کشت دیرتر زیره سبز باعث کاهش تعداد دانه و وزن هزار دانه در این گیاه می‌شود. در این آزمایش وزن دانه در بوته نیز تحت تاثیر تاریخ کاشت و اکوتیپ قرار نگرفت. علی‌رغم معنی‌دار نبودن اثر تاریخ کاشت بر وزن دانه در بوته، بررسی میانگین‌های مربوطه نشان داد که وزن دانه در گیاه در کاشت مهر بیشتر از کاشت آذر و اسفند بود (جدول۴). بنظر می‌رسد طولانی‌تر بودن دوره رشد رویشی در گیاهان کاشت مهر نسبت به گیاهان کاشت دیگر سبب بوجود آمدن این برتری در وزن دانه هر بوته شده باشد.

فنایی و همکاران (۱۰) با بررسی امکان کشت پاییزه و بهاره رازیانه در منطقه سیستان، اظهار داشتند که گیاه پتانسیل کشت در هر دو فصل را دارد اما در شرایط کشت پاییزه از عملکرد بالاتری برخوردار بود.



شکل٤- تعداد چتر بدون دانه در رازیانه در تاریخ کاشت‌های مختلف در سال زراعی ۱۳۸۳-۱۳۸٤.

حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ($p<0/05$) با هم ندارند.

جدول۵- اثرات تاریخ کاشت و اکوتیپ بر وزن هزار دانه و وزن دانه در بوته رازیانه در سال زراعی ۸۳-۱۳۸٤

	وزن هزار دانه (گرم)	وزن دانه در بوته (گرم در متر مربع)
مهر ماه	۴/۵۰a	۱۲/۹۳a
آذر ماه	۴/۲۰a	۸/۵۵a
اسفند ماه	۳/۸۰a	۹/۰۶a
اکوتیپ کرمان	۴/۴۰a	۱۱/۲۶a
اکوتیپ خراسان	۳/۹۰a	۹/۱۰a

* - حروف مشابه ار نظر آماری اختلاف معنی داری($p<۰/۰۵$) با هم ندارند.

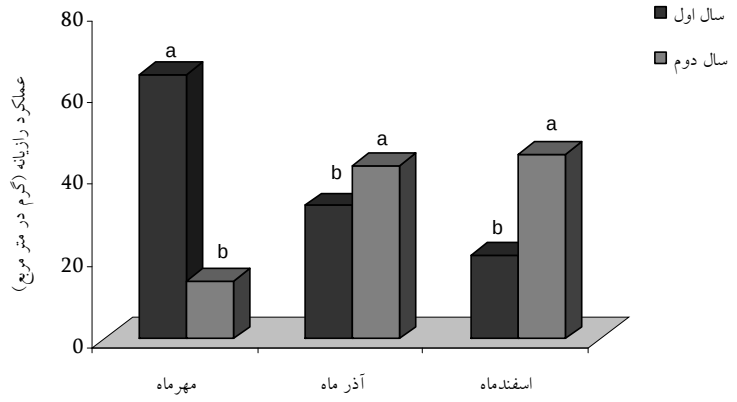
نامبرده اظهار داشت که بدلیل محدودیت‌های آبی و دمایی فصل بهار و تابستان در کشت بهاره، این کشت از عملکرد پایین تری در مقایسه با کشت پاییزه برخوردار است. آدامسن و کوفلت (۱۵) پس از بررسی اثرات تاریخ کاشت بر گلدهی، عملکرد دانه و محتوی روغن کلزا بیان کردند که وزن هزار دانه در تاریخ‌های کاشت دیرهنگام کاهش می‌یابد که نشان می‌دهد در تاریخ کاشت دیر، بذر رسیده کمتری می‌توان برداشت کرد. ایشان هم‌چنین عنوان نمودند که کارایی زایشی گیاه با تاریخ کاشت تغییر می‌کند و در کل تاریخ‌های کاشت اکتبر و نوامبر بذرهایی تولید کردند که دارای وزن هزار دانه بیشتری نسبت به تاریخ کاشت دسامبر بودند.

عملکرد رازیانه در تاریخ کاشت‌های مختلف در سال‌های زراعی۸۳-۱۳۸۲ و ۸۴-۱۳۸۳ در شکل ۵ نشان داده شده است. اگرچه تغییرات عملکرد رازیانه در واحد سطح در طی دو سال آزمایش از روند مشابهی تبعیت نکرد، بین تاریخ کاشت‌های مختلف اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) وجود داشت. در سال اول آزمایش بیشترین عملکرد در تاریخ کاشت مهر (۶۸/۷ گرم در مترمربع) و کمترین آن در تاریخ کاشت اسفند (۲۰/۵ گرم در مترمربع) بدست آمد. در سال دوم زراعی بیشترین و کمترین عملکرد در تاریخ کاشت اسفند و مهر به ترتیب با ۴۵/۳ و ۱۴/۲ گرم در متر مربع دیده شد. لازم به ذکر است که عملکرد حاضر حاصل بوته های باقیمانده تا انتهای فصل رشد در هر تاریخ کاشت می باشد.

در سال اول آزمایش با وجود این‌که در تاریخ کاشت اسفند در مقایسه با دو تاریخ کاشت دیگر تعداد بوته باقیمانده بیشتری وجود داشت، اما این عامل نتوانست اثر کوتاه‌تر بودن فصل رشد را پوشش دهد و عملکرد رازیانه در تاریخ کاشت اسفند در مقایسه با تاریخ کاشت آذر و مهر کاهش یافت. اما در سال دوم به دلیل بیشتر بودن تعداد بوته باقیمانده در تاریخ کاشت اسفند، عملکرد در واحد سطح نیز در مقایسه با سایر تاریخ کاشت‌ها افزایش یافت.

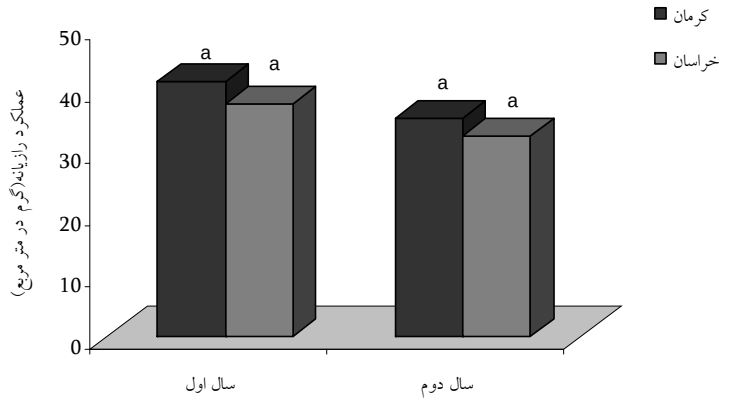
همان‌گونه که در شکل ۶ ملاحظه می‌شود، از نظر عملکرد، بین دو اکوتیپ در هر دو سال زراعی اختلاف معنی‌داری دیده نشد، اما در هر دو سال اکوتیپ کرمان در مقایسه با اکوتیپ خراسان عملکرد بیشتری داشت.

اثر متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ بر عملکرد رازیانه در دو سال زراعی در جدول ۶ نشان داده شده است. در هر دو سال آزمایش بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) دیده شد. در سال اول آزمایش بیشترین و کمترین عملکرد رازیانه در اکوتیپ کرمان به ترتیب در دو کاشت مهر و اسفند دیده شد. در صورتی‌که در سال دوم آزمایش بیشترین عملکرد رازیانه باز هم در اکوتیپ کرمان و به ترتیب در تاریخ کاشت آذر و مهر به‌دست آمد.



شکل۵- عملکرد رازیانه در تاریخ کاشت‌های مختلف در سال‌های زراعی ۱۳۸۳-۱۳۸۲ و ۱۳۸٤-۱۳۸۳.

در هر تاریخ کاشت حروف مشابه ار نظر آماری اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) با هم ندارند.



شکل٦- عملکرد دو اکوتیپ کرمان و خراسان در سال‌های زراعی۸۳-۱۳۸۲ و ۸٤-۱۳۸۳.

در هر سال حروف مشابه ار نظر آماری اختلاف معنی‌داری($p<۰/۰۵$) با هم ندارند.

جدول ٦- اثر متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ بر عملکرد رازیانه (گرم در متر مربع) در سال زراعی۸۳-۱۳۸۲ و ۸٤-۱۳۸۳.

	سال اول		سال دوم	
	کرمان	خراسان	کرمان	خراسان
مهرماه	۸۶/۲a	۴۳/۳ab	۷/۵d	۲۰/۹cd
آذرماه	۲۹/۳b	۳۶/۱ab	۵۰/۳a	۳۴/۵bc
اسفندماه	۲۷/۸b	۳۳/۱ab	۴۸/۲ab	۴۲/۳ab

* - در هر سال حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) با هم ندارند.

نتیجه گیری کلی

به‌طور کلی با توجه به تعداد بوته باقیمانده در انتهای فصل رشد در تاریخ‌های کاشت مهر و آذر که نشان از زمستان‌گذرانی ناموفق گیاه رازیانه است، مشخص شد که این گیاه تحمل چندانی به سرمای زمستان در شرایط آب و هوایی منطقه مشهد ندارد. با توجه به این‌که طول دوره رشد رویشی اثر معنی‌داری بر تعیین پتانسیل عملکرد دانه دارد و چون دوره رشد رویشی در گیاهان کاشت مهر طولانی تر از گیاهان کاشت آذر و اسفند بود، لذا عملکرد تک بوته در کاشت مهر بیشتر از کاشت آذر و اسفند بود. ولی از آن‌جاکه تعداد بوته باقیمانده پس از زمستان در کاشت مهر کمتر از کشت‌های آذر و اسفند بود بنابراین عملکرد در واحد سطح در کاشت مهر کمتر از کشت‌های دیگر بود.

منابع

۱- اکبری نیا ا.، خسروی فرد م.، رضایی م.ب. و شریفی عاشورآبادی ا. ۱۳۸۴. مقایسه کشت پاییزه و بهاره رازیانه، زنیان، انیسون و سیاه دانه در شرایط فاریاب و دیم. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۱ (۳): ۳۳۴-۳۱۹.

۲- امیدبیگی ر. ۱۳۷۸. رهیافتهای تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد سوم). انتشارات شرکت به نشر آستان قدس. ۳۹۷ صفحه.

۳- امین پور ر. و موسوی س.ف. ۱۳۷۴. اثر تعداد دفعات آبیاری بر مراحل نمو، عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ۱: ۷-۱.

۴- باقری ع.، نظامی ا. و سلطانی م. ۱۳۷۹. اصلاح حبوبات سرمادوست برای تحمل به تنشها (ترجمه). سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۴۴۵ صفحه.

۵- جاویدتاش ا. ۱۳۶۸. کشت تا برداشت رازیانه. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس. شماره ۶۸/۴۱

۶- راشدمحصل م. و نظامی ا. ۱۳۷۷. بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر رشد و عملکرد محصول رازیانه در شرایط آب و هوایی مشهد. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد.

۷- رحیمیان مشهدی ح. ۱۳۷۰. اثر تاریخ کاشت و رژیم آبیاری بر رشد و عملکرد زیره سبز. انتشارات سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران، مرکز خراسان.
۸- زرگری ع. ۱۳۶۷. گیاهان دارویی. جلد دوم. انتشارات دانشگاه تهران. ۹۴۲ صفحه.
۹- شریفی ا.، قلاوند ا.، نورمحمدی ق.، متین ا.، امین غ. و باباخانلو پ. ۱۳۷۷. بررسی تاثیر حاصلخیزی خاک بر عملکرد گیاه رازیانه. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتان ایران. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج. ۱۳-۹ شهریورماه ۱۳۷۷.
۱۰- فنایی ح.ر.، اکبری مقدم ح.، کیخا غ.ع.، غفاری م. و عالی ا.ع. ۱۳۸۵. ارزیابی خصوصیات زراعی و محتوی اسانس زیره سیاه، رازیانه و سیاهدانه در شرایط سیستان. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۲(۱): ۴۱-۳۴.
۱۱- کافی م. ۱۳۶۹. مطالعه اثر دفعات کنترل علف هرز، فاصله ردیف و تراکم بر رشد و عملکرد زیره سبز. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۲- معطر ف.، قاسمی ن. و امینی ۱. ۱۳۸۰. بررسی کشت گیاهان دارویی گاوزبان، بابونه، انیسون و رازیانه و مطالعه تاثیر محیط بر رشد و نمو و مواد موثره محیط. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده داروسازی و علوم دریایی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان.
۱۳- نظامی ا.، عزیزی گ.، سیاهمرگویی آ. ۱۳۸۹. بررسی اثر تنش یخزدگی بر میزان نشت الکترولیت‌ها در گیاه رازیانه. مجله پژوهشهای زراعی ایران ۸ (۴): ۵۹۳-۵۸۷.
۱۴- نجفی آشتیانی ا. و لباسچی م.ح. ۱۳۸۵. بررسی عملکرد گیاه دارویی رازیانه در جهتهای مختلف شیب در منطقه دماوند. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۲ (۱): ۲۱-۱۷.
15- Adamsen F.J., and Coffelt T.A. 2005. Planting date effects on flowering, seed yield, and oil content of rape and crambe cultivars. Industrial Cops and Products, 21: 293-307.
16- Board J.E. 1985. Yield components associated with soybean yield reduction at nonoptimal planting dates. Agronomy Journal, 77: 135-140.
17- Gesch R.W., Forcella F., Barbour N., Phillips B., and Voorhees W.B. 2002. Yield and growth response of Cuphea to sowing date. Crop Science, 42: 1959-1965.
18- Gibson L.R., Schwarte A.J., Karlen D.L., Liebman M., and Jannink J.L. 2005. Planting date effects on winter Tritical dry matter and nitrogen accumulation. Agronomy Journal, 97:1333-1341.
19- Hornok L. 1992. Cultivation and Processing of Medicinal Plants. Akademiai Kiado, Budapest.
20- Savoy B.R., Cothren J.J., and Shumwey C.R. 1992. Soybean biomass accumulation and leaf area index in early season production environments. Agronomy Journal, 84:956-959.
21- Rashed-Mohsel M.H., Nezami A., Bagheri A., Haj-Mohaman-Niya K., and Banayan M. 2009. Evaluation of freezing tolerance of two fennel (*Foeniculum vulgar* L.) ecotypes under control condition. Journal of Herbs, Spices & Medicinal plant, 15: 131-140.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۲۱-۱۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 11-21
ISSN: 2008 - 4730

بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و انواع مالچ بر خصوصیات رویشی و میزان اسانس نعنا فلفلی (*Mentha piperita*)

مجید عزیزی[1*]- سهیلا شهریاری[2]- حسین آرویی[3]- حسین انصاری[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۸/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۹/۰۵

چکیده

نعنافلفلی با نام علمی *Mentha piperita* L.، از جمله گیاهان دارویی و معطر با ارزش در صنایع دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی است که به دلیل طیف وسیع کاربرد آن در صنایع مختلف دارویی در سطح وسیعی از مزارع کشت می‌شود. به منظور بررسی تأثیر رژیم های مختلف آبیاری و انواع مالچ بر شاخص‌های فیزیولوژیک و میزان اسانس گیاه دارویی نعنافلفلی، آزمایشی در سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در مزرعهٔ دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد که فاکتورهای آن را سه سطح آبیاری (۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی محاسبه شده از تشت تبخیر کلاس A) و دو نوع مالچ (پلاستیک سیاه، چیپس چوب) و شاهد بدون پوشش تشکیل می‌دادند. نتایج حاصل از دو چین به تفکیک به صورت آزمایش فاکتوریل بر مبنای بلوک‌های کامل تصادفی و داده‌های حاصل از یک سال به صورت اسپلیت پلات در زمان آنالیز شده است. نتایج حاصل از دو چین نشان داد که نعنافلفلی در چین اول نسبت به چین دوم از رشد بهتری برخوردار بود. به طوری‌که این گیاه بیش‌ترین میزان وزن خشک بوته، درصد و عملکرد اسانس را در چین اول تولید نمود، اما بالاترین وزن خشک (۴۴/۱۲ گرم)، بالاترین میزان اسانس (۲/۸۳۵ درصد حجمی به وزنی) و هم‌چنین بالاترین عملکرد اسانس (۱۱۶/۷ لیتر در هکتار) با تیمار اثر متقابل مالچ چیپس چوب به همراه سطح سوم آبیاری در چین دوم حاصل شد. نتایج نشان داد نعنافلفلی با تیمار مالچ چیپس چوب به همراه سطح سوم آبیاری بیش‌ترین عملکرد ماده خشک و عملکرد اسانس را در واحد سطح تولید نمود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، مالچ، عملکرد، نعنا فلفلی

مقدمه

تنش خشکی به عنوان یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی در ایران معرفی شده است، که در اغلب موارد منجر به کاهش چشم‌گیر عملکرد گیاهان می‌گردد. در همین راستا حدود ۹۰ درصد از اراضی کشور (به دلیل قرار گرفتن در منطقه تقریباً خشک جهان) همیشه در خطر کمبود آب می‌باشند، به طوری‌که در سال ۱۳۸۶ خشک‌سالی سبب کاهش تولیدات زراعی به میزان ۳۰ درصد گردید (۸). با توجه به افزایش جمعیت، مشکل کمبود آب در دهه‌های آینده منجر به افزایش مشکلات کشاورزی ایران (۸) و جهان (۳۶) خواهد شد.

نعنافلفلی با نام علمی *Mentha piperita* L. از تیره Lamiaceae، از جمله گیاهان دارویی است که مصارف گسترده‌ای در صنایع دارویی، غذایی و بهداشتی دارد. ایالات متحده امریکا و هندوستان بزرگ‌ترین تولید کننده‌های نعنا هستند. مقدار مصرف سالانه اسانس نعنا در جهان به حدود ۷۰۰۰ تن می‌رسد (۱۲). طبق تحقیقات اخیر اثرات مصرف نعنا فلفلی در پیشگیری و درمان سندرم روده تحریک پذیر به اثبات رسیده است. هم‌چنین در درمان بیماری‌های التهابی روده، نارسایی‌های کیسه صفراوی و مشکلات کبدی نیز استفاده می‌شود (۱۵ و ۱۹). یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی موثر بر رشد گیاهان وجود آب است. محدودیت آب و تنش خشکی به طور معمول بر مراحل مختلف رشد و نمو گیاهان اثر منفی دارد. کمبود آب طی فصل رشد برای بقاء و تولید گیاهان جنس نعنا خطری جدی می‌باشد، زیرا گونه‌های نعنا دارای سیستم ریشه‌ای افشان هستند و ذخیره آب توسط ریشه آن‌ها دارای محدودیت است، ضمن این‌که ریشه‌های فعال آن نیز در ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متری نزدیک سطح خاک گسترش می‌یابند. علاوه بر سیستم ریشه‌ای خاص، به دلیل وجود شاخه‌های زیاد و برگ‌های نسبتاً بزرگ در این گیاه نیاز

۱، ۲ و ۳- به ترتیب استاد، دانش آموخته کارشناسی ارشد گیاهان دارویی و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*-نویسنده مسئول: Emai: azizi@um.ac.ir)
۴- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

آبی در مراحل اولیه و میانی رشد و نمو و به ویژه ۲۱ تا ۲۸ روز قبل از گلدهی زیاد می‌باشد (۲۱). به همین دلیل آبیاری مکرر در فواصل زمانی کوتاه برای این گونه‌ها توصیه شده است (۳۷). اما با توجه به کمبود منابع آبی در کشور اتخاذ مدیریت و برنامه‌ریزی‌های صحیح برای استفاده بهینه از منابع آبی امری مهم و ضروری است. از جمله این مدیریت‌ها اعمال روش‌های متعدد برای کاهش تبخیر از سطح خاک، می‌باشد، که یکی از آن‌ها استفاده از خاکپوش یا مالچ می‌باشد. مالچ عبارت از هر ماده طبیعی یا مصنوعی است که با اهداف مختلف و پوشاندن خاک باغات، فضای سبز و مزارع کشاورزی استفاده می‌شود. تحقیقات قابل توجهی در کشورهای مختلف در این خصوص صورت گرفته است.

کاهش دسترسی به آب در نعنا طی تابستان منجر به آسیب شدید در این گیاه می‌گردد (۲۱)، ضمن این‌که آبیاری کافی پس از برداشت تا آغاز بارندگی‌های پاییزه سبب بهبود سیستم ریشه و حفاظت گیاه در زمستان می‌شود (۲۶). آبیاری با میزان زیاد در نعنا گونه (*Mentha arvensis* L.) بیش‌ترین عملکرد اسانس و ماده خشک را تولید نمود (۲۷). یکی از اثرات مطلوب آبیاری افزایش شاخساره و عملکرد اسانس در گونه‌های مختلف نعنا می‌باشد (۱۳). بررسی‌ها نشان داده است که نیازهای آبیاری در نعنا از مکانی به مکان دیگر متفاوت است و به نوع خاک، وضعیت حاصلخیزی خاک و عوامل آب و هوایی بستگی دارد (۱۴). استفاده از مالچ آلی (ارگانیک) به بهبود نگهداری رطوبت خاک، تنظیم دمای خاک، جمعیت میکروارگانیسم‌ها و تحرک مواد غذایی که همه این موارد تأثیرات مطلوبی بر عملکرد محصول نعنا می‌گذارد کمک می‌کند (۲۹). به کار بردن مالچ کاه برنج سبب کاهش تراکم و زیست توده علف‌های هرز در نعنا می‌شود (۲۰). تحقیقات نشان داده است که بالاترین وزن خشک و عملکرد اسانس در نعنا با تکرار آبیاری (50 mm Cumulative Pan Evaporation) و کاربرد مالچ و کود ازته به دست می‌آید (۳۲). هم‌چنین استفاده از مالچ را جهت حفظ رطوبت خاک و کاهش دور آبیاری و شستشوی نیتروژن در نعنا ژاپنی (*Mentha arvensis*) موثر دانسته‌اند، زیرا خاک دارای مالچ دو تا چهار درصد رطوبت بیش‌تر نسبت به خاک بدون مالچ دارد (۲۸). در آزمایشی که در غرب هند طی دو سال با سطوح مختلف آب بر روی گوجه‌فرنگی انجام شد، نتیجه گرفتند که آبیاری قطره ای با خاکپوشه (بقایای نیشکر) و آب مصرفی معادل ۴۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر بهترین تیمار بود. این تیمار با ۵۳ درصد افزایش عملکرد و با ۴۴ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب، بیشترین کارآیی مصرف آب آبیاری (۱۶۳ کیلوگرم بر متر مکعب) و ۵۹ درصد کاهش علف هرز را نسبت به روش آبیاری سطحی غرقابی بدون خاکپوشه داشت (۳۳).

با توجه به این‌که کشور ایران در بخشی از کرهٔ زمین قرار گرفته است که نزولات جوی در بسیاری از نقاط آن نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی را تأمین نمی‌کند و قرار گرفتن گیاهان در معرض تنش کمبود آب، به ویژه در برخی از مواقع سال، امری اجتناب ناپذیر است و برای به دست آوردن عملکرد رضایت بخش لازم است، کمبود آب از طریق آبیاری تأمین گردد و نیز با توجه به این نکته که در ایران طی چند ساله اخیر بحران کمبود آب جدی است. بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری و انواع مالچ بر رشد، عملکرد و میزان اسانس گیاه دارویی نعنا فلفلی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

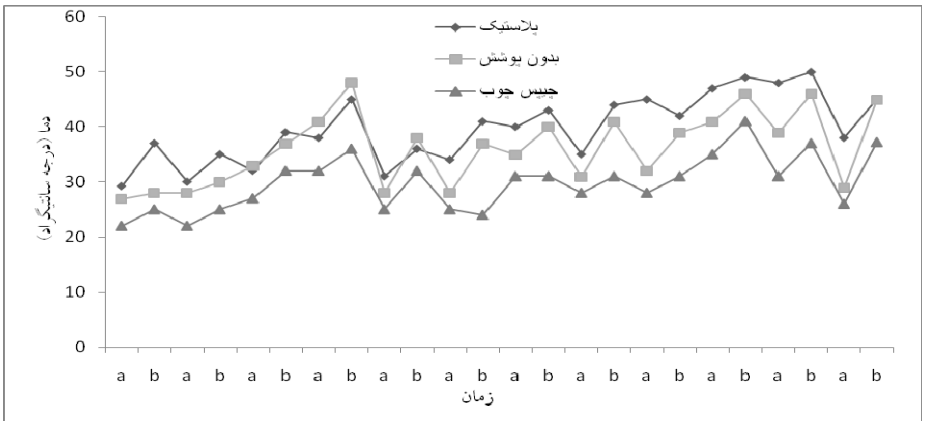
این طرح به منظور تعیین اثر مالچ و سطوح مختلف آبیاری بر خصوصیات رویشی و میزان اسانس نعنا فلفلی در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶/۲ درجه شمالی، طول جغرافیایی ۵۹/۴ درجه شرقی و ارتفاع ۹۹۹/۲ متر از سطح دریا انجام شد. براساس آمار سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۴۰ هجری‌شمسی، متوسط رطوبت نسبی سالانه برابر ۵۶ درصد، متوسط حداقل دمای سالانه ۶/۵ و حداکثر آن ۲۱ درجه سانتی‌گراد است. برای این منظور استولون‌های نعنا فلفلی از مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی تهیه شد. در فروردین ماه ۱۳۸۹ آماده سازی زمین انجام گردید و زمین کرت‌بندی شد. با توجه به نتایج آزمایش خاک هیچ نوع کودی به خاک افزوده نشد. کرت‌ها به ابعاد ۱/۵×۲ متر آماده شدند و پس از قرار دادن مالچ پلاستیک سیاه در هر کرت استولون‌ها با فاصله (۲۰×۱۰ سانتی‌متر) به زمین انتقال داده شد. در تیمار مالچ چیپس چوب پس از انتقال استولون‌ها به زمین و استقرار آن‌ها مالچ‌پاشی با ضخامت ۵ سانتی‌متر اعمال گردید. تیمارها شامل ۳ سطح آبیاری (I_{100} آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، I_{80} آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، I_{60} آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) و دو نوع مالچ (چیپس چوب و پلاستیک سیاه) و شاهد بدون پوشش بود. این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار و در۴ تکرار به اجرا در آمد. آبیاری گیاهان هر ۴ روز با توجه به آزمایشات آنالیز خاک و تعیین بافت خاک (جدول ۱) و داده‌های تبخیر از تشت تبخیر انجام شد.

کنترل علف‌های هرز با دست انجام شد که در تیمارهای دارای پوشش مالچ هیچ‌گونه علف هرزی مشاهده نشد. اندازه‌گیری دمای خاک در زیر مالچ‌ها و هم‌چنین اطراف گیاه هر ۴ روز یکبار قبل از آبیاری در ساعت ۱۰ صبح و ۲ بعد از ظهر انجام گردید (نمودارهای ۱ و ۲).

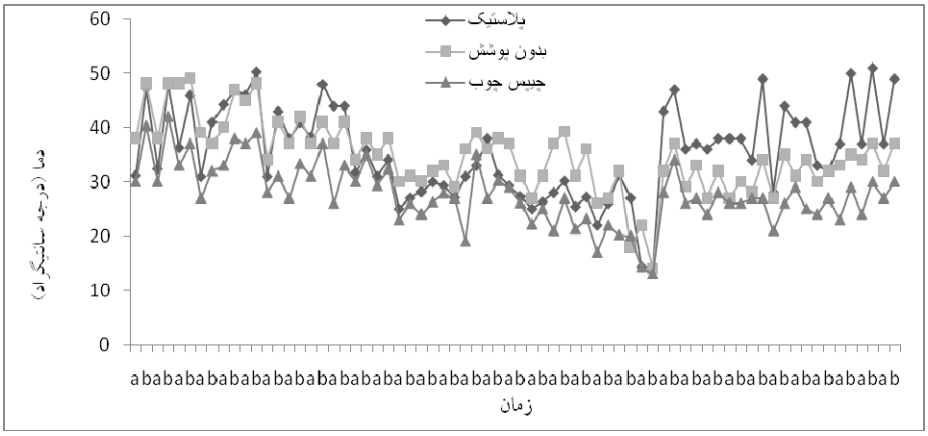
چین اول در اوایل مرداد ماه و در موقع گلدهی کامل برداشت شد. چین دوم به علت سرد شدن هوا و کاهش رشد نعنا در اوایل تیر ماه سال بعد برداشت شد. به منظور اندازه‌گیری صفات مورد بررسی سه بوته در هر کرت به صورت تصادفی انتخاب و میانگین آن‌ها در نظر گرفته شد.

جدول ۱- نتایج آزمایش آنالیز خاک مزرعه تحت کشت نعناء فلفلی (*Mentha piperita*)

pH	EC ds/m^{-1}	فسفر در دسترس (ppm)	پتاسیم در دسترس (ppm)	نیتروژن (کل) (ppm)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت
۷/۲۸	۲/۲۸	۱۵/۳	۱۵۰	۷۳۵	۲۲	۴۰	۳۸	لوم



شکل ۱- اندازه‌گیری دما در ساعات ۱۰ و ۱٤ در زیر مالچ و بدون پوشش (a: 10 , b: 14) در چین اول

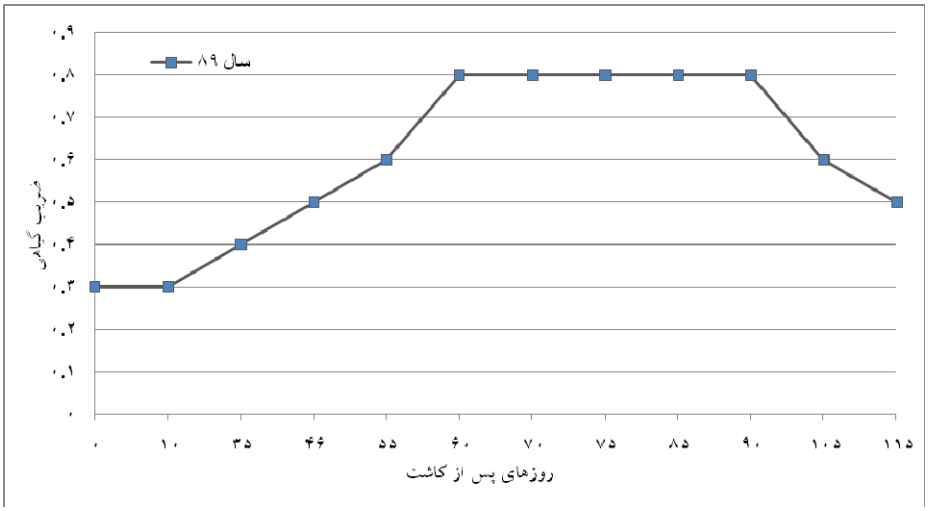


شکل ۲- اندازه‌گیری دما در ساعات ۱۰ و ۱٤ در زیر مالچ و بدون پوشش (a: 10 , b: 14) در چین دوم

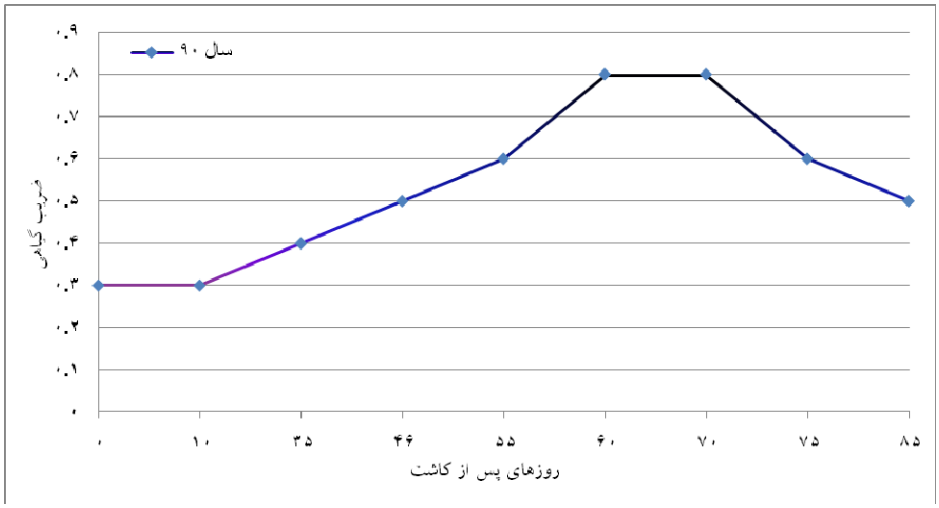
جهت اندازه‌گیری شاخص کلروفیل (سبزینگی) در زمان برداشت با استفاده از اسپدمتر شاخص کلروفیل (عدد اسپد SPAD) بر روی سه برگ جوان توسعه یافته در هر بوته تعیین و میانگین آن در نظر گرفته شد. برای تعیین محتوی آب نسبی برگ در زمان برداشت از روش لویت (۲۲) استفاده شد. هم‌چنین برای اندازه‌گیری سطح برگ نیز پس از برداشت در هر کرت سه بوته به صورت تصادفی انتخاب و پس از جداسازی برگ‌ها از دمبرگ، سطح برگ در هر بوته به وسیله دستگاه سطح برگ سنج مدل LI-3100 Area Meter اندازه‌گیری گردید و میانگین آن در نظر گرفته شد. پس از خشک شدن گیاهان برداشت شده در سایه، اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب از سرشاخه گلدار صورت گرفت. داده‌های به دست آمده از هر دو چین به تفکیک، به صورت آزمایش فاکتوریل بر مبنای بلوک‌های کامل تصادفی و داده‌های حاصل از یک سال، به صورت اسپلیت پلات در زمان تجزیه و تحلیل شده است. تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD انجام شد. نمودارهای مربوطه نیز توسط نرم افزار EXCEL رسم گردید.

تعیین نیاز آبی گیاه

نیاز آبی بر اساس مقدار تجمعی آب تبخیر شده از تشت تبخیر، پس از اعمال ضریب تشت محاسبه شده از روش پیشنهاد شده در نشریه فائو ۵۶ با توجه به موقعیت استقرار آن در محل (به طور میانگین ۰/۷) تعیین شد (۱۱).



شکل ۳- تغییر مقدار ضریب گیاهی نعنا فلفلی در طی فصل رشد (چین اول)



شکل ٤- تغییر مقدار ضریب گیاهی نعنا فلفلی در طی فصل رشد (چین دوم)

همچنین براساس بررسی‌های انجام شده (۲۷) ضریب گیاهی برای نعنا فلفلی تعیین و در محاسبه نیاز آبی مد نظر قرار گرفت (شکل‌های ۳ و ۴). مقدار نیاز آبی از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$ETa = Kc \times Kp \times (Epan)$$

ETa: تبخیر تعرق روزانه (میلی‌متر بر روز)

Kp: ضریب تشت بدون واحد

Epan: تبخیر تشت (میلی‌متر بر روز)

Kc: ضریب گیاهی

نتایج و بحث

اثر ساده آبیاری بر صفات رویشی و مواد موثره

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس در هر دو چین اثر ساده آبیاری بر روی وزن تر و خشک زیست توده، محتوای آب نسبی برگ (RWC)، سطح برگ و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌های حاصل از اثر ساده آبیاری نشان داد که سطح اول آبیاری یعنی آبیاری به میزان ۱۰۰ در صد نیاز آبی گیاه بالاترین وزن تر زیست توده در هر بوته به ترتیب در چین اول (۹۰/۹۸ گرم) و چین دوم (۹۲/۹۳ گرم) تولید نمود (جدول‌های ۲ و ۳). همچنین بالاترین وزن خشک بوته (۲۷/۲۶ گرم، ۲۳/۹۵ گرم) به ترتیب در چین اول و دوم با تیمار سطح اول آبیاری حاصل شد (جدول‌های ۲ و ۳). نتایج به دست آمده در این تحقیق مبنی بر افزایش عملکرد محصول در راستای افزایش سطوح آبیاری با نتایج محققان دیگر بر روی نعنا فلفلی (۱۰ و ۲۵)، مرزه (*Satureja hortensis* L.) (۳)، گل مکزیکی (*Agastache foeniculum*) (۱)، آویشن (*Thymus vulgaris*)

(۱۸)، ریحان (*Ocimum basilicum*) (۵، ۱۰و ۳۱) و بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*) (۶) مطابقت دارد.

با افزایش تنش محتوای آب نسبی برگ (RWC) کاهش یافت (جدول‌های ۲ و ۳). به طوری‌که سطح سوم آبیاری (آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) از کم‌ترین میزان محتوای آب نسبی برگ برخوردار بود. این نتایج با نتایج به دست آمده در مرزه (۳) و بادرنجبویه *Melissa officinalis* L. (۷) هم‌خوانی دارد. در هر دو چین بالاترین سطح برگ به ترتیب (۷۰۶/۸ سانتی‌مترمربع) و (۸۸۱/۵ سانتی‌مترمربع) در تیمار سطح اول آبیاری مشاهده شد (جدول ۲). با تحقیقات انجام شده بر روی نعنا مشخص شد که رژیم رطوبتی (Irrigation Water:Cumulative Pan Evaporation) ۱/۲IW:CPE خاک باعث افزایش قابل توجهی در رشد محصول و سطح برگ و عملکرد اسانس نعنا در مقایسه با رژیم رطوبتی IW:CPE ۰/۶ و ۰/۹ می‌گردد و تولید محصول ۸۶/۴ درصد و تولید شاخه و برگ تازه ۱۰ درصد نسبت به دو رژیم رطوبتی دیگر افزایش داشت (۳۰). از نتایج فوق چنین برمی‌آید که روند کاهش سطح برگ با روند کاهش ارتفاع بوته و عملکرد در اثر تشدید کمبود آب مطابقت دارد. یکی از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش تورژسانس و در نتیجه رشد و توسعه سلول خصوصاً در ساقه و برگ‌ها است. با کاهش فشار تورزسانس در اثر کمبود آب، نمو سلول به دلیل عدم وجود فشار درون سلول کاهش می‌یابد. بنابراین بین کاهش اندازه سلول و میزان کاهش آب رابطه معنی‌داری در بافت‌های گیاهی دیده می‌شود. از طرفی با کاهش رشد سلول اندازه اندام نیز محدود می‌شود و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم آبی بر روی گیاهان را می‌توان از روی اندازه کوچک‌تر برگ‌ها یا ارتفاع گیاهان تشخیص داد (۱۶). به علاوه در شرایط کم آبی جذب مواد و عناصر غذایی نیز کاهش یافته و بنابراین رشد و توسعه برگ‌ها محدود می‌گردد (۲۳). بالاترین عملکرد اسانس در چین اول (۶۱/۱۴ لیتر در هکتار) با سطح اول آبیاری حاصل گردید (جدول ۲)، اما در چین دوم بالاترین عملکرد اسانس (۵۴/۷۶ لیتر در هکتار) با سطح سوم آبیاری حاصل گردید اما با این وجود بین سطح اول آبیاری و سطح سوم آبیاری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). محققین در بررسی‌های خود نشان دادند که افزایش تنش خشکی در نعنا گونه *Mentha arvensis* L. (۲۷) و بادرشبو *Dracocephalum moldavica* L. (۶) باعث کاهش عملکرد ماده خشک و عملکرد اسانس می‌گردد.

اثر ساده مالچ بر صفات رویشی و مواد موثره

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس چین اول نشان داد که اثر ساده مالچ بر روی صفاتی چون فاصله میان‌گره، تعداد شاخه در بوته، وزن تر و خشک زیست توده، سطح برگ و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. در چین دوم نیز اثر ساده مالچ بر روی تعداد شاخه، وزن تر و خشک زیست توده، محتوای آب نسبی برگ، سطح برگ، میزان اسانس و عملکرد اسانس معنی‌دار گردید.

مقایسه میانگین داده‌های حاصل از اثر مالچ نشان داد که بیش‌ترین فاصله میان‌گره (۲/۹۳ سانتی‌متر) با کاربرد مالچ چیپس چوب و کم‌ترین آن (۲/۵۷ سانتی‌متر) در تیمار بدون پوشش مشاهده شد. بین تیمار پلاستیک سیاه با بدون پوشش اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۴) هم‌چنین بیش‌ترین تعداد شاخه در بوته در هر دو چین به ترتیب (۶/۶۰۷) و (۳۱/۵۵) با کاربرد مالچ چیپس چوب و کم‌ترین آن در هر دو چین به ترتیب (۳/۶۹۲) و (۸/۴۴۱) با تیمار پلاستیک سیاه تولید شد. اختلاف بین مالچ چیپس چوب با دو تیمار پلاستیک سیاه و بدون پوشش معنی‌دار بود (جدول‌های ۴ و ۵). این افزایش در تعداد بوته‌های کشت شده و تعداد شاخه می‌تواند به دلیل تراکم و زیست توده پایین علف‌های هرز و دمای مطلوب خاک و هم‌چنین میزان رطوبت بالاتر خاک در زیر مالچ آلی (ارگانیک) باشد (۳۰). بالاترین وزن تر زیست توده در هر بوته در هر دو چین به ترتیب (۱۰۰/۲ گرم) و (۱۱۷ گرم) با مالچ چیپس چوب به دست آمد. بین مالچ پلاستیک سیاه و بدون پوشش اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول‌های ۴ و ۵). هم‌چنین بالاترین وزن خشک بوته به ترتیب در هر دو چین (۳۰/۴۳ گرم) و (۳۲/۶۵ گرم) با کاربرد مالچ چیپس چوب حاصل گردید (جدول‌های ۴ و ۵). بررسی‌های به عمل آمده در این آزمایش نشان داد که کاربرد مالچ چیپس چوب باعث حفظ رطوبت خاک، تنظیم دمای خاک (شکل‌های ۱و۲) در طول فصل رشد نعنا شد که به نوبه خود باعث افزایش عملکرد نعنا شد. محققین نشان دادند استفاده از مالچ آلی (ارگانیک) به بهبود نگهداری رطوبت خاک، تنظیم دمای خاک، افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌ها و تحرک مواد غذایی کمک می‌کند که همه این موارد به نوبه خود تأثیرات مطلوبی بر عملکرد محصول نعنا می‌گذارد (۲۹)، این نتایج با نتایج به دست آمده از این تحقیق هم‌خوانی دارد.

در چین دوم بالاترین میزان محتوی آب نسبی برگ (۵۷/۷۸ درصد) با کاربرد مالچ چیپس چوب و کم‌ترین مقدار آن (۴۵/۷ درصد) در تیمار بدون پوشش مشاهده گردید. بین تیمار مالچ چیپس چوب و پلاستیک سیاه از نظر آماری اختلاف معنی‌دار نبود (جدول ۵)، این بالاتر بودن میزان محتوی آب نسبی برگ در زیر مالچ می‌تواند به دلیل دمای مطلوب خاک و هم‌چنین میزان رطوبت بالاتر خاک در زیر مالچ باشد (۳۰).

بالاترین سطح برگ (۷۱۵/۲ سانتی‌مترمربع) با کاربرد مالچ چیپس چوب و هم‌چنین کم‌ترین میزان سطح برگ (۴۱۹/۶ سانتی‌مترمربع) با تیمار بدون پوشش حاصل گردید و تفاوت بین هر سه نوع مالچ معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج چین دوم نیز نشان داد که اثر ساده نوع مالچ بر روی بالاترین سطح برگ (۱۱۲۵ سانتی‌مترمربع) با کاربرد

مالچ چیپس چوب و هم‌چنین کم‌ترین میزان سطح برگ (۵۹۰/۵ سانتی‌مترمربع) با تیمار پلاستیک سیاه حاصل گردید. بین تیمار پلاستیک سیاه و بدون پوشش اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. اما بین مالچ چیپس چوب با دو نوع تیمار دیگر اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۵). نتایج پژوهش‌های محققین نشان داد که در گیاه نعنا گونه *Mentha arvensis* L. مالچ کاه باعث تولید تعداد بیش‌تری بوته کوچک و به طبع سطح برگ بالاتر برای تولید ماده خشک بیش‌تر شد (۲۴).

در چین دوم بالاترین میزان اسانس (۲/۲۸۷ درصد حجمی به وزنی) با تیمار چیپس چوب و کم‌ترین آن (۱/۹۴۲ درصد حجمی به وزنی) با تیمار پلاستیک سیاه حاصل شد. بین تیمارهای چیپس چوب و بدون پوشش اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). بررسی اثر ساده نوع مالچ بر روی عملکرد اسانس نشان داد که بالاترین عملکرد اسانس در چین اول و دوم به ترتیب (۶۶/۱۱ لیتر در هکتار) و (۷۳/۳۱ لیتر در هکتار) با کاربرد مالچ چیپس چوب حاصل شد (جدول‌های ۴ و ۵). نتایج پژوهش‌های محققین نشان داد که مالچ کاه باعث تولید ماده خشک بیش‌تر شد. همان‌طور که عملکرد اسانس تابع عملکرد شاخ و برگ و میزان اسانس می‌باشد، در نتیجه عملکرد شاخ و برگ تحت شرایط کاربرد مالچ مستقیماً بر عملکرد اسانس تأثیر می‌گذارد. هم‌چنین کاربرد مالچ کاه تأثیری بر ارتفاع گیاهان کشت شده نداشت. ولی به هر حال تعداد بوته‌های کوچک را افزایش داد که این به عنوان تجمع ماده خشک برای دستیابی به اسانس نعنا در مقایسه با تیمار بدون مالچ اثرگذار است (۲۴). این نتایج با نتایج به دست آمده از این تحقیق مطابقت دارد.

اثر متقابل آبیاری و مالچ بر صفات رویشی و مواد موثره

نتایج آنالیز واریانس اثر متقابل مالچ و آبیاری در چین اول مشخص نمود اثر متقابل این دو تیمار بر صفاتی مانند فاصله میان‌گره، وزن تر و خشک زیست توده و سطح برگ معنی‌دار بود. هم‌چنین نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در چین دوم نشان داد که اثر متقابل آبیاری و مالچ بر روی وزن تر و خشک زیست توده، محتوای آب نسبی برگ، سطح برگ، میزان اسانس و عملکرد اسانس معنی‌دار گردید.

مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و مالچ مشخص نمود که بیشترین فاصله میان‌گره در هر دو چین به ترتیب (۳/۴۸۸ سانتی‌متر) و (۲/۹۶۷ سانتی‌متر) در تیمار سطح اول آبیاری به همراه مالچ چیپس چوب است (جدول‌های ۶ و۷). هم‌چنین تیمار مالچ چیپس چوب با سطح اول آبیاری بالاترین ارتفاع (۶۴/۵۱ سانتی‌متر)، (۶۳/۵ سانتی‌متر) به ترتیب در چین اول و دوم در بین بوته‌ها ایجاد نمود. کم‌ترین ارتفاع بوته (۴۶/۷۵ سانتی‌متر) در چین اول و در چین دوم (۴۳/۹۱ سانتی‌متر) با تیمار بدون پوشش با سطح سوم آبیاری به دست آمد (جدول‌های ۶ و ۷). همان‌طور که مشاهده می‌شود در چین اول در کرت‌های دارای مالچ پلاستیک و نیز کرت‌های بدون پوشش با افزایش تنش آبی ارتفاع گیاهان کاهش یافت. اما این کاهش ارتفاع از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول‌های ۶ و ۷). مشابه همین نتایج در گیاه هندی یا نعنا پچولی *Pogostemon cablin* گزارش شده است (۳۴).

بالاترین وزن تر زیست توده نیز در هر بوته (۱۲۵/۸ گرم) با تیمار مالچ چیپس چوب و سطح اول آبیاری و کم‌ترین میزان آن (۴۶/۰۳ گرم) با سطح دوم آبیاری در کرت‌های بدون پوشش مشاهده گردید (جدول ۶). اما در چین دوم بالاترین وزن تر زیست توده در هر بوته (۱۴۷/۲ گرم) با تیمار مالچ چیپس چوب و سطح سوم آبیاری و کم‌ترین میزان آن (۴۲/۷۴ گرم) با سطح سوم آبیاری در کرت های بدون پوشش به دست آمد (جدول ۷)، در هر دو چین در کرت‌های دارای چیپس چوب بین سطح اول و سطح سوم آبیاری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما در کرت‌های بدون پوشش مالچ افزایش سطوح تنش کم آبی باعث کاهش وزن تر زیست توده در هر بوته شد اما از نظر آماری این کاهش وزن تر زیست توده در هر بوته معنی‌دار نبود (جدول‌های ۷ و ۶). نتایج محققین نشان داد که به علت کافی نبودن رطوبت خاک در کرت‌های بدون مالچ با آبیاری به میزان ۰/۸ IW:CPE رشد گیاهان متوقف شد و در نهایت منجر به کاهش وزن تر شاخساره و میزان اسانس شد (۳۴).

بالاترین وزن خشک بوته در چین اول (۳۸/۳۵ گرم) با اثر متقابل مالچ چیپس چوب و سطح اول آبیاری به دست آمد. در بین سه نوع مالچ به کار رفته با ۱۰۰ درصد نیاز آبی مالچ چیپس چوب بیش‌ترین وزن خشک بوته را ایجاد نمود (جدول ۶). در چین دوم نیز بالاترین میزان وزن خشک بوته (۴۴/۱۲ گرم) با اثر متقابل مالچ چیپس چوب و سطح سوم آبیاری به دست آمد. هم‌چنین کم‌ترین میزان آن (۱۰/۶۶ گرم) با تیمار پلاستیک سیاه و سطح دوم آبیاری مشاهده گردید. در هر دو چین در کرت‌های دارای مالچ چیپس چوب بین سطح اول و سوم آبیاری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، هم‌چنین در هر دو چین افزایش سطوح تنش در کرت‌های بدون پوشش باعث کاهش وزن خشک بوته گردید (جدول‌های ۷ و ۶). تحقیقات به عمل آمده بر روی خربزه *Cucumis melo* L. نشان داد که آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی و روش زیر سطحی و استفاده از مالچ بیش‌ترین عملکرد میوه‌های بازار پسند (۲۸/۹ تن در هکتار) را داشت (۲). هم‌چنین نتایج بررسی‌ها در خاک‌های شنی لومی خارکپور بنگال هند در طی دو سال بر روی گیاه بامیه *Abelmoschus esculentus*، نشان داد که تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه بامیه در آبیاری قطره‌ای به همراه کاربرد مالچ بیش‌ترین عملکرد (۱۴/۵ تن در هکتار) را داشت (۳۸).

در چین دوم بالاترین محتوای آب نسبی برگ (۶۵/۷۵ درصد) در تیمار پلاستیک سیاه با سطح اول آبیاری بود. هم‌چنین تیمار بدون پوشش و سطح سوم آبیاری پایین‌ترین میزان محتوای آب نسبی برگ (۳۸/۷۸ درصد) را داشت. در کرت‌های دارای چیپس چوب، سطح سوم آبیاری بالاترین محتوی آب نسبی برگ را ایجاد نمودند. هم‌چنین در کرت‌های دارای مالچ پلاستیک سیاه و بدون پوشش با افزایش تنش آبی کاهش در محتوی نسبی آب برگ مشاهده شد (جدول ۷). از آن‌جایی که محتوای آب نسبی برگ، یک شاخص مناسب برای تنش آبی گیاه است، بنابراین از نتایج به دست آمده از این تحقیق می‌توان دریافت که استفاده از مالچ می‌تواند به حفظ رطوبت خاک و دمای مطلوب خاک کمک کند و به طبع تنش آبی اعمال شده را به خوبی کنترل نماید (۳۰).

در چین اول بالاترین سطح برگ (۸۳۷/۳ سانتی‌مترمربع) با اثر متقابل مالچ چیپس چوب و سطح اول آبیاری حاصل گردید (جدول ۶). اما در چین دوم بالاترین سطح برگ (۱۳۸۱ سانتی‌مترمربع) با اثر متقابل مالچ چیپس چوب و سطح سوم آبیاری به دست آمد. کم‌ترین سطح برگ به ترتیب در هر دو چین (۳۱۸/۵ سانتی‌مترمربع) و (۴۲۹/۲ سانتی‌مترمربع) با تیمار سطح سوم آبیاری و بدون پوشش حاصل گردید. در هر دو چین بین تیمارهای مالچ چیپس چوب و سطح اول آبیاری با تیمار مالچ چیپس چوب و سطح سوم آبیاری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. هم‌چنین در کرت‌های بدون پوشش مالچ کاهش میزان آب مصرفی منجر به کاهش سطح برگ شد (جدول‌های ۷ و ۶). این نتایج با نتایج به دست آمده در گیاه نعنا هندی *Pogostemon cablin* (۳۴) و نعنا ژاپنی *Mentha arvensis* L. (۳۲) مطابقت دارد.

مقایسه میانگین اثر متقابل مالچ و آبیاری نشان داد که بیش‌ترین درصد اسانس (۲/۸۳۵ درصد حجمی به وزنی) و عملکرد اسانس (۱۱۶/۷ لیتر در هکتار) با کاربرد تیمار سطح سوم آبیاری به همراه مالچ چیپس چوب و کم‌ترین درصد اسانس (۱/۷۵ درصد حجمی به وزنی) و عملکرد اسانس (۱۸/۵۶ لیتر در هکتار) با سطح اول آبیاری در کرت‌های با پوشش پلاستیک سیاه مشاهده گردید. بین کاربرد مالچ چیپس چوب به همراه سطح سوم آبیاری با سایر تیمارها از نظر آماری اختلاف معنی‌دار بود (جدول۷). با تحقیقات صورت گرفته بر روی نعناء ژاپنی مشخص شد بین تیمارهای IW:CPE ۰/۶ و ۱، ۱/۴ به همراه کاربرد مالچ کاه، سطح آبیاری IW:CPE ۰/۶ به همراه کاربرد مالچ کاه عملکرد شاخ و برگ تازه (۵۶–۵۹ درصد) و عملکرد اسانس (۲۰ درصد) نسبت به شاهد (بدون مالچ) بهبود بخشید (۳۵)، این نتایج با نتایج به دست آمده از این تحقیق هم‌خوانی دارد.

جدول۲- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف آبیاری بر خصوصیات رویشی و مواد موثره نعناء فلفلی (*Mentha piperita*) در چین اول

تیمار	فاصله میانگره (cm)	تعداد گل در بوته	تعداد شاخه در بوته	ارتفاع بوته (cm)	وزن تر بوته (g)	وزن خشک بوته (g)	شاخص کلروفیل	RWC (%)	سطح برگ (cm^2/p)	میزان اسانس (%v/w)	عملکرد اسانس (l/ha)
I_1	۲/۸۲۸^a	۸/۸۸۵^a	۵/۲۹۸^a	۶۱/۶۷^a	۹۰/۹۸^a	۲۷/۲۶^a	۵۸/۷۰^a	۵۰/۹۲^{ab}	۷۰۶/۸^a	۲/۴۲۹	۶۱/۱۴^a
I_2	۲/۶۰۸^a	۴/۲۴۸^a	۴/۴۹۶^a	۵۴/۶۹^a	۵۷/۲۰^b	۱۷/۶۰^b	۵۹/۴۴^a	۵۲/۱۷^a	۴۷۷/۲^b	۲/۴۳۳	۴۰/۶۶^b
I_3	۲/۶۳۱^a	۵/۰۲۳^a	۵/۰۲۴^a	۵۴/۷۵^a	۷۰/۹۳^b	۲۲/۰۲^b	۵۹/۳۴^a	۴۵/۸۳^b	۵۰۳/۴^b	۲/۲۶۷	۴۶/۸۲^b

در هر ستون، میانگینهای دارای حروف مشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند.

I_1: آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، I_2: آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، I_3: آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه

جدول۳- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف آبیاری بر خصوصیات رویشی و مواد موثره نعناء فلفلی (*Mentha piperita*) در چین دوم

تیمار	فاصله میانگره (cm)	تعداد گل در بوته	تعداد شاخه در بوته	ارتفاع بوته (cm)	وزن تر بوته (g)	وزن خشک بوته (g)	شاخص کلروفیل	RWC (%)	سطح برگ (cm^2/p)	میزان اسانس (%v/w)	عملکرد اسانس (l/ha)
I_1	۲/۹۱^a	۲/۴۸۸^a	۲۲/۲۲^a	۵۶/۸^a	۹۲/۹۳^a	۲۳/۹۵^a	۵۲/۳۶^a	۵۸/۱۸^a	۸۸۱/۵^a	۲/۰۹۲	۴۵/۸۵^a
I_2	۲/۷۴۳^{ab}	۲/۴۷^a	۱۴/۴۱^a	۴۷/۹۱^a	۵۱/۹۸^b	۱۴/۰۵^b	۵۵/۲۷^a	۵۱/۹۴^{ab}	۶۵۹/۸^b	۲/۲۰۸	۲۸/۶^b
I_3	۲/۴۴۷^b	۱/۲۷۶^a	۲۴/۰۸^a	۵۲/۱۶^a	۸۲/۱۷^a	۲۲/۸۹^a	۵۴/۵۳^a	۴۸/۵۴^b	۷۹۸/۱^{ab}	۲/۱۷۸	۵۴/۷۶^a

در هر ستون، میانگینهای دارای حروف مشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند.

I_1: آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، I_2: آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، I_3: آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه

جدول٤- مقایسه میانگین اثر انواع مالچ بر خصوصیات رویشی و مواد موثره نعناء فلفلی (*Mentha piperita*) در چین اول

تیمار	فاصله میانگره (cm)	تعداد گل در بوته	تعداد شاخه در بوته	ارتفاع بوته (cm)	وزن تر بوته (g)	وزن خشک بوته (g)	شاخص کلروفیل	RWC (%)	سطح برگ (cm^2/p)	میزان اسانس (%v/w)	عملکرد اسانس (l/ha)
M_1	۲/۹۳^{a}	۶/۹۱۳^{a}	۶/۶۰۷^{a}	۶۰/۱۴^{a}	۱۰۰/۲^{a}	۳۰/۴۳^{a}	۵۸/۲۱^{a}	۵۰/۵۸^{ab}	۷۱۵/۲^{a}	۲/۳۴۲^{a}	۶۶/۱۱^{a}
M_2	۲/۵۶۶^{b}	۶/۳۸۵^{a}	۳/۶۹۲^{b}	۵۷/۵۳^{a}	۶۴/۷۷^{b}	۱۹/۵۸^{b}	۵۸/۶۹^{a}	۵۲/۲۵^{a}	۵۵۲/۶^{b}	۲/۴۷۹^{a}	۴۴/۵۲^{b}
M_3	۲/۵۷^{b}	۴/۸۵۸^{a}	۴/۵۱۹^{b}	۵۳/۴۴^{a}	۵۴/۳۲^{b}	۱۶/۸۸^{b}	۶۰/۵۸^{a}	۴۶/۰۸^{b}	۴۱۹/۶^{c}	۲/۳۰۸^{a}	۳۷/۹۸^{b}

در هر ستون، میانگینهای دارای حروف مشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند.

M_1: خرده چوب، M_2: پلاستیک سیاه، M_3: بدون پوشش (شاهد)

جدول۵- مقایسه میانگین اثر انواع مالچ بر خصوصیات رویشی و مواد موثره نعناء فلفلی (*Mentha piperita*) در چین دوم

تیمار	فاصله میانگره (cm)	تعداد گل در بوته	تعداد شاخه در بوته	ارتفاع بوته (cm)	وزن تر بوته (g)	وزن خشک بوته (g)	شاخص کلروفیل	RWC (%)	سطح برگ (cm^2/p)	میزان اسانس (%v/w)	عملکرد اسانس (l/ha)
M_1	۲/۷۳۵^{a}	۲/۹۶^{a}	۳۱/۵۵^{a}	۵۶/۴۴^{a}	۱۱۷^{a}	۳۲/۶۵^{a}	۵۳/۹۳^{a}	۵۷/۷۸^{a}	۱۱۲۵^{a}	۲/۲۸۷^{a}	۷۳/۳۱^{a}
M_2	۲/۶۶^{a}	۱/۱۰۹^{a}	۸/۴۴۱^{c}	۵۰^{a}	۵۱/۱^{b}	۱۲/۷۶^{b}	۵۳/۷^{a}	۵۵/۱۹^{a}	۵۹۰/۵^{b}	۱/۹۴۲^{b}	۲۲/۸۲^{b}
M_3	۲/۷۰۶^{a}	۲/۱۶۵^{a}	۲۰/۷۲^{b}	۵۰/۴۴^{a}	۵۸/۹۸^{b}	۱۵/۴۸^{b}	۵۴/۵۲^{a}	۴۵/۷^{b}	۶۲۳/۴^{b}	۲/۲۴۹^{a}	۳۳/۰۸^{b}

در هر ستون، میانگینهای دارای حروف مشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند.

M_1: خرده چوب، M_2: پلاستیک سیاه، M_3: بدون پوشش (شاهد)

جدول٦- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و مالچ بر خصوصیات رویشی و مواد موثره نعناء فلفلی(*Mentha piperita*) در چین اول

تیمار	فاصله میانگره (cm)	تعدادگل در بوته	تعداد شاخه در بوته	ارتفاع بوته (cm)	وزن تر بوته (g)	وزن خشک بوته (g)	شاخص کلروفیل	RWC (%)	سطح برگ (cm^2/p)	میزان اسانس (%v/w)	عملکرد اسانس (l/ha)
M_1I_1	۳/۴۸۸^{a}	۷/۵۸۰^{a}	۷/۱۶۵^{a}	۶۴/۵۱^{a}	۱۲۵/۸^{a}	۳۸/۳۵^{a}	۵۷/۲۸^{a}	۵۳^{ab}	۸۳۷/۳^{a}	۲/۳۲۵^{a}	۸۲/۸۳^{a}
M_2I_1	۲/۴۳۵^{b}	۹/۸۲۸^{a}	۳/۶۶۲^{b}	۶۰/۴۲^{a}	۷۷/۵۹^{b}	۲۲/۷۱^{b}	۵۹/۲۳ ^{a}	۵۲/۷۵^{ab}	۷۵۵/۳^{a}	۲/۴۵^{a}	۵۰/۴۰^{bc}
M_3I_1	۲/۵۶^{b}	۹/۲۴۸^{a}	۵/۰۶۵^{ab}	۶۰/۰۸^{ab}	۶۹/۹۹^{bc}	۲۰/۷۳^{b}	۵۸/۱۳^{a}	۴۷^{b}	۵۲۷/۷^{b}	۲/۵۱۳^{a}	۵۰/۱۸^{c}
M_1I_2	۲/۴۲۵^{b}	۳/۷۴۷^{a}	۵/۵۷۷^{ab}	۵۴/۲۵^{ab}	۶۲/۵۱^{bc}	۱۹/۳۶^{b}	۵۸/۸۱^{a}	۵۳^{ab}	۴۸۴/۳^{bc}	۲/۴۲۵^{a}	۴۴/۰۲^{c}
M_2I_2	۲/۶۹۵^{b}	۵/۱۶۵^{a}	۳/۹۹۷^{b}	۵۶/۳۳^{ab}	۶۳/۰۵^{bc}	۱۸/۵۸^{b}	۵۹/۱۹^{a}	۵۹/۲۵^{a}	۵۳۴/۸^{b}	۲/۵۲^{a}	۴۳/۷۶^{c}
M_3I_2	۲/۷۰۲^{b}	۳/۸۳۲^{a}	۳/۹۱۲^{b}	۵۳/۵۰^{ab}	۴۶/۰۳^{c}	۱۴/۸۷^{b}	۵۸/۰۷^{a}	۴۴/۲۵^{b}	۴۱۲/۶^{bcd}	۲/۳۵^{a}	۳۴/۲۰^{c}
M_1I_3	۲/۸۷۸^{ab}	۹/۴۱۳^{a}	۷/۰۷۷^{a}	۶۱/۶۷^{a}	۱۱۲/۲^{a}	۳۳/۵۸^{a}	۶۰/۰۱^{a}	۴۵/۷۵^{b}	۸۲۴^{a}	۲/۲۷۵^{a}	۷۱/۴۷^{ab}
M_2I_3	۲/۵۶۸^{b}	۴/۱۶۲^{a}	۳/۴۱۵^{b}	۵۵/۸۳^{ab}	۵۳/۶۸^{bc}	۱۸/۹۷^{b}	۵۹/۹۱^{a}	۴۴/۷۵^{b}	۳۶۷^{cd}	۲/۴۶۳^{a}	۳۹/۴۱^{c}
M_3I_3	۲/۴۴۷^{b}	۱/۴۹۵^{a}	۴/۵۸۰^{b}	۴۶/۷۵^{b}	۴۶/۹۲^{c}	۱۵/۰۳^{b}	۶۱/۸۲^{a}	۴۷^{b}	۳۱۸/۵^{d}	۲/۰۶۳^{a}	۲۹/۵۷^{c}

در هر ستون، میانگینهای دارای حروف مشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند.

M_1I_1: خرده چوب و آبیاری به میزان ۱۰۰درصد نیاز آبی گیاه، M_2I_1: پلاستیک سیاه و آبیاری به میزان ۱۰۰درصد نیاز آبی گیاه، M_3I_1: بدون پوشش و آبیاری به میزان ۱۰۰درصد نیاز آبی گیاه

M_1I_2: خرده چوب و آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، M_2I_2: پلاستیک سیاه و آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، M_3I_2: بدون پوشش و آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه

M_1I_3: خرده چوب و آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه، M_2I_3: پلاستیک سیاه و آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه، M_3I_3: بدون پوشش و آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و مالچ بر خصوصیات رویشی و مواد موثره نعناء فلفلی(*Mentha piperita*) در چین دوم

تیمار	فاصله میانگره (cm)	تعدادگل در بوته	تعداد شاخه در بوته	ارتفاع بوته (cm)	وزن تر بوته (g)	وزن خشک بوته (g)	شاخص کلروفیل	RWC (%)	سطح برگ (cm^2/p)	میزان اسانس (%v/w)	عملکرد اسانس (l/ha)
M_1I_1	۲/۹۶۷^{a}	۳/۶۳۵^{a}	۳۶/۰۸^{ab}	۶۳/۵^{a}	۱۴۱/۷^{a}	۳۵/۴۴^{a}	۵۲/۱۱^{a}	۵۷/۷۶^{abc}	۱۲۶۰^{a}	۲/۱۳۸^{cd}	۷۰/۵۱^{b}
M_2I_1	۲/۷۲^{ab}	۱/۰۸۲^{a}	۶/۳۳^{d}	۴۹/۰۸^{ab}	۵۳/۱۵^{b}	۱۱/۵۵^{b}	۵۰/۴۷^{a}	۶۵/۷۵^{a}	۶۶۴^{bc}	۱/۷۵^{e}	۱۸/۵۶^{d}
M_3I_1	۳/۰۴۳^{a}	۲/۷۴۷^{a}	۲۴/۲۵^{abc}	۵۷/۸۳^{ab}	۸۳/۹^{b}	۲۱/۶۸^{b}	۵۴/۵۲^{a}	۵۱/۰۲^{bcd}	۷۲۰/۹^{b}	۲/۳۸۸^{bc}	۴۸/۴۹^{bc}
M_1I_2	۲/۶۷۵^{ab}	۳/۸۳^{a}	۱۹/۶۶^{bcd}	۴۸/۵۸^{ab}	۶۲/۱^{b}	۱۸/۴^{b}	۵۴/۱۷^{a}	۵۴/۴^{bcd}	۷۳۶/۲^{b}	۱/۸۸۸^{de}	۳۲/۷۶^{cd}
M_2I_2	۲/۵۳۵^{ab}	۰/۹۹۷۵^{a}	۷/۳۲۷^{cd}	۴۵/۵۸^{ab}	۴۳/۵۶^{b}	۱۰/۶۶^{b}	۵۵/۳۶^{a}	۵۴/۱۴^{bcd}	۵۲۳^{bc}	۲/۳۱۳^{bc}	۲۳/۲^{cd}
M_3I_2	۳/۰۲^{a}	۲/۵۸۲^{a}	۱۶/۲۵^{cd}	۴۹/۵۸^{ab}	۵۰/۲۹^{b}	۱۳/۰۹^{b}	۵۶/۲۶^{a}	۴۷/۲۹^{cde}	۷۲۰/۱^{b}	۲/۴۲۵^{b}	۲۹/۸۴^{cd}
M_1I_3	۲/۵۶۳^{ab}	۱/۴۱۵^{a}	۳۸/۹۲^{a}	۵۷/۲۴^{ab}	۱۴۷/۲^{a}	۴۴/۱۲^{a}	۵۵/۵^{a}	۶۱/۱۸^{ab}	۱۳۸۱^{a}	۲/۸۳۵^{a}	۱۱۶/۷^{a}
M_2I_3	۲/۷۲۵^{ab}	۱/۲۴۷^{a}	۱۱/۶۶^{cd}	۵۵/۳۳^{ab}	۵۶/۵۹^{b}	۱۶/۰۷^{b}	۵۵/۲۸^{a}	۴۵/۶۷^{de}	۵۸۴/۵^{bc}	۱/۷۶۳^{e}	۲۶/۶۹^{cd}
M_3I_3	۲/۰۵۵^{b}	۱/۱۶۵^{a}	۲۱/۶۶^{b} cd	۴۳/۹۱^{b}	۴۲/۷۴^{b}	۱۱/۶۷^{b}	۵۲/۷۹^{a}	۳۸/۷۸^{e}	۴۲۹/۲^{c}	۱/۹۳۵^{de}	۲۰/۹۱^{d}

در هر ستون، میانگینهای دارای حروف مشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند.

M_1I_1: خرده چوب و آبیاری به میزان ۱۰۰درصد نیاز آبی گیاه، M_2I_1: پلاستیک سیاه و آبیاری به میزان ۱۰۰درصد نیاز آبی گیاه، M_3I_1: بدون پوشش و آبیاری به میزان ۱۰۰درصد نیاز آبی گیاه

M_1I_2: خرده چوب و آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، M_2I_2: پلاستیک سیاه و آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، M_3I_2: بدون پوشش و آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه

M_1I_3: خرده چوب و آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه، M_2I_3: پلاستیک سیاه و آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه، M_3I_3: بدون پوشش و آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه

جدول ۸- مقایسه میانگین صفات مربوط به خصوصیات رویشی و مواد موثره نعناء فلفلی (*Mentha piperita*) در دو چین

چین	فاصله میانگره (cm)	تعدادگل در بوته	تعداد شاخه در بوته	ارتفاع بوته (cm)	وزن تر بوته (g)	وزن خشک بوته (g)	شاخص کلروفیل	RWC (%)	سطح برگ (cm^2/p)	میزان اسانس (%v/w)	عملکرد اسانس (l/ha)
چین اول	۲/۷۲۱^{a}	۶/۰۵۲^{a}	۴/۹۳۹^{b}	۵۷/۰۳۵^{a}	۷۳/۰۸۹^{b}	۲۲/۴۶۶^{a}	۵۹/۱۶^{a}	۴۹/۶۳۹^{b}	۵۶۲/۴۶۷^{b}	۲/۳۷۶^{a}	۴۹/۵۳۶^{a}
چین دوم	۲/۷^{b}	۲/۰۷۸^{b}	۲۰/۲۳۷^{a}	۵۲/۳۰۲^{b}	۷۵/۶۹۶^{a}	۲۰/۲۹۹^{b}	۵۴/۰۵۱^{b}	۵۲/۸۸۸^{a}	۷۷۹/۷۸۶^{a}	۲/۱۵۹^{b}	۴۳/۰۷^{b}

حروف غیرمشابه در هر ستون، اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد را نشان می‌دهد.

مقایسه میانگین مربوط به چین نشان می‌دهد نعنا فلفلی در چین اول نسبت به چین دوم از رشد مناسب‌تری برخوردار بود، که علت آن علاوه بر طول دوره رشد زیاد گیاه می‌تواند روزهای آفتابی با دمای مناسب هوا باشد که سبب فتوسنتز بیش‌تر شده است و بیش‌ترین عملکرد اسانس را در چین اول تولید کرده است (جدول ۸). هم‌چنین در چین اول گیاه درجه روز بیش‌تری دما دریافت نمود و در نتیجه در طول روز بلندتر میزان تابش نیز بیش‌تر بوده است. گزارش شده است بیش‌ترین میزان اسانس در نور کامل خورشید حاصل می‌شود (۳۹). پژوهشگران اعلام کردند که میزان اسانس گیاهان تحت شرایط نور اضافی بیش‌تر از گیاهان تحت شرایط نور معمولی است و بیوسنتز اسانس بستگی زیادی به رژیم‌های نوری دارد (۹).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که، کاربرد مالچ چیپس چوب به همراه سطح سوم آبیاری (آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) بیش‌ترین عملکرد ماده خشک و عملکرد اسانس را در واحد سطح تولید نمود. لذا با توجه به کمبود منابع آبی در کشور و نیاز آبی بالای گیاه نعنا فلفلی می‌توان چنین نتیجه گرفت که استفاده از مالچ چیپس چوب ضمن این‌که سبب صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود، عملکرد در واحد سطح را نیز در این گیاه دارویی ارزشمند افزایش می‌دهد. لذا استفاده از مالچ چیپس چوب به منظور اصلاح شرایط تنش‌زا در این گیاه مناسب بوده و برای توسعه کشت این گیاه توصیه می‌شود.

منابع

۱- امید بیگی ر. و سورستانی م. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر برخی صفات مرفولوژی، میزان و عملکرد*Agastache foeniculum* [Pursh] Kuntze اسانس گیاه گل مکزیکی. مجله علوم باغبانی ۴۱: ۱۵۳-۱۶۱.

۲- باغانی ج.، دهقانی‌سانیج ح. و صدرقایینی ح. ۱۳۸۹. بررسی اثر خاکپوشه پلاستیکی و سطوح مختلف آب آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی خربزه در آبیاری قطره‌ای و زیر سطحی. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۴(۲): ۱۸۱-۱۷۵.

۳- باهر نیک ز.، رضایی م.ب.، عسگری ف.، عراقی م.ک. و قربانلی م. ۱۳۸۳. بررسی تغییرات متابولیسمی حاصل از تنش‌های خشکی در گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.). فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۰(۳): ۲۶۳-۲۷۵.

۴- باهر ز.، قربانلی م.ل.، رضایی م. ب. و میرزا م. ۱۳۷۹. بررسی اثر خشکی بر جوانه‌زنی، برخی جنبه‌های فیزیولوژیک، کمیت و کیفیت اسانس در مرحله گلدهی گیاه مرزه. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم.

۵- حسنی ع.، امید بیگی ر. و حیدری شریف آبادی ح. ۱۳۸۲. تأثیر سطوح مختلف رطوبت خاک بر رشد، عملکرد، وانباشت متابولیت‌های سازگاری در گیاه ریحان. مجله علوم خاک و آب ۱۷(۲): ۲۲۸-۲۱۸.

۶- حسنی ع. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر تنش کم آبی بر رشد، عملکرد و میزان اسانس گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*). فصلنامهٔ علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۲(۳): ۲۶۱-۲۵۶.

۷- عباس‌زاده ب.، شریفی عاشور آبادی ا.، لباسچی م.ح.، نادری م. و مقدمی ف. ۱۳۸۶. اثر تنش خشکی بر میزان پرولین، قندهای محلول، کلروفیل و آب نسبی (RWC) بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۳(۴): ۵۱۳-۵۰۴.

۸- کافی م.، برزوئی الف.، صالحی م.، کمندی ع.، معصومی ع. و نباتی ج. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۹- نقدی بادی ح. ع.، یزدانی د.، نظری ف. و ساجد م. ع. ۱۳۸۱. تغییرات فصلی، عملکرد و ترکیبات اسانس آویشن (*Thymus vulgaris* L.) در تراکم‌های کاشت. فصلنامه گیاهان دارویی :۵: ۵۱-۵۶.

10- Alkire B.H., and Simone J.E. 1992. Water management for midwestern pepper mint (*Mentha piperitir* L.) growing in highly organic soils. Indian Acta Horticulture, 344: 544-556.

11- Allen R.G., Preira L.S., Raes D., and Smith M. 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirement. FAO Irrigation and Drainage paper, NO.56, Rome, Italy. 301 p.

12- Chevallier A. 2005. The Encyclopedia of Medicinal Plants. 4th ed. London: WB Saundera Company, 33-41.

13- Clark R.J., and Menary R.C. 1980. The effect of irrigation and nitrogen on the yield and composition of peppermint oil (*Mentha piperita*). Australian Journal of Agricultural Research, 31: 489–498.

14- Dasha R., Muni R., and Ranjet S. 2006 .Optimization of water and nitrogen application to menthol mint (*Mentha arvensis* L.) through sugarcane trash mulch in a sandy loam soil of semi-arid subtropical climate. Bioresource Technology, 97: 886-893.

15- Fleming W.C. 2004. The rewiew of natural products (1th ed). USA: Facts and Comparosons, 702-9.

16- Hasiao T.C. 1973. Plant responses to water stress. Annual Review of Plant Physiology, 24: 519-570.

17- Hong-Bo Sh., Li-Ye Ch., Cheruth A.J., and Chang-Xing Z. 2008. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. Current Research in Biologies, 331: 215–225.

18- Johnson L.U.E. 1995. Factors affecting growth and the yield of oil in Spanish thyme (*Lippia micromera* Schou). St. Augustine (Trinidad and Tobago) 132 p.

19- Keville K. 2000. Peppermint for irritable bowel syndrome. Better Nutrition, 62(8): 21-3.

20- Lal R. 1974. Soil temperature, soil moisture and maize yield from mulched and unmulched tropical soils. Plant and Soil Sciences, 40: 129–143.

21- Lawrence B.M. 2006. Mint, the genus Mentha. CRC press. North Carolina USA. 576 p.

22- Levitt J. 1980. Response of plants to environmental stresses, Vol. 2, water, radiation, salt and other Stresses. Academic press, New York, 650 p.

23- Mandal B.K., Ray P.K., and Dasgupta S. 1986. Water use by wheat, chickpea and mustard grown as sole crops and intercrops. Indian Journal of Agricultural Sciences, 56: 187-193.

24- Manoj K.S., and Swaran S.S. 2008. Planting date, mulch, and herbicide rate effects on the growth, yield, and physicochemical properties of menthol Mint (*Mentha arvensis*). Weed Technology, 22: 691–698.

25- Mirsa A., and Strivastava N.K. 2000. Influence of water stress on Japanese mint. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 7: 51–58.

26- Mitchell A.R. 1997. Irrigating pepper mint, EM 8662. Oregan State University Extension Service, Corvallis.
27- Mitchell A.R., and Yang C.L. 1998. Irrigation of pepper mint for optimal yield. Soil Science Society of America, 62:1405-1409.
28- Patra D.D., Ram M., and Singh D.V. 1993. Influence of straw mulching on fertilizer nitrogen use efficiency, moisture conservation and herb and essential oil yield in Japanese mint (*Mentha arvensis* L.). Fertilizer Research, 34: 135-139.
29- Ram M., Ram D., and Roy S.K. 2003. Effect of an organic mulching on fertilizer nitrogen use efficiency and herb and essential oil yields in geranium (*Pelargonium graveolens*). Bioresource Technology, 87: 273–278.
30- Ram M., Ram D., and Singh S. 1995. Irrigation and nitrogen requirements of Bergamot mint on a sandy loam soil under sub-tropical conditions. Agricultural Water Management, 27: 45-54.
31- Refaat A.M., and Saleh M.M. 1997. The combined effect of irrigation intervals and foliar nutrition on sweet basil plants. Bulletin of Faculty of Agriculture University of Cairo, 48: 515-527.
32- Saxena A., and Singh J.N. 1995. Effect of irrigation, mulch and nitrogen on yield and composition of Japanese Mint (*Mentha arvensis* L. subsp. haplocalyx var. piperascens) oil. Agronomy and Crop Science, 175:183-188.
33- Shrivastava P.K., Parikh M.M., Sawani N.G., and Raman S. 1994. Effect of drip irrigation and mulching on tomato yield. Agricultural Water Management, 25: 179-184.
34- Singh, M., Sharma, S., and Ramesh, S. 2002. Herbage, oil yield and oil quality of patchouli (*Pogostemon cablin* [Blanco] Benth.) influenced by irrigation, organic mulch and nitrogen application in semi-arid tropical climate. Industrial Crops and Products, 16: 101-107.
35- Singh, S., Singh, A., and Singh, V.P. 1999. Use of dust mulch and antitranspirant for improving water use efficiency of menthol mint (*Mentha arvensis*). Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences 21(1): 29-33.
36- Smith J.A.C., and Griffiths H. 1993. Water deficits, plant responses from cell to community. Bios, Scientific Publishers.
37- Thomas W., Ley M.S., and Robert G.S. 2003. Mint Irrigation Management. Washington State University. Bulletins No. 4827: 1-3. http://pubs.wsu.edu.
38- Tiwari K.N., Mal P.K., Singh R.M., and Chattopadhyay A. 1998. Response of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.) to drip irrigation under mulch and non-mulch conditions. Agricultural Water Management, 38: 91-102.
39- Yonli L., Craker L.E. and Potter T. 1997. Effect of light level on essential oil production of sage (*Salvia officinalis* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.). Horticulture, 67: 797-802.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۲۹-۲۲
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 22-29
ISSN: 2008 - 4730

مقایسه صفات کمی و کیفی چهار رقم نارنگی تجاری (*Citrus reticualta* Blanco) روی پایه فلائینگ‌دراگون (*Poncirus trifoliata* var. monstrosa)

ابراهیم عابدی قشلاقی[1*]- رضا فیفایی[2]- داود جوادی مجدد[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۰۶

چکیده

فلائینگ‌دراگون یکی از پایه‌های مرکبات بوده که به عنوان پایه پاکوتاه کننده امیدبخش در جهان شناخته شده است. این آزمایش برای بررسی صفات کمی و کیفی چهار رقم نارنگی (انشو، کلمانتین، پیج و یونسی) روی پایه فلائینگ دراگون در ایستگاه تحقیقات آستارا انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار در۳ تکرار اجرا شد. صفات کمی، کیفی میوه و صفات رویشی به ترتیب به مدت ۳، ۶ و یک سال مورد بررسی قرار گرفت. عملکرد به طور معنی‌دار تحت تاثیر رقم و سال قرار گرفت و بیشترین میزان، در سال آخر آزمایش از رقم یونسی و کمترین میزان در سال پنجم آزمایش از رقم انشو مشاهده شد. میانگین وزن میوه و TSS/TA به‌طور معنی‌دار تحت تاثیر اثر برهمکنش سال و رقم قرار گرفت. بیشترین میانگین وزن میوه از رقم یونسی در سال ۸۵ و بیشترین میزان TSS/TA در سال ۸۸ از رقم کلمانتین مشاهده شد. رقم انشو به‌طور معنی‌دار بیشترین میزان شاخص سال‌آوری و رقم پیج کمترین میزان را نشان داد. بیشترین کارایی عملکرد، عملکرد تجمعی و ارتفاع نهال در رقم یونسی و بیشترین پهنا و تاج در رقم انشو مشاهده شد. کمترین عملکرد و اندازه درخت از رقم پیج مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: فلاینگ دراگون، نارنگی، عملکرد، مورفولوژی

مقدمه

فلائینگ‌دراگون یکی از پایه‌های مرکبات بوده که به عنوان پایه پاکوتاه کننده امیدبخش در جهان شناخته شده است. پایه مذکور یکی از ارقام پونسیروس بوده و تمام خصوصیات پایه پونسیروس شامل مقاومت به گموز، تریستیزا، سرما، کیفیت خوب میوه و مقاومت به تنش خشکی را دارد و به علاوه به جهت قدرت پاکوتاه‌کنندگی، می توان با استفاده از آن تعداد درخت در واحد سطح را افزایش داد (۲ و ۷). چگونگی رشد درختان مرکبات از حیث ارتفاع و پخش شدن شاخه‌ها تابعی از ساختار ژنتیکی ارقام و گونه‌ها می‌باشد. از طرف دیگر اندازه درخت نیز تحت تاثیر پایه نیز قرار می‌گیرد. انتخاب پایه می‌تواند بر اساس عواملی نظیر موقعیت منطقه، شرایط آب هوایی محل، شرایط خاکی، ژنوتیپ رقم و موارد استفاده محصول باشد (۵). کشت متراکم مرکبات در بیشتر کشورهای عمده تولید کننده مرکبات مانند ایتالیا، برزیل، افریقای جنوبی و ایالت‌های کالیفرنیا و فلوریدای آمریکا برای بازگشت سریع سرمایه و کاهش هزینه‌های تولید به طور فعال در حال انجام است (۱۶).

آزمایش‌ها موفقیت پایه فلائینگ دراگون را در ژاپن (۱۳)، برای کنترل اندازه درخت تائید کرد. فلائینگ‌دراگون بطور قابل‌ملاحظه‌ای بعد از اینکه درختان در فصل چهارم رشدشان، قابلیت تولید میوه را یافتند ارتفاع و حجم تاج را کاهش داد. آزمایشی که توسط دوران- ویل و همکاران (۹) برای کنترل اندازه درخت و کشت متراکم انجام شد، نشان داد که درختان روی پایه‌های مختلف در کشت متراکم اندازه کوچک‌تری داشتند. مارش گریپ فروت و پرتقال والینسا در روی پایه‌هایی مانند فلائینگ دراگون و پونسیروس و نارنگی شانگشا[4] نسبت به پایه رافلمون کارایی بهتری نشان دادند. پژوهش‌های انجام شده توسط روز (۱۶) نشان داد که درختان پیوند شده روی پایه فلائینگ‌دراگون بعد از ۱۴ سال دارای قدرت پاکوتاه‌کنندگی بودند. در بررسی اثرات ۲۱ پایه مختلف بر پرتقال والنسیا (۲۰)، ارتفاع نهال و

۱و ۳- مربیان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان
(*- نویسنده مسئول: Email: eabedig@yahoo.com)
۲- مربی موسسه تحقیقات مرکبات کشور

4 -Changsha (*C. reticulata* Blanco)

مساحت مقطع عرضی تنه[1] بوسیله پایه تحت تاثیر قرار گرفت. بیشترین میزان ارتفاع و مساحت مقطع عرضی تنه در پایه "وانگاسای لمون"[2] و کمترین در پایه نارنج شماره ۲ و HRS939 (دورگه فلاینگ دراگون و پوملوی ناکورن[3]) مشاهده شد. در این آزمایش پایه‌های دورگه فلائینگ دراگون نسبت به پایه‌های استاندارد ارتفاع و مساحت مقطع عرضی تنه کمتری را پس از ۵-۶ سال نشان دادند.

در آزمایش انجام شده در ایستگاه خرم آباد تنکابن (۴) برای بررسی و انتخاب مناسب‌ترین فاصله کاشت رقم تامسون ناول روی پایه فلائینگ دراگون، در پایان سه ساله اول طرح صفات رویشی مانند حجم تاج، ارتفاع نهال و قطر تنه تحت تاثیر تیمارهای مختلف فاصله کشت قرار نگرفت، ولی اختلافاتی در صفات ذکر شده در سال‌های مختلف مشاهده شد. برای بررسی کارایی تاهیتی لایم روی پایه فلائینگ‌دراگون در فواصل کاشت مختلف، آزمایشی در برزیل انجام شد (۱۸)، نتایج نشان داد که فاصله کشت ۴× ۱ متر نسبت به فواصل کشت دیگر (۴×۱/۵، ۴×۲ ، ۴×۲/۵ متر) قطر تاج درخت را افزایش داد. ارتفاع نهال در این آزمایش بوسیله تیمار فاصله کشت تحت تاثیر قرار نگرفت. بررسی کارایی درختان، عملکرد و کیفیت محصول نارنگی "آکیتسو" ساتسوما[4] روی ۱۲ پایه مختلف در برزیل نشان داد که پایه فلائینگ‌دراگون اثر منحصر به فردی از قبیل حجم تاج کمتر، کارایی عملکرد و کیفیت میوه بیشتر نسبت به پایه‌های دیگر دارد و می‌تواند برای کشت متراکم مناسب باشد. پایه رانگپورلایم میوه‌های زودرس، با کیفیت پایین تولید کرد. پایه‌های نارنگی "سانکی" و "سان چو شا کات" کارایی عملکرد پایین و مواد جامد محلول کمتری نسبت به پایه رانگپور لایم تولید کردند (۸).

در بررسی چهار رقم نارنگی انشو، کلمانتین، پیج و یونسی روی پایه سیترومله، از نظر آماری رقم یونسی نسبت به ارقام دیگر بیشترین عملکرد و قطر میوه را نشان داد. در این آزمایش ضخامت پوست و pH میوه ارقام انشو، پیج و یونسی نسبت به کلمانتین بیشتر بود. کلمانتین میزان اسیدیته کمتری نسبت سه رقم دیگر نشان داد (۳). در مطالعه اثر۸ پایه مختلف بر خصوصیات کمی وکیفی نارنگی پیج در شمال ایران، از بین صفات مورد اندازه گیری فقط نسبت پوست به گوشت میوه تفاوت معنی‌داری نشان داد و بقیه صفات تحت تاثیر نوع پایه قرار نگرفت (۱).

افزایش عملکرد در واحد سطح از طریق افزایش تراکم کاشت با استفاده از پایه‌های پاکوتاه اهمیت خاصی دارد. فلائینگ‌دراگون تنها پایه مرکبات است که علاوه بر اثرات مطلوب برصفات کمی و کیفی میوه، خاصیت پاکوتاه کنندگی نیز دارد، با این حال، در ایران پژوهش کمتری بر روی این پایه انجام شده است. بنابراین این آزمایش برای بررسی صفات کمی و کیفی چهار رقم نارنگی تجاری در ایران (انشو، کلمانتین، یونسی و پیج) روی پایه فلائینگ‌دراگون در تراکم کشت بالا و در ایستگاه تحقیقات آستارا انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۹برای بررسی صفات کمی و کیفی چهار رقم نارنگی تجاری و زودرس شامل انشو، کلمانتین، پیج و یونسی روی پایه فلاینگ دراگون که در سال ۱۳۸۱ با فاصله ۴×۲ متر در ایستگاه تحقیقات آستارا کشت شده بودند، به مدت ۶ سال انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار و ۱۲ درخت برای هر تیمار (۲ درخت وسطی برای داده‌برداری استفاده شد) در۳ تکرار اجرا شد. کلیه مراقبت‌های داشت شامل تغذیه،آبیاری، سمپاشی و ... برای همه تیمارها به طور یکسان انجام گرفت. برای جلوگیری از شکستن شاخه‌های مرکبات در اثر بار محصول و برف‌های سنگین زمستانه (به‌خصوص نارنگی یونسی و کلمانتین) از قیم استفاده شد. میوه‌ها هر سال در اوایل آذر ماه برداشت و رکوردگیری شدند. برای تعیین میانگین وزن میوه ، از هر درخت ۲۵ نمونه میوه در ۴ سمت درخت انتخاب و برداشت شد و مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از داده‌برداری در سال آخر آزمایش، تجزیه واریانس مرکب ۶ ساله بر روی صفات کمی میوه از قبیل میانگین وزن میوه، عملکرد تک درخت، عملکرد در هکتار و تجزیه واریانس مرکب ۵ ساله روی داده‌های شاخص سال‌آوری انجام گرفت. شاخص سال‌آوری از تقسیم تفاوت عملکرد هر درخت در دو سال پیاپی بر مجموع عملکرد همان دو سال و ضرب حاصل در عدد ۱۰۰ محاسبه شد (۱۷). برای بررسی و ارزیابی متغییرهای عملکرد تک درخت، کل میوه هر تک درخت برداشت، وزن و محاسبه شد. مواد جامد محلول به‌وسیله قند سنج دستی و میزان اسید کل با روش تیتراسیون با سود ۰/۲ نرمال انجام شد. در سه سال آخر آزمایش خصوصیات کیفی میوه مانند، درصد TSS، درصد TA، TSS/TA، ضخامت پوست میوه، شکل میوه، حجم، چگالی و درصد آبمیوه به عنوان متغیر مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفتند و بر روی این داده‌ها تجزیه واریانس مرکب ۳ ساله انجام شد.

در پایان آزمایش (سال آخر)، علاوه بر صفات زایشی، نسبت قطر پایه به پیوندک، ارتفاع نهال، عرض تاج و حجم تاج به عنوان متغیر صفات رویشی، هم‌چنین عملکرد تجمعی شش ساله و کارایی عملکرد (از تقسیم عملکرد بر حجم تاج) مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفتند (۲۲). داده‌ها با استفاده ازآزمون چند دامنه ای دانکن در نرم افزار MSTAC تجزیه شدند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح آماری ۱درصد انجام گرفت.

1- TCA (trank cross-sectional area)
2- Vangasay Lemon
3- Flying dragon× Nakorn pummelo
4- ‘Okitsu’ Satsuma mandarin

جدول ۲- تغییرات صفات کمی و کیفی میوه در چهار رقم نارنگی تجاری

متغیرها / ارقام	عملکرد (کیلوگرم در هر درخت)	تولید (تن در هر هکتار)	وزن میوه (گرم)	شاخص سال آوری (درصد)	شکل میوه (نسبت طول به قطر)	حجم میوه (میلی لیتر)	مواد جامد محلول (درصد)	اسید تیتراسیون (درصد)	نسبت مواد جامد محلول به اسید	آب میوه (درصد)
انشو	۱۰/۱۲ab†	۱۲/۶۵ab	۱۰۵/۹b	۵۳/۹۷a	۰/۸۱b	۱۰۷/۸b	۹/۲۹c	۰/۹۴ab	۹/۸۵ c	۳۹/۸۵a
کلمانتین	۸/۱۵bc	۱۵/۹۲a	۹۲/۸۰c	۳۲/۹۲ab	۰/۸۹a	۱۵۳/۳a	۱۰/۰۹b	۰/۶۷c	۱۵/۱۲ a	۳۴/۵۸b
پیج	۵/۸۹c	۷/۳۶c	۱۳۶/۶a	۲۴/۳۹b	۰/۷۹b	۱۳۶/۹a	۱۰/۹۹a	۰/۸۴b	۱۳/۰۶ b	۳۸/۶۵ab
یونسی	۱۲/۷۴a	۱۰/۱۹bc	۱۳۹/۶a	۵۰/۰۹a	۰/۸۴ab	۹۹/۳۳b	۱۰/۲۷b	۱/۰۳a	۹/۹۷ c	۳۵/۲۲b

†اعدادی که در هر ستون دارای حروف مشترک می باشند از نظر آماری در سطح ۱ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۱- اثر سال بر صفات کمی و کیفی میوه در چهار رقم نارنگی تجاری

متغییرها / سال	عملکرد (کیلوگرم در هر درخت)	تولید (تن در هر هکتار)	وزن میوه (گرم)	ضخامت پوست (میلی‌متر)	حجم میوه (میلی‌لیتر)	آب میوه (درصد)	مواد جامد محلول (درصد)	اسید تیتراسیون (درصد)
۱۳۸٤	۶/۲۲b†	۷/۷۸b	۱۱۳/۰bc	-------	--------	--------	-------	-------
۱۳۸۵	۵/۱۳b	۶/۴۲b	۱۳۸/۱a	--------	--------	--------	-------	--------
۱۳۸٦	۱۰/۵۰ab	۱۳/۱۲ab	۱۲۳/۵b	--------	--------	--------	-------	--------
۱۳۸۷	۸/۸۵ab	۱۱/۰۶ab	۱۰۴/۸c	۲/ ۶۷b	۱۰۷/۳b	۳۸/ ۵۰a	۱۰/۹۹a	۰/۹۲a
۱۳۸۸	۱۰/۱۴ab	۱۲/۶۷ab	۱۱۸/۸b	۳/۱۸ab	۱۲۱/۴a	۳۴/۰۷b	۹/۳۳b	۰/۸۶b
۱۳۸۹	۱۴/۵۱a	۱۸/۱۴a	۱۱۴/۲bc	۳/۷۳a	۱۳۰/۸a	۳۸/۶۵a	۱۰/۱۶ab	۰/۸۲b

†اعدادی که در هر ستون دارای حروف مشترک می باشند از نظر آماری در سطح ۱درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتایج

عملکرد و تولید

باتوجه به نتایج، علاوه بر سال و رقم به تنهایی (جداول ۱ و ۲)، نوع رقم در برهمکنش با سال نیز اثر معنی‌داری بر عملکرد درختان نشان دادند و با افزایش سن درختان میزان محصول افزایش نشان داد (جدول۳)، با این وجود، یک روند تناوب باردهی با شدت‌های مختلف در ارقام نمایان بود (جدول۲). بیشترین میزان عملکرد در سال آخر آزمایش روی رقم یونسی بود که با میزان محصول همین رقم در سال‌های ۸۶ و ۸۸ و رقم انشو در سال ۸۶ اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین میزان عملکرد در سال ۸۸ در رقم انشو و سال ۸۵ در رقم کلمانتین مشاهده شد. به‌طوری‌که میزان محصول درختان در طول ۶ سال ۳ برابر افزایش نشان داد (جدول۱)، و بین ارقام کم محصول و پر محصول نارنگی در طول این مدت ۹ برابر اختلاف مشاهده شد (جدول۳).

میانگین وزن میوه و شکل میوه

نتایج نشان داد که میانگین وزن میوه ارقام در سال‌های مختلف اختلاف آماری معنی‌داری باهم دیگر دارند (جداول۲،۱،۳). میانگین وزن میوه ارقام یونسی و پیج نسبت به دو رقم دیگر بزرگ‌تر بود که نسبت به هم اختلاف آماری معنی‌دار نشان ندادند. سبک‌ترین میوه در رقم کلمانتین بود و رقم انشو میوه‌هایی با وزن متوسط تولید کرد. سنگین‌ترین میوه در سال ۸۵ در ارقام پیج و یونسی و سبک‌ترین آن در سال ۸۷ در رقم کلمانتین مشاهده شد. ارقام مورد بررسی از نظر شکل میوه، میوه‌های پختی تولید می‌کنند با این وجود، مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که رقم کلمانتین نسبت به ارقام دیگر میوه‌های کشیده‌تر (۰/۸۹) تولید کردند، کمترین نسبت طول به قطر میوه در رقم یونسی (۰/۷۹) مشاهده شد (جدول۲).

حجم و چگالی میوه

نتایج نشان داد که میانگین حجم میوه تحت تاثیر سال و نوع رقم قرار گرفت و اثر برهمکنش سال و نوع رقم آن را تحت تاثیر قرار نداد (جدول ۱ و ۲). میوه‌های رقم پیج با میانگین ۱۳۶/۹ میلی‌لیتر درشت‌ترین و رقم کلمانتین با ۹۹/۳۳ میلی‌لیتر کوچک‌ترین میوه را تولید کردند. از نظر میانگین حجم میوه ارقام پیج، یونسی و ارقام انشو و کلمانتین نسبت به هم اختلاف معنی‌دار نشان ندادند. چگالی میوه تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده قرار نگرفت.

درصد آبمیوه و ضخامت پوست میوه

تجزیه واریانس داده نشان داد که درصد آبمیوه از نظر آماری بوسیله اثر سال آزمایش، نوع رقم تحت تاثیر قرار گرفت و به‌وسیله برهمکنش سال و نوع رقم تحت تاثیر قرار نگرفت. مقایسه میانگین داده‌های سال آزمایش بر روی درصد آبمیوه نشان داد که میوه‌ها در سال آخر آزمایش نسبت به سال قبل از آن درصد آب بیشتری داشتند (جدول۱). در بررسی اثر نوع رقم بر میانگین درصد آبمیوه، داده‌ها نشان داد که رقم انشو با ۳۹/۸۵ درصد بیشترین و رقم کلمانتین با ۳۴/۵۸ درصد کمترین آبمیوه را داشتند، اگرچه درصد آبمیوه ارقام یونسی، کلمانتین و پیج نسبت به هم اختلاف آماری معنی‌داری نداشت (جدول۲). با توجه به نتایج، ضخامت پوست میوه تحت تاثیر رقم قرار نگرفت، ولی بوسیله سال تحت تاثیر قرار گرفت به‌طوری‌که بیشترین میزان در سال ۸۹ و کمترین آن در سال ۸۷ مشاهده شد (جدول۱).

مواد جامد محلول میوه (TSS میوه) و اسید قابل تیتراسیون میوه (TA میوه)

نتایج نشان داد که TSS میوه از نظر آماری تحت تاثیر سال و نوع رقم قرار گرفت ولی اثر برهمکنش سال و نوع رقم آن را تحت تاثیر قرار نداد (جداول ۱و ۲). مقایسه میانگین داده‌های ۳ سال آزمایش بر روی TSS میوه نشان داد که میوه‌ها در سال ۸۷ و ۸۹ نسبت به سال ۸۸ TSS بیشتری داشتند. در بررسی اثر نوع رقم بر میانگین TSS میوه، داده‌ها نشان داد که رقم پیج با ۱۰/۹۹درصد بیشترین و رقم انشو با ۹/۲۹درصد کمترین TSS را داشتند، با این وجود، TSS میوه ارقام یونسی و کلمانتین نسبت به هم اختلاف آماری معنی‌داری نداشت.

نتایج نشان داد که TA میوه از نظر آماری بوسیله سال، نوع رقم، و برهمکنش سال و نوع رقم تحت تاثیر قرار گرفت (جداول ۱، ۲ و ۳). بررسی اثر برهمکنش نوع رقم و سال بر میانگین TA میوه، داده‌ها نشان داد که رقم یونسی با میانگین ۱/۲۵درصد در سال ۸۷ بیشترین و رقم کلمانتین با میانگین ۰/۶۰درصد در سال ۸۸ کمترین TA را داشتند، با این وجود، TA میوه ارقام یونسی و انشو نسبت به هم اختلاف آماری معنی‌داری نشان ندادند.

نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون میوه (TSS/TA میوه)

تجزیه واریانس داده نشان داد که TSS/TA میوه از نظر آماری بوسیله نوع رقم، برهمکنش سال و نوع رقم تحت تاثیر قرار گرفت (جداول ۲ و ۳). در بررسی اثر نوع رقم بر میانگین TSS/TA میوه، داده‌ها نشان داد که رقم کلمانتین ۱۵/۱۸ بیشترین و رقم یونسی با ۱۰/۱۷ کمترین مقدار را نشان دادند. ارقام یونسی و انشو از نظر

TSS/TA میوه نسبت به هم اختلاف آماری معنی‌داری نشان ندادند. در بررسی اثر برهمکنش سال و نوع رقم بر میانگین TSS/TA میوه ، داده‌ها نشان داد که در سال ۸۸ رقم کلمانتین بیشترین میزان و در همان سال رقم انشو کمترین میزان را نشان داد (جدول۲)، با این وجود میانگین TSS/TA میوه رقم نارنگی کلمانتین در ۳ سال متوالی از نظر آماری اختلاف معنی‌دار نداشت و نسبت به ارقام دیگر بیشترین بود.

کارایی عملکرد و عملکرد تجمعی

نتایج نشان داد که کارایی عملکرد میوه به طور معنی‌دار تحت تاثیرنوع رقم بود (جدول۴)، بطوریکه رقم یونسی با میانگین ۴/۹۹ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین و رقم انشو با میانگین ۱/۵۳ کیلوگرم بر مترمکعب کمترین میزان را نشان دادند. ارقام انشو، پیج و کلمانتین از نظر کارایی عملکرد نسبت به هم اختلاف آماری معنی‌داری نشان ندادند. از نظر عملکرد تجمعی، اختلاف بین ارقام بیش از دو برابر بود بطوریکه رقم یونسی با ۷۴/۴۴ کیلوگرم بیشترین و رقم پیج با ۳۵/۵۸ کیلوگرم کمترین مقدار را نشان دادند. ارقام انشو و کلمانتین از نظر عملکرد تجمعی نسبت به هم اختلاف معنی‌دار نشان ندادند.

صفات رویشی

علاوه بر صفات زایشی، نسبت قطر پایه به پیوندک، ارتفاع نهال، پهنای درخت و حجم تاج به عنوان متغییر صفات رویشی نیز مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به نتایج حاصل، نسبت قطر پایه به پیوندک بوسیله نوع رقم تحت تاثیر قرار نگرفت ولی ارتفاع، پهنا و حجم تاج درخت به‌طور معنی‌دار تحت تاثیر قرار گرفت.

جدول ۳- اثر برهمکنش سال و نوع رقم بر صفات کمی و کیفی میوه در چهار رقم نارنگی تجاری

متغیرها		عملکرد (کیلوگرم در هر درخت)	تولید (تن در هکتار)	وزن میوه (گرم)	اسید تیتراسیون (درصد)	نسبت مواد جامد محلول به اسید
سال	رقم					
۱۳۸۴	انشو	۷/۰۰d-g†	۸/۷۵c-f	۹۹/۵۲e-h	-----	-----
۱۳۸۴	کلمانتین	۴/۹۶fg	۶/۲۰ef	۹۲/۹۲f-h	-----	-----
۱۳۸۴	پیج	۳/۷۶fg	۴/۷۱ef	۱۴۲/ ۵bc	-----	-----
۱۳۸۴	یونسی	۹/۱۶d-g	۱۱/۴۶c-f	۱۱۷/ ۲b-h	-----	-----
۱۳۸۵	انشو	۷/۳۳d-g	۹/۱۶c-f	۱۱۷/۴b-h	-----	-----
۱۳۸۵	کلمانتین	۲/۵۰g	۳/۱۲f	۹۵/۶۳e-h	-----	-----
۱۳۸۵	پیج	۴/۷۲fg	۵/۹۰ef	۱۴۸/۵a	-----	-----
۱۳۸۵	یونسی	۵/۹۸e-g	۷/۴۸d-f	۱۵۰/۹a	-----	-----
۱۳۸۶	انشو	۹/۴۰c-g	۱۱/۷۵c-f	۱۱۴/۹b-h	-----	-----
۱۳۸۶	کلمانتین	۸/۰۰d-g	۱۰/۰۰ c-f	۸۳/۳۸h	-----	-----
۱۳۸۶	پیج	۶/۹۱d-g	۸/۶۳ c-f	۱۳۷/۸bc	-----	-----
۱۳۸۶	یونسی	۱۷/۶۷a-c	۲۲/۰۹ab	۱۲۰/۷b-g	-----	-----
۱۳۸۷	انشو	۲۰/۴۷ab	۲۲/۵۸a	۸۷/۴۷gh	۰/۷۸b-d	۱۳/۴۲a-d
۱۳۸۷	کلمانتین	۵/۹۳e-g	۷/۴۱d-f	۸۲/ ۳۳h	۰/۷۲cd	۱۵/۰۰ab
۱۳۸۷	پیج	۴/۹۰fg	۶/۱۲ef	۱۲۵/۴b-f	۰/۹۵b	۱۲/۴۵b-d
۱۳۸۷	یونسی	۴/۰۸fg	۵/۱۰ef	۱۲۴/۱b-f	۱/۲۵a	۸/۹۳ef
۱۳۸۸	انشو	۲/۴۳g	۳/۰۴f	۱۱۴/۴b-h	۱/۲۲a	۶/۵۲f
۱۳۸۸	کلمانتین	۱۲/ ۲۰b-f	۱۵/۲۵b-e	f- h۹۲/۵۳	۰/۹۸b	۱۵/۸۴a
۱۳۸۸	پیج	۸/۳۸d-g	۱۰/۴۸c-f	۱۳۸/ ۲bc	b-d۰/۷۸	۱۳/۴۴a-d
۱۳۸۸	یونسی	۱۷/۵۳a-c	۲۱/۹۲ab	۱۳۰/۰b-e	bc۰/۸۶	۱۱/۰۵c-e
۱۳۸۹	انشو	۱۴/۰۸a-e	۱۷/۶۰a-d	۱۰۲/ ۰d-h	۰/۸۳bc	۱۱/۴۴c-e
۱۳۸۹	کلمانتین	۱۵/۳۲a-d	۱۹/۱۵a-c	۹۰/ ۰f-h	۰/۶۸cd	۱۴/۷۰ab
۱۳۸۹	پیج	۶/ ۶۴e-g	۸/۲۹d-f	۱۴۵/ ۳b	۰/۷۹b-d	۱۳/۷۹a-c
۱۳۸۹	یونسی	۲۲/۰۱a	۲۷/۵۱a	۱۳۶/۷b-d	۰/۶۰d	۱۰/۵۴d-e

†اعدادی که در هر ستون دارای حروف مشترک می باشند از نظر آماری در سطح ۱ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ٤- تغییرات صفات رویشی،کارایی عملکرد و عملکرد تجمعی در چهار رقم نارنگی تجاری

متغیرها / ارقام	نسبت قطر پایه به پیوندک	ارتفاع درخت (متر)	پهنای درخت (متر)	حجم تاج (متر مکعب)	کارایی عملکرد (کیلو گرم بر متر مکعب)	عملکرد تجمعی هردرخت (کیلو گرم)
انشو	۱/۷۹a†	۲/۴۳ ab	۲/۷۱a	۹/۴۸a	۱/۵۳b	۶۰/۵۶b
کلمانتین	۲/۲۹a	۲/ ۵۸ a	۲/۲۳b	۶/۷۵ab	۲/۳۰b	۴۸/ ۹۲bc
پیج	۱/۷۳a	۲/۰۶ b	۱/۷۴c	۳/ ۳۳b	۲/۰۱b	۳۵/۳۸c
یونسی	۲/۲۲a	۲/۶۹ a	۱/۸۳bc	۴/۷۶b	۴/۹۹a	۷۴/۴۴a

†اعدادی که در هر ستون دارای حروف مشترک می باشند از نظر آماری در سطح ۱ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

در بین ۴ رقم مورد بررسی، رقم یونسی از نظر ارتفاع درخت با میانگین ۲/۶۹ متر بیشترین و رقم پیج با میانگین ۲/۰۶ متر کمترین میزان را نشان دادند (جدول ۴). در بررسی اندازه پهنای درختان، رقم انشو با میانگین ۲/۷۱ متر بیشترین و رقم پیج با ۱/۷۴ متر کمترین میزان را نشان دادند (جدول۴). با توجه به نتایج حاصل ، رقم انشو از نظر حجم تاج با میانگین ۹/۴۸ مترمکعب بیشترین و رقم پیج با میانگین ۳/۳۳ مترمکعب کمترین میزان را نشان دادند (جدول۴)، با این وجود ارقام کلمانتین، پیج و یونسی از نظر حجم تاج باهم دیگر اختلاف معنی‌دار نشان ندادند.

بحث و نتیجه‌گیری

اثر سال بر میزان عملکرد و صفات کمی و کیفی میوه ، می‌تواند ناشی از شرایط آب و هوایی، تغذیه درختان، آفات و بیماری‌ها، اندازه درخت و میزان بار محصول در سال‌های مختلف باشد (۴ و ۶). تفاوت معنی‌دار بین عملکرد این ۴ رقم را می‌توان به اختلاف ژنتیکی ارقام نسبت داد (۴ و ۵). رقم یونسی در سال آخر آزمایش نسبت به سال‌های قبل و ارقام دیگر عملکرد بیشتری تولید کرد و با توجه به حجم تاج کمتر و عملکرد تک درخت بیشتر، میزان کارایی این رقم نسبت به ارقام دیگر معنی‌دار بود، به‌طوری‌که این میزان بیش از ۲ برابر ارقام دیگر بود. رقم یونسی روی این پایه نسبت به رقم پیج شاخص سال‌آوری بیشتری را نشان داد. نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات ابراهیمی و نعمت الهی همسویی دارد که در آزمایش آن‌ها نیز رقم یونسی روی پایه سیترومیلو نسبت به ارقام انشو، کلمانتین و پیج بیشترین عملکرد را نشان داد (۳). هم‌چنین یافته‌های ما در ارتباط با اثر سال روی صفات کمی و کیفی میوه با نتایج حاصل از یافته‌های بررسی دو رقم نارنگی "فالگلو"[1] و "سان براست"[2] روی چهار پایه مختلف (۱۵) و بررسی نارنگی "انکیو"[3] به مدت ۷ سال روی ۵ پایه مختلف (۱۱) مطابقت دارد که در این تحقیق‌ها نیز صفات کمی و کیفی میوه تحت تاثیر سال آزمایش قرار گرفت.

اختلاف بین میانگین وزن میوه ارقام مختلف در سال‌های مورد آزمایش نزدیک به ۷۰ گرم بود که اندکی کمتر از میانگین وزن میوه رقم کلمانتین است. ارقام یونسی و پیج از نظر ژنتیکی میوه‌های درشت‌تری نسبت به رقم های انشو و کلمانتین دارند، و درشت بودن میوه‌ها در سال ۸۵ را می توان به عملکرد کم درختان در اوایل سال‌های باردهی و رابطه عکس بین عملکرد و میانگین وزن میوه ذکرکرد (۵).

سال‌آوری پدیده‌ای است که باعث می‌شود بار درخت سال‌های پرمحصول (ON) زیاد و ریز بشود و در سال‌های کم محصول (OFF) کم و میوه‌های بزرگ‌تر تولید شود که هر دو برای باغدار و خود درخت زیان آور است بنابراین ارقامی که سال‌آوری کمتری دارند محصول منظم و با کیفیت خوب هر ساله تولید خواهند کرد (۱۴). رقم یونسی که نوسلار رقم پونکن است همانند رقم پونکن تمایل به سال‌آوری دارد (۵) و علی‌الرغم داشتن عملکرد و کارایی عملکرد بالا روی پایه فلائینگ دراگون، این پایه نتوانست این پدیده را در این رقم کنترل کند و نسبت به دو رقم دیگر (کلمانتین و پیج) شاخص سال‌آوری بیشتری را نشان داد.

خصوصیات کیفی میوه از قبیل درصد آبمیوه، مواد جامد محلول (TSS) و اسید کل میوه (TA) تحت تاثیر سال قرار گرفت. از آن‌جایی که این ارقام از نظر رسیدن با همدیگر اختلاف دارند و برداشت هر ۴ رقم همزمان انجام شد اختلاف در میزان TA، TSS و نسبت TSS به TA تا حدودی می تواند ناشی از میزان بلوغ میوه در زمان برداشت نیز باشد. بیشترین TSS در رقم پیج و کمترین TA در رقم کلمانتین مشاهده شد ولی بالا بودن نسبت TSS به TA میوه‌های رقم کلمانتین را می‌توان به پایین بودن اسید این رقم نسبت داد، این نتایج

1 - Fallglo

2 - Sunburst

3 - Oneco

با یافته‌های ابراهیمی و نعمت الهی مطابقت دارد که در آزمایش آنها نیز رقم کلمانتین نسبت به سه رقم دیگر کمترین TA را نشان داد (۳). اگرچه نسبت بالای TSS به TA مشخص کننده بلوغ است ولی همیشه مترادف کیفیت خوب میوه نیست (۲۲). برای میوه‌های تازه خوری علاوه بر کیفیت ظاهری میوه کیفیت درونی میوه نیز اهمیت دارد، مواد جامد بالا و میزان اسید مناسب می تواند در تعیین طعم و مزه میوه مناسب باشد. اگرچه پایه‌ها صفات کمی وکیفی میوه را تحت تاثیر قرار می‌دهند (۹ و ۱۰). با این وجود، گاهی ممکن است در یک منطقه و در برخی سال‌ها پایه اثر محدودی روی صفات کمی و کیفی میوه داشته باشند. برای مثال، در مطالعه اثر ۸ پایه مختلف بر خصوصیات کمی وکیفی نارنگی پیج در شمال ایران، از بین صفات مورد اندازه‌گیری فقط نسبت پوست به گوشت میوه تفاوت معنی‌داری نشان داد و بقیه صفات تحت تاثیر نوع پایه قرار نگرفت (۱). برخی از اثرات پایه‌ها وابسته به اندازه میوه، اثرات مواد تغذیه ای و قدرت متفاوت جذب پایه‌ها است. چیزی که بایستی همیشه در نظر باشد این است که اغلب اثرات پایه از سالی به سال دیگر، از جایی به جای دیگر و با عملیات کشت و کار تغییر می کند (۹ و ۱۳).

فلائینگ‌دراگون تنها پایه پاکوتاه‌کننده مرکبات است که برای کشت متراکم استفاده می‌شود. مکانیسم اثر پاکوتاه کنندگی پایه‌ها هنوز به طور کامل شناخته نشده است. اثرات پایه تحت تاثیر ارتباط پیچیده بین ریشه‌ها و تاج درخت قرار می‌گیرد. پایه‌های مرکبات که قدرت رشد پیوندک را تشدید می‌کنند، نسبت به گیاهان غیر پیوندی، ضریب هدایت ریشه‌ای بیشتر (۲۱)، میزان تبادلات گازی بالاتر، غلظت زیاد ازت و فسفر و نسبت شاخساره به ریشه بالاتری دارند (۱۹). علی‌الرغم فعالیت فتوسنتزی مشابه برگ‌ها در درختان پاکوتاه و استاندارد، تجمع کربوئیدرات در میوه و ریشه درختان پاکوتاه نسبت به درختان استاندارد بیشتر است و بنابراین یک تغییر الگوی جذبی در گیاهان پاکوتاه وجود دارد (۱۲).

تمام ارقام پیوندی روی پایه فلائینگ دراگون در سال نهم بعد از کشت در زمین اصلی، نسبت به اندازه آن‌ها روی پایه‌های استاندارد، اندازه کوچک‌تری داشتند که با نتایج آزمایش انجام شده بر روی این پایه همسویی دارد (۱۳ و ۱۶). پایه پاکوتاه فلائینگ‌دراگون نتوانست تیپ رشد درختان را تحت تاثیر قرار دهد، به‌طوری‌که رقم نارنگی یونسی رشد عمودی و نارنگی انشو رشد گسترده خود را حفظ کردند (۵)، و در بین ارقام از نظر ارتفاع، عرض تاج و حجم تاج اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول۴). نارنگی پیج روی پایه فلائینگ‌دراگون مانند پایه‌های دیگر مرکبات، مشکل ترکیدگی میوه و سرخشکیدگی شاخه را نشان داد که نیاز به بررسی و کاهش این مشکلات دارد.

رقم انشو با توجه به تیپ رشد خود بیشترین رشد عرض تاج و حجم تاج و رقم یونسی با توجه به تیپ رشد خود بیشترین ارتفاع را نشان داد. با این وجود، علی‌الرغم عملکرد تجمعی بیشتر رقم انشو نسبت به رقم کلمانتین و پیج، به علت زیاد بودن حجم تاج، کارایی عملکرد کمتری نسبت به بقیه ارقام نشان داد. رقم پیج روی پایه فلاینگ دراگون، نسبت به ارقام دیگر کمترین رشد و عملکرد را نشان داد ولی از نظر کارایی عملکرد، به علت کوچک بودن تاج درخت، نسبت به ارقام انشو و کلمانتین اختلاف معنی‌داری نشان نداد. بنابراین با توجه به اندازه کوچک این رقم روی پایه فلائینگ دراگون می‌توان با افزایش تراکم کاشت، نسبت به دو رقم انشو و کلمانتین تولید بیشتری از واحد سطح بدست آورد.

با امکان کنترل شاخص سال‌آوری، می‌توان برای عملکرد، کارایی عملکرد ومیانگین وزن میوه بیشتر، از رقم یونسی روی پایه فلاینگ دارگون با فاصله کاشت ۴×۲ متر استفاده کرد و برای عملکرد بیشتر رقم پیج از تراکم کاشت بیشتر نیز استفاده کرد. با توجه به خصوصیات ژنتیکی مختلف ارقام و از طرفی برداشت همزمان هر ۴ رقم، ارقام یونسی و انشو میزان TA بالای ۰/۹درصد و شاخص بلوغ (TSS/TA) کمتری نسبت به دو رقم دیگر نشان دادند، بنابراین بهتر است برای دست یابی به کیفیت بهتر میوه، این دو رقم نسبت به رقم های پیج و کلمانتین دیرتر برداشت شوند که برای بررسی دقیق‌تر جزئیات، نیاز به ادامه این آزمایش دارد.

منابع

۱- آقاجانپور س. م.، قاسم نژاد ع. و فقیه نصیری م. ۱۳۹۰. اثر پایه بر خصوصیات کمی وکیفی نارنگی پیج در شمال ایران. اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی. ساوه.

۲- ابراهیمی ی. ۱۳۷۱. بررسی پایه فلائینگ دراگون در شمال ایران. مجموعه مقالات پنجمین سمینار تحقیقات باغبانی کشور. مشهد.

۳- ابراهیمی ی. و نعمت الهی ثانی س. ۱۳۷۹. بررسی و مقایسه عملکرد کمی و کیفی ارقام پرتقال و نارنگی روی پایه سیترومله. خلاصه مقالات دومین کنکره علوم باغبانی. کرج.

۴- جهانگیر زاده ا. ۱۳۸۲ . گزارش نهایی بررسی و انتخاب مناسب‌ترین فاصله کاشت رقم تامسون ناول روی پایه فلائینگ دراگون. انتشارات موسسه تحقیقات مرکبات کشور.

۵- فتوحی قزوینی ر. و فتاحی مقدم ح. ۱۳۸۹. پرورش مرکبات در ایران. انتشارات دانشگاه گیلان. ۳۰۵ ص.
۶- هارتمن، ه. تی.، کستر د. ای. و دیویس ف. ۱۹۹۷. ازدیات نباتات. جلد دوم. چاپ سوم. ترجمه مرتضی خوشخوی (۱۳۷۶). انتشارات دانشگاه شیراز. شیراز. ۶۵۷-۷۴۷.

7- Ait-Haddou M., Nadori E.B., Benazzouz A., and Ouammou M. 2000. Effect of planting density on the productivity of three 'Clementine' clones on two rootstocks in the Gharb Region of Morocco. 9th International Citrus Congress. 584-585.
8- Cantuarias-Avilés T., Mourão Filho F.A.A., Stuchi E.S., Rodrigues da Silva S., and Espinoza-Núñez S. 2010. Tree performance and fruit yield and quality of 'Okitsu' Satsuma mandarin grafted on 12 rootstocks. Scientia Horticulturae. 123(3):318-322.
9- Duran- Vila N., Perez R., Rodriguez R., Gonzalez A., and Del Vall V. 1992. Dwarf Citrus trees for high density plantings. Proc. Int. Soc. Citriculture. 2:712-713.
10- Economides C.V., and Gregoriou C. 1993. Growth, yield, and fruit quality of nucellar Frost 'Marsh' grapefruit on fifteen rootstocks in Cyprus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118:326-329.
11- Gonzatto M.P., Kovaleski A.P., Brugnara E.C., Weiler R.L., Sartori I.A., Lima J.G., Bender R.J. and Schwarz S.F. 2011. Performance of 'Oneco' mandarin on six rootstocks in South Brazil. Pesq. agropec. bras., Brasília, 46(4): 406-411.
12- Lliso I., Forner J.B., and Talon M. 2004. The dwarfing mechanism of citrus rootstocks F&A 418 and #23 is related to competition between vegetative and reproductive growth. Tree Physiology 24: 225–232.
13- Mademba-Sy F., Lbegin S., and Lemerre-Desprez Z. 1999. Use of the Poncirus trifoliata Flying Dragon as dwarfing rootstock for citrus under tropical climatic conditions. Fruits 54(5):299 – 310.
14- Monselise S.P., and Goldsctaidt L.C. 1981. Alternate bearing in citrus and ways of control. Proc. Intern. Soc. Citriculture. 239-242.
15- Mourão Filho F.A.A., Espinoza-Nu´n˜eza E., Stuchi E.S., and Ortega E.M.M. 2007. Plant growth, yield, and fruit quality of 'Fallglo' and 'Sunburst' mandarins on four rootstocks. Scientia Horticulturae. 114, 45–49.
16- Roose M.L. 1990. Dwarf rootstocks for citrus. Botany and Plant Science Department. California. Riverside.
17- Stenzel N.M.C., Neves C.S.V.J., Gomes J.C., and Medina C.C. 2003. Medina, Performance of 'Ponkan' mandarin on seven rootstocks in Southern Brazil, HortScience, 38:176–178.
18- Stuchi E.S., Donadio L.C., and Sempionato O.R. 2003. Performance of 'Tahiti' lime on *Poncirus trifoliate* var. monstrosa flying dragon at four densities. Fruits. 58(1):13-17.
19- Syvertsen J.P., and Graham D.K. 1985. Hydraulic conductivity of roots, mineral nutrition, and leaf gas exchange of citrus rootstocks. Journal of the American Society for Horticultural Science 110:865-869.
20- Wutscher H.k., and Bowman D.K. 1999. Performance of "Valencia" orange on 21 rootstocks in central Florida. Horticultural Science 34(4): 622-624.
21- Yonemoto Y., Matsumoto K., Furukawa T., Asakawa M., Okuda H., and Takahara T. 2004. Effects of rootstock and crop load on sap flow rate in branches of 'Shirakawa Satsuma' mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). Scientia Horticulturae 102: 295–300.
22- Zekri M. 2000. Citrus rootstocks affect scion nutrition, fruit quality, growth, and economical return. Fruits 55:231-239.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۳۶-۳۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 30-36
ISSN: 2008 - 4730

اثر مقدار یون‌های فلزی در بافت گلبرگ بر ظهور رنگ نهائی گل‌های ژربرا

عبداله حاتم زاده[1*]- راضیه اکبری[2]- ریحانه سریری[3]- داود بخشی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۶/۰۵

چکیده

برهمکنش بین رنگدانه‌های گل و یون‌های فلزی می‌تواند رنگ نهایی گلبرگ‌ها را تغییر دهد. یون‌های فلزی به واسطه تاثیری که بر اسیدیته گلبرگ‌ها و فعالیت آنزیم‌های مختلفی که در بیوسنتز، تخریب، تجمع و انتقال انواع رنگدانه‌ها دارند، می‌توانند نقش اساسی در تثبیت رنگ گلبرگ‌ها داشته باشند. در این تحقیق مقدار یون‌های فلزی و ارتباط آن با مولفه‌های رنگ گل در شش رقم ژربرا با رنگ‌های مختلف در مرحله شکوفائی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. در بررسی مقدار یون‌ها در ارقام مختلف، تفاوت معنی‌داری از نظر آماری در مقدار مس مشاهده نشد. نتایج نشان داد که هرچه میزان آهن در گلبرگ‌ها افزایش می‌یابد، میزان تمایل به قرمزی و مقدار رنگ‌مایه گل‌ها بیشتر و شدت روشنائی گل‌ها کاهش می‌یابد، همچنین با کاهش میزان روی در بافت گلبرگ، تمایل به تیرگی رنگ افزایش می‌یابد. منیزیم نیز برعکس کلسیم، همبستگی مثبت و معنی‌داری با درجه رنگ‌مایه و تمایل به قرمزی و همچنین همبستگی منفی و معنی‌داری با شدت روشنائی یا شفافیت گلبرگ‌ها نشان داد. در مجموع در این مطالعه، از بین یون‌های ارزیابی شده در ژربرا یون‌های آهن، کلسیم و منیزیم ارتباط موثرتری با مولفه‌های رنگ نشان دادند. همچنین مقدار یون‌های فلزی آهن، مس، روی، منگنز، کلسیم و منیزیم در بافت گلبرگ ارقام مختلف ژربرا به ترتیب در محدوده ۰/۰۱۲–۰/۰۰۷۶، ۰/۰۰۴–۰/۰۰۳۵، ۰/۰۰۳– ۰/۰۰۱۷، ۰/۳۲۰۰– ۰/۰۰۲۱، ۲/۹۷–۲/۱۸ و ۱/۷۹–۱/۴۵ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر گلبرگ متغیر بود.

واژه‌های کلیدی: رنگ‌مایه، شفافیت گل، طیف جذبی رنگ، یون‌های فلزی، ژربرا (*Gerbera hybrida*)

مقدمه

رنگ گل توسط دو عامل اصلی، رنگدانه‌های موجود در واکوئل و شرایط درون واکوئلی، مثل اسیدیته واکوئل و یون‌های فلزی تعیین می‌شود. گزارشات متعددی وجود دارد که نشان می‌دهند رنگ گل به طور مستقیم یا غیر مستقیم تحت تاثیر اسیدیته و میزان یون‌های فلزی می‌باشد (۱۹). انواع یون‌های فلزی مثل آهن، آلومینیوم، کلسیم، منیزیم، مس، روی در ساختار رنگدانه‌ها دخالت نموده و رنگ گلبرگ‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهند (۲). برای مثال گل جعفری (*Tagetes patula*) در حالت طبیعی دارای رنگ زرد است، اما با اتصال رنگدانه‌ها به یون آلومینیوم به رنگ زرد طلائی، با یون کروم به رنگ زرد نارنجی و با یون مس به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای در می‌آید. ثابت شده است که چنین تغییراتی ناشی از تغییر ساختار فلاونوئیدهائی چون کوئرستین می‌باشد. هم‌چنین در گونه *T.erecta* برای تثبیت رنگدانه‌های کوئرستین و لوتئین نیاز به یون قلع می‌باشد (۱۴). در چندین مطالعه تاثیر یون‌های فلزی بر دوام رنگدانه‌های آنتوسیانین و درجه رنگ‌مایه مورد بررسی قرار گرفته است، مازا و مینیاتا (۱۳) گزارش کردند که یون‌های قلع، مس و آلومینیوم قادر به ایجاد کمپلکس‌های پایدار با رنگدانه‌های نوع آنتوسیانین هستند. کمپلکس‌های سه گانه پایدار حاوی آنتوسیانین، یک ترکیب ناشناخته بی‌رنگ و منیزیم یا منیزیم با یون آهن یا آلومینیوم تشریح شده است (۱۱ و ۲۳). گل‌های هورتانسیا در صورتی که خاک دارای آلومینیوم باشد، آبی می‌شود، طوری‌که آلومینیوم و رنگدانه دلفینیدین یک کمپلکس بسیار پایدار و بسیار آبی تشکیل می‌دهند. چنان‌چه آلومینیوم در دسترس خاک، کم و میزان مولیبدن بیشتر باشد، همین رنگدانه با یون‌های مولیبدن برهمکنش نموده و باعث می‌شود که گل‌ها به رنگ صورتی روشن آشکار شوند. به طور کلی مشخص شده است که یون‌های منیزیم، آهن و آلومینیوم با آنتوسیانین‌ها در جهت تغییر طیف جذبی آنها به سمت رنگ آبی برهمکنش دارند (۲۹). بنابراین با توجه به نقشی که یون‌های فلزی در ساختار و فعالیت آنزیم‌های مختلف که

۱، ۲ و ۴- به ترتیب دانشیار، دانشجوی دکتری گیاهان زینتی و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان
(*-نویسنده مسئول: Email: hatamzade@guilan.ac.ir)
۳- استاد گروه بیوشیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان

منجر به تولید رنگدانه‌های مختلف می‌شوند و یا تشکیل کمپلکس‌های یون- رنگدانه دارند، می‌توانند بر تثبیت رنگ نهائی گلبرگ اثر بگذارند (۲). برای مثال آنزیم‌های گلایکوزیل ترانسفراز گروه عمده‌ای از آنزیم‌ها هستند که مسیر گسترده فنیل پروپانوئیدی (مسیر سنتز رنگدانه‌ها) را کنترل می‌کنند (۱)، در مطالعات بازدارندگی این آنزیم‌ها، اثر یون‌های فلزی و شلات کننده‌های فلزی در بسیاری از گزارشات تشریح شده است. برای مثال ثابت شده است که فعالیت یکی از آنزیم‌های گروه گلایکوزیل ترانسفراز توسط یک میلی‌مول از یون‌های دو ظرفیتی مس، منگنز و روی به طور کامل ممانعت می‌شود (۴ و ۲۰). همچنین باید توجه داشت که این اثرات بازدارندگی ممکن است ناشی از تخریب آنتوسیانین‌های پیش‌ماده توسط یون‌های فلزی باشد (۴). هم‌چنین مطابق بسیاری از مطالعات انجام شده، دخالت یون‌های فلزی در بسیاری از فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی ثابت شده است و کمبود هر یک از این یون‌ها می‌تواند بر عملکرد هر یک از مسیرهای متابولیتی اثر بگذارد. نقش کوآنزیمی روی، آهن، مس و منگنز نیز در بسیاری از فرایندهای متابولیکی ثابت شده است (۱۸). نیسان– لوی و همکاران (۱۶) نقش منیزیم را در افزایش رنگ در گل‌های چند گیاه زینتی مورد بررسی قرار دادند. در مطالعات آن‌ها اضافه کردن منیزیم در *Anigozanthos* با گل‌های قرمز، *Limonium* با براکته‌های آبی، *Gypsophila* با گل‌های صورتی و *Aconitum* با گل‌های آبی باعث افزایش محتوای آنتوسیانین، حتی در دماهای بالا شد. طی مطالعه‌ای در گل‌های *Gentiana triflora*، تاثیر یون‌های فلزی بر فعالیت یکی از آنزیم‌های گروه آسیل ترانسفراز نشان داد که فعالیت این آنزیم تحت تاثیر یون‌های منگنز و روی به شدت افزایش می‌یابد و یون‌های کلسیم و منیزیم تاثیر کمتری بر فعالیت این آنزیم دارند (۵). در مورد متیل ترانسفرازها، گروه دیگری از آنزیم‌های مسیر بیوسنتزی رنگدانه‌ها نیز ثابت شده است که این آنزیم‌ها برای فعال شدن نیاز به یون‌های دو ظرفیتی مثل Mg^{2+} دارند (۱۰).

بنابراین بررسی تغییرات میزان یون‌های فلزی در گل‌ها می‌تواند اطلاعات مهمی در زمینه فعالیت آنزیم‌های موثر بر سنتز یا تخریب رنگدانه‌ها و مطالعه مسیرهای بیوسنتزی آنها، مکانیسم تحمل در مبحث تغذیه و هم‌چنین مکانیسم توسعه رنگ فراهم نماید (۲۵). امروزه دستکاری مسیرهای بیوسنتزی رنگدانه‌ها تحت تاثیر عوامل موثر بر رنگ همچون آنزیم‌های بیوسنتزی در برنامه‌های اصلاحی به منظور تولید رنگ‌های جدید و خاص در گل‌ها محور تحقیقات جدید است (۳۰). در این تحقیق میزان بعضی از این یون‌ها و ارتباط آن با بعضی از مولفه‌های رنگ در شش رقم ژربرا مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

منابع گیاهی

از گل‌های شش رقم ژربرا شامل Eco به رنگ قرمز، Malibu به رنگ بنفش قرمز، Pink Elegance به رنگ صورتی، Advance به رنگ گلبهی، Double Dutch به رنگ زرد و Bastion به رنگ نارنجی که تحت شرایط کاملا مشابه در یکی از گلخانه‌های تولید ژربرا در پاکدشت (طول ۵۰ درجه و ۴۱ دقیقه شمالی و عرض ۲۸ درجه و ۳۵ دقیقه جنوبی) کشت شده بودند، نمونه برداری شده و برای انجام آزمایشات مورد نظر در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. لازم به توضیح است که در تمام آزمایشات فقط از گلچه‌های شعاعی استفاده شد.

ارزیابی ویژگی‌های ظاهری رنگ

ویژگی‌های ظاهری رنگ شامل نام و کد رنگ در مناطق مشابهی از بافت گلبرگ (بخش مرکزی روی گلبرگ‌های شعاعی) با استفاده از دو جدول استاندارد رنگ رویال RHSCC, The Royal (Horticultural Society Color Chart, UK) و مانسل مورد ارزیابی قرار گرفت (۸).

رنگ سنجی

ویژگی‌های کمی رنگ شامل مولفه‌های L^* (درجه شفافیت رنگ)، a^* (درجه تمایل به قرمزی)، b^* (درجه تمایل به زردی)، C^* (شدت رنگ‌مایه) و h (تونالیته[1] یا زاویه رنگ) در مناطق مشابهی از بافت گلبرگ (بخش مرکزی روی گلبرگ‌ها)، مطابق با سیستم CIELAB (Commission International del'Eclairage) با استفاده از کالریمتر مدل CM-Minolta Japan- CR-400 مورد ارزیابی قرار گرفت (۹).

اندازه گیری طیف جذبی رنگدانه‌ها در عصاره گلبرگ

طیف جذبی عصاره متانول اسیدی (MeOH:HCL) آنتوسیانین‌ها یا رنگدانه‌های قرمز – بنفش و طیف جذبی عصاره متانول استونی (MeOH:Aceton) کارتنوئیدها یا رنگدانه‌های زرد- نارنجی توسط دستگاه اسپکتروفتومتری UV/Vis مدل PG Instrumen+T80 ثبت شد (۲۴).

اندازه گیری مقدار یون‌های فلزی

گلبرگ‌ها با آب دوبار تقطیر شسته و خشک شدند. یک گرم بافت گلبرگ که طی ۲۴ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در آون

1- (h)= Arctan (b*/a*)(º) تیرگی رنگ:

خشک شده بود، در بوته چینی ریخته شده و به مدت ۶ ساعت در کوره‌ای با دمای ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از اینکه خاکستر سفید رنگ حاصل خنک شد، مقدار ۵ میلی لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال به آن اضافه شده و سپس روی یک هات پلیت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت گرما داده شد. عصاره حاصل فیلتر شده و با آب دیونیزه به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. یون‌های دو ظرفیتی آهن، مس، روی، منگنز، کلسیم و منیزیم در بافت گلبرگ به وسیله دستگاه جذب اتمی واریان مدل Spectra-AA 220FS اندازه گیری شد (۲۶). ویژگی‌های دستگاه جهت شناسائی و اندازه گیری یون‌های فلزی در جدول ۱ ارائه شده است.

آنالیز آماری

کلیه آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. آنالیز واریانس داده‌ها توسط نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های ظاهری رنگ گل‌ها شامل نام و کد رنگ و هم‌چنین ثبت مقدار مولفه‌های L^* ، a^* ، b^* ، C^* و h مطابق با جداول استاندارد رنگ جهانی و سیستم CIELAB در جداول ۲ و ۳ ارائه شده است.

بر اساس نتایج حاصله میزان پارامترهای رنگ براساس ارزش‌های CIELAB به این ترتیب توزیع شده بود که مقادیر L^* بین ۷۶/۲۰ در رقم Pink Elegance و ۳۲/۲۷ در رقم Eco ، مقدار a^* بین ۶۱/۰۸ در رقم Malibu و ۱۸/۸۴ در رقم Pink Elegance ، مقدار b^* بین ۷۴/۱۳ در رقم Double Dutch و ۱۷/۳۹ در رقم Pink Elegance ، مقدار C^* بین ۸۷/۵۶ در رقم Malibu و ۲۵/۶۳ در رقم Pink Elegance و مقدار h بین ۵۷/۵۴ در رقم Advance و ۲۵/۳۰ در رقم Malibu متغیر بود (جدول ۳).

در بررسی مقدار یون‌های فلزی در ارقام مختلف، تفاوت معنی‌داری از نظر آماری در مقدار مس مشاهده نشد (جدول ۴). بیشترین میزان آهن در رقم Malibu و کمترین مقدار آهن در رقم Advance مشاهده شد (جدول ۵). تفاوت معنی‌داری در مقدار روی به استثناء رقم Advance که میزان روی کمتری نسبت به بقیه داشت، مشاهده نشد. مقدار منگنز نیز جز در رقم Double Dutch به رنگ زرد که از همه بیشتر بود، در بقیه قابل توجه نبود. مقدار کلسیم به طور مشابه در این رقم از همه بیشتر و در ارقام قرمز- بنفش (ارقام حاوی آنتوسیانین) از همه کمتر بود. بالاترین میزان منیزیم نیز در ارقام زرد و نارنجی یعنی Bastion و Double Dutch و کمترین مقدار در رقم Advance مشاهده شد.

جدول ۱- شرایط دستگاه جذب اتمی برای اندازه گیری یون‌های فلزی در بافت گلبرگ

یون‌های فلزی	طول موج (نانومتر)	دامنه شناسائی (میلی‌گرم / لیتر)	عرض شکاف (نانومتر)	شدت جریان لامپ (میلی آمپر)	نسبت گازها	
					استیلن (در دقیقه)	هوا (در دقیقه)
Fe2+	۲۴۸/۳	۰/۰۰۶	۰/۲	۳۰	۲/۰	۱۷/۰
Cu2+	۳۲۴/۸	۰/۰۰۳	۰/۷	۱۵	۲/۰	۱۷/۰
Zn2+	۲۱۳/۹	۰/۰۰۱	۰/۷	۱۵	۲/۰	۱۷/۰
Mn2+	۲۷۹/۵	۰/۰۰۲	۰/۲	۲۰	۲/۰	۱۷/۰
Ca2+	۲۳۹/۹	۰/۶	۰/۲	۱۰	۱/۰	۱۱/۰
Mg2+	۲۰۲/۵	۰/۴	۰/۷	۴	۱/۰	۱۱/۰

جدول ۲- ویژگی‌های بصری رنگ گل مطابق جداول استاندارد رنگ جهانی در ارقام مختلف ژربرا

شماره	رقم	جدول استاندارد رنگ مانسل	جدول استاندارد رنگ رویال	
			کد رنگ	نام رنگ
۱	Advance	2.5 R 8/4	36A	Light Yellowish Pink
۲	Bastion	10 R 5/14	32B	Strong Reddish Orange
۳	Double Dutch	2.5 Y 8/12	8A	Vivid Yellow
۴	Eco	7.5 R 4/14	44C	Vivid Reddish Orange
۵	Malibu	7.5 RP 3/10	67B	Vivid Purplish Red
۶	Pink Elegance	10 RP 7/8	39D	Light Pink

جدول ۳- مولفه‌های کمی رنگ مطابق سیستم CIELAB در ارقام مختلف ژربرا

شماره	رقم	مولفه‌های CIELAB				
		L^*	a^*	b^*	C^*	h
۱	Advance	۶۲/۹۷	۲۴/۰۹	۳۷/۸۸	۴۴/۸۹	۵۷/۵۴
۲	Bastion	۴۲/۹۱	۴۸/۶۲	۶۶/۸۰	۸۲/۶۳	۵۳/۹۵
۳	Double Dutch	۶۴/۲۳	۲۳/۹۹	۴۷/۱۳	۷۷/۹۱	۵۲/۰۷
۴	Eco	۳۲/۲۷	۵۶/۴۰	۵۱/۶۷	۷۶/۴۹	۴۲/۴۹
۵	Malibu	۳۴/۳۶	۶۱/۰۸	۲۸/۷۸	۸۷/۵۶	۲۵/۳۰
۶	Pink Elegance	۷۶/۲۰	۱۸/۸۴	۱۷/۳۹	۲۵/۶۳	۴۲/۷۰

همچنان که بین میزان آهن و پارامترهای a^* و C^* یک همبستگی مثبت و معنی‌دار و بین میزان آهن و پارامترهای L^* و h یک همبستگی منفی و معنی‌داری نیز مشاهده شد (جدول ۶). بدین معنی که هرچه میزان آهن در گلبرگ افزایش می‌یابد، میزان تمایل به قرمزی و مقدار رنگ‌مایه گل‌ها بیشتر و شدت روشنائی گل‌ها کاهش می‌یابد، طوری که بالاترین درجه رنگ‌مایه (C^*) و بالاترین شدت تمایل به قرمزی (a^*) در رقم Malibu با بالاترین میزان آهن (۰/۰۱۲ میلی‌گرم در گرم بافت تر گلبرگ) و بالاترین مقدار جذب (نمودار ۱) مشاهده شد. هم‌چنان که ثابت شده است پارامتر C^* معمولا با میزان رنگدانه‌های آنتوسیانین، پارامتر b^* با میزان رنگدانه کارتنوئید و L^* با میزان فلاونوئیدها در ارتباط می‌باشد (۹، ۲۲ و ۲۷) و هم‌چنین آشکارترین اثر عمده فلزات بر روی آنتوسیانین‌های موجود در گلبرگ‌ها تغییر در میزان رنگ‌مایه گل‌ها عنوان شده است (۱۱ و ۲۳).

بین میزان روی و تونالیته رنگ یک همبستگی منفی مشاهده شد، بدین معنی که با کاهش میزان روی در بافت گلبرگ، تونالیته یا زاویه رنگ افزایش می‌یابد، طوری که Advance با بیشترین تونالیته رنگ دارای کمترین مقدار روی بود (جداول ۳ و ۵). همچنان که مطابق نتایج حاصل یک همبستگی مثبت و معنی‌دار بین مولفه‌های h^* و b^* و یک همبستگی منفی و معنی‌دار بین مولفه‌های h^* و a^* تایید می‌شود (جدول ۵)، بدین معنی که با افزایش b^* و کاهش a^* ، میزان تونالیته رنگ افزایش می‌یابد (شکل۲).

جدول ٤- خلاصه نتایج تجزیه واریانس میزان یون‌های فلزی اندازه گیری شده در بافت گلبرگ ارقام مختلف ژربرا

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)					
		آهن	مس	روی	منگنز	کلسیم	منیزیم
تیمار	۵	۰/۰۰۰۰۰۹۶۱**	۷/۶^{ns}	۷/۴۸۸۸*	۴/۷۸۲۲**	۰/۰۲۶۷**	۰/۰۴۹۹**
خطا	۱۲	۰/۰۰۰۰۰۰۰۳	۳/۸۳۳۳	۵/۰۵۵۵	۷/۴۴۴۴	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۳
کل	۱۷						
ضریب تغییرات		۱/۷۳۲۷	۵/۳۳۹۷	۸/۳۹۶۷	۱۱/۱۶۱۸	۰/۶۸۵۰	۱/۰۲۳۵

* معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد آزمون دانکن

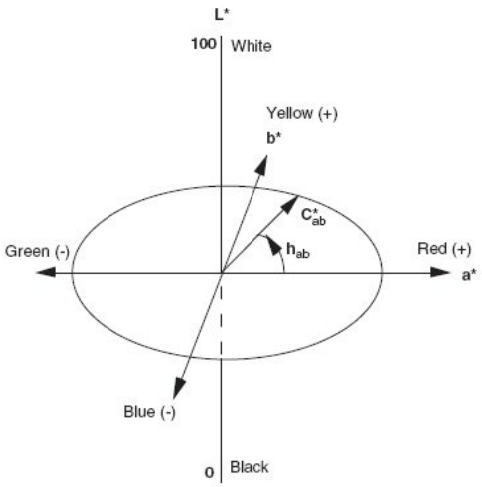
** معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن

ns غیر معنی‌دار

جدول ٥- مقدار یون‌های فلزی (میلی‌گرم در هر گرم بافت تر گلبرگ) در گل‌های ارقام ژربرا با رنگ‌های مختلف

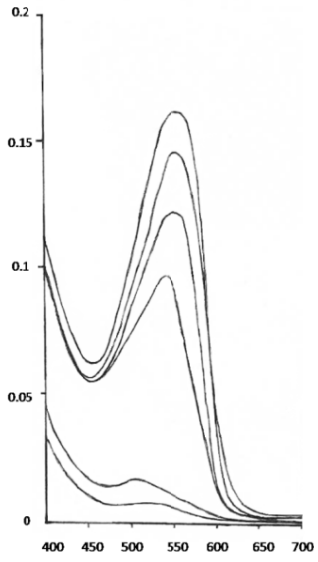
شماره	رقم	آهن	مس	روی	منگنز	کلسیم	منیزیم
۱	Advance	^{d}۰/۰۰۷۷	۰/۰۰۳۸ ^{a}	۰/۰۰۱۷ ^{b}	۰/۰۰۲۲ ^{b}	۲/۶۴ ^{b}	۱/۵۷ ^{c}
۲	Bastion	^{b}۰/۰۱۰۶	۰/۰۰۴۰ ^{a}	۰/۰۰۲۸ ^{a}	۰/۰۰۲۱ ^{b}	۲/۵۳ ^{c}	۱/۷۹ ^{a}
۳	Double Dutch	^{d}۰/۰۰۷۶	۰/۰۰۳۷ ^{a}	۰/۰۰۲۷ ^{a}	۰/۰۰۳۲ ^{a}	۲/۹۷ ^{a}	۱/۷۸ ^{a}
۴	Eco	^{b}۰/۰۱۰۵	۰/۰۰۳۵ ^{a}	۰/۰۰۲۷ ^{a}	۰/۰۰۲۱ ^{b}	۲/۱۸ ^{b}	۱/۶۸ ^{b}
۵	Malibu	^{a}۰/۰۱۲۰	۰/۰۰۳۵ ^{a}	۰/۰۰۳۰ ^{a}	۰/۰۰۲۵ ^{b}	۲/۱۸ ^{b}	۱/۶۸ ^{b}
۶	Pink Elegance	^{c}۰/۰۰۸۷	۰/۰۰۳۵ ^{a}	۰/۰۰۳۰ ^{a}	۰/۰۰۲۴ ^{b}	۲/۵۲ ^{c}	۱/۴۵ ^{d}

در هر ستون حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین می‌باشد.

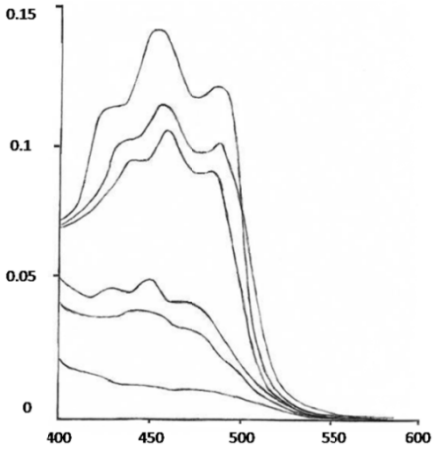


شکل ۱- نمایش سه بعدی فضای رنگ سیستم CIELAB (ام. رونی یر، ۲۰۰۶).

بین میزان کلسیم و تمایل به قرمزی (*a*) یک همبستگی منفی و معنی‌دار و بین میزان کلسیم و شدت روشنی رنگ و تمایل به زردی یک همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد، این نشان می‌دهد که میزان کلسیم با رنگدانه‌های زرد و نارنجی (کارتنوئیدها) ارتباط تنگاتنگی دارد، طوری که Double Dutch با بالاترین میزان *b* و بالاترین میزان کلسیم، مطابق شکل ۳ میزان جذب بیشتری نشان می‌دهد. بین میزان کلسیم و منگنز نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۶)، هم‌چنان که به طور مشابه رقم Double Dutch میزان منگنز بیشتری نسبت به سایر ارقام داشت (جدول ۵).



شکل ۲- طیف جذبی رنگدانه‌های قرمز – بنفش در عصاره گلبرگ‌های ارقام مختلف- به ترتیب از بالاترین طیف: Malibu ، Eco ، Pink Elegance ، Advance ، Bastion ، Double Dutch



شکل ۳- طیف جذبی رنگدانه‌های زرد - قرمز در عصاره گلبرگ‌های ارقام مختلف؛ به ترتیب از بالاترین طیف: Duoble Dutch ، Pink Elegance ،Advance ، Malibu ، Eco ، Bastion

منیزیم مشابه کلسیم همبستگی مثبت و معنی‌داری با پارامتر *b* نشان داد، اما برعکس، همبستگی منیزیم با پارامترهای *L* ، *a* و *C* دقیقا عکس همبستگی این پارامترها با کلسیم بود. بدین معنی که یک همبستگی مثبت و معنی‌داری با درجه رنگ‌مایه و تمایل به قرمزی و همبستگی منفی و معنی‌داری با شدت روشنائی یا شفافیت گلبرگ‌ها مشاهده شد. طوری‌که ارقام Advance و Pink Elegance با کمترین میزان *C* و *a* و بیشترین *L* از کمترین میزان منیزیم برخوردار بودند. نیسان– لوی و همکاران (۱۶) گزارش نمودند که گیاهان مختلف محتوی رنگدانه‌های مختلف آنتوسیانین، با افزایش منیزیم می‌توانند ۷۰ – ۱۵ درصد شدت رنگ داشته باشند.

بین میزان کلسیم و تمایل به قهوه‌ای شدن (*h*) نیز یک همبستگی مثبت مشاهده شد، در حالی که همبستگی معنی‌داری بین این پارامتر و مقدار منیزیم وجود نداشت (جدول ۶). هم‌چنان که نتایج نشان می‌دهد بین مقادیر *a* و *C* و پارامتر *L* یک همبستگی منفی وجود دارد. بدین معنی که گل‌های روشن تر درجه شفافیت بیشتر و میزان رنگ‌مایه کمتری دارند (۹).

در بین یون‌های فلزی ارزیابی شده در ژربرا یون‌های آهن، کلسیم و منیزیم ارتباط موثرتری با مولفه‌های رنگ نشان دادند. این امر احتمالاً نتیجه تشکیل کمپلکس‌های ویژه یون – رنگدانه و یا دخالت آنزیم‌هایی خاص طی فرایندهای متابولیکی موثر در بیوسنتز، تخریب، تجمع و انتقال انواع رنگدانه‌ها می‌باشد که نقش اساسی در تثبیت رنگ نهائی گلبرگ‌ها دارند (۲، ۶ و ۷).

جدول ٦- ضرائب همبستگی مولفه‌های رنگ و میزان یون‌های فلزی بافت گلبرگ در ارقام مختلف

	آهن	مس	روی	منگنز	کلسیم	منیزیم	L*	a*	b*	c*	h
آهن	۱	-۰/۱۶	۰/۵۳*	-۰/۴۲	-۰/۸۴**	۰/۲۷	-۰/۸۴**	۰/۹۳**	-۰/۱۵	۰/۵۹*	-۰/۷۲ **
مس		۱	-۰/۳۰	۰/۰۸	۰/۳۴	۰/۳۰	۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۳۸	۰/۰۹	۰/۵۲
روی			۱	۰/۰۹	-۰/۲۷	۰/۱۶	-۰/۲۰	۰/۳۳	-۰/۰۵	۰/۲۷	-۰/۵۷*
منگنز				۱	۰/۶ ۰**	۰/۱۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۲۶	۰/۰۷	۰/۰۲
کلسیم					۱	۰/۱۵	۰/۷۲**	-۰/۷۹**	۰/۴۷*	-۰/۲۲	۰/۷۱**
منیزیم						۱	-۰/۵۵*	۰/۴۷*	۰/۸۷**	۰/۹۰**	۰/۱۲
L*							۱	-۰/۹۸**	-۰/۲۲	-۰/۸۰**	۰/۴۶
a*								۱	۰/۰۹	۰/۷۷**	-۰/۵۹*
b*									۱	۰/۶۲**	۰/۵۲*
c*										۱	-۰/۳۰
h											۱

* معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد آزمون دانکن

** معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن

آخرین مرحله از مکانیسم تثبیت رنگ اضافه شدن قند به آنتوسیانیدین‌هاست که باعث افزایش دوام رنگدانه‌ها و انحلال آنها در واکوئل می‌شود (۳). در گل‌های کوکب در بررسی آنزیم ۵- گلوکوزیل ترانسفراز که انتقال یک گروه گلوکوزیل را از یوریدین بی فسفات گلوکز به موقعیت ۵ آنتوسیانیدین ۳- گلوکوزاید و ۳- مالونیل گلوکوزاید تسریع می‌کند، ثابت شد که یون‌های کلسیم و منیزیم تا حدی باعث فعالیت آنزیم گلوکوزیل ترانسفراز شده و بعضی از یون‌های فلزی مثل روی و مس از فعالیت این آنزیم ممانعت می‌نمایند (۱۷). هم‌چنان‌که در این مطالعه در مرحله شکوفائی کامل گل‌ها (آخرین مرحله از تثبیت رنگ) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین کلسیم و منیزیم با مولفه‌های رنگ مشاهده شد، ولی روی و مس دخالتی در مکانیسم تثبیت رنگ نداشتند (جدول ۶).

دو آنزیم مهم دیگر مسیر بیوسنتز آنتوسیانین، فلاونوئید ۳- هیدروکسیلاز و فلاونوئید ۳،۵-دی هیدروکسیلاز است که از گروه آنزیم‌های سیتوکروم P450 بوده و ثابت شده است که یون‌های فلزی دو ظرفیتی آهن و منیزیم در ژربرا و استئوسپرمیوم هر دو از خانواده کمپوزیته نقش مهمی در فعالیت آن‌ها دارد (۲۱).

همچنین دخالت یون دو ظرفیتی آهن در فعالیت آنزیم آنتوسیانین سنتاز در گل اطلسی ثابت شده است (۱۵). در ژربرا گزارش شده است که آنزیم آنتوسیانین سنتاز که از گروه اکسیژنازهای وابسته به آهن است، نقشی فراتر از اکسیداسیون لوکوسیانیدین‌ها یعنی تسریع تبدیل (+)- کاتچین به سیانیدین و یک نوع پروسیانیدین جدید دارد (۲۸) که این تبدیل مطابق نتایج حاصل از آزمایشات ما با حضور یون آهن و همبستگی معنی‌دار آن با مولفه‌های رنگ، قابل توجیه است.

نتایج بالا ثابت می‌کنند که یون‌های فلزی نقش اساسی در تثبیت رنگ نهائی گلبرگ‌ها دارند. همچنین نتایج نشان می‌دهند که مولفه‌های رنگ گل تحت تاثیر مقادیر یون‌های فلزی و احتمالا عوامل دیگری قرار دارند که با تغییر آنها مولفه‌های رنگ می‌توانند دستخوش تغییراتی هرچند جزئی شوند، امروزه در برنامه‌های اصلاحی دستکاری مولفه‌های موثر بر رنگ می‌تواند راه را به سوی دستیابی به رنگ‌های خاص و جدید در گل‌ها به ویژه گل‌های ارزشمندی چون ژربرا که فاقد رنگ آبی هستند، هموار سازد. در این مطالعه علاوه بر اینکه ارتباط مولفه‌های موثر بر رنگ با مقدار یون‌های درونی بافت گلبرگ ارزیابی شد، دامنه یون‌های فلزی در بافت گلبرگ، تحت شرایط تجاری کشت و تولید مشخص شده و مقدار این یون‌های در ارقامی با رنگ‌های مختلف مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت.

منابع

1- Aksamit-Stachurska A., Korobczak-Sosna A., Kulma A., and Szopa J. 2008. Glycosyltransferase efficiently controls phenylpropanoid pathway. BMC Biotech. 8, 25-40.

2- Ellestad G.A. 2006. Structure and chiroptical properties of Advancemolecular flower pigments. Chirality 18, 134-144.

3- Ferrer J.L., Austin M.B., Stewart C. and Noel J.P. 2008. Structure and function of enzymes involved in the biosynthesis of phenylpropanoids. Plant Physiol. Biochem. 46, 356-370.

4- Ford C.M., Boss P.K., and Hoj P.B. 1998. Cloning and characterization of *Vitis vinifera* UDP-glucose: flavonoid 3-

O- glucosyltransferase, a homologue of the enzyme encoded by the maize *Bronze-1* locus that may primarily serve to lucosylate anthocyanidins *in vivo*. J. Bio. Chem. 273, 9224-9233.
5- Fujiwara H., Tanaka Y., Fukui Y., Nakao M., Ashikari T. and Kusumi T. 1997. Anthocyanin 5-aromatic acyltransferase from Gentiana triflora. Eur. J. Biochem. 249, 45-51.
6- Goto T., and Kondo T. 1991. Structure and molecular stacking of anthocyanins – Flower color variation. Angew. Chem. Int. Ed. 30, 17–33.
7- Gould K., Davis K. and Winefield C. 2009. Anthocyanins. Springer Press. LLC. 336 p.
8- Gribach R. and Austin S. 2005. Comparison of the Munsell and Royal Horticultural Society's color charts in describing flower color. Taxon 54:3, 771-773.
9- Jia N., Shu Q., Wang L., Du H., Xu Y., and Liu Z. 2008. Analysis of petal anthocyanins to investigate coloration mechanism in herbaceous peony cultivars. Sci. Hort. 117, 167–173.
10- Joshi C.P. and Chiang V.L. 1998. Conserved sequence motifs in plant S-adenosyl-Lmethionine- dependent methyltransferases. Plant Mol. Biol. 37, 663–674.
11- Kondo T., Yoshida K., Nakagawa A., Kawai T., Tamura H. and Goto T. 1992. Structural basis of blue-color development in flower petals from *Commelina communis*. Nature 358, 515-518.
12- M.Ronnier L. 2006. Applying color science in color design. Department of Color and Polymer Chemistry, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK, Optics & Laser Technol. 38, 392–398.
13- Mazza G., and Miniati E., 1993. Anthocyanins in Fruits, Vegetables and Grains, CRC Press, Boca Raton. FL.
14- Miller R.S. Owens J., and Rorslet B. 2009. Plants and color: Flowers and pollination. Optics and Laser Technol. 43:2, 282-294.
15- Nakajima J.I., Tanaka Y., Yamazaki M., and Saito K. 2001. Reaction mechanism from leucoanthocyanidin to anthocyanidin 3-glucoside, a key reaction for coloring in anthocyanin biosynthesis. J. Biol. Chem., 276, 25797-25803.
16- Nissan-Levi A., Ovadia R., Foreer I. and Oren-Shamir, M. 2007. Increased anthocyanin accumulation in ornamental plants due to magnesium treatment. J. Hort. Sci. Biotech, 82, 481–7.
17- Ogata J., Sakamoto T., Yamaguchi M., Kawanobu S. and Yoshitama K. 2001. Isolation and characterization of anthocyanin 5-*O*-glucosyltransferase from flowers of *Dahlia variabilis*. Plant physiol, 158, 709-714.
18- Razic S., Dogo S., Slavkovic L., and Popovic A. 2005. Metal determination in herbal drugs originating from medicinal plants of the family Lamiacae. J. Serb. Chem. Soc., 70:11, 1347-1355.
19- Reuveni M., Evenor D., Artzi B., Perl A. and Erner Y. 2001. Decrease in vacuolar pH during petunia flower opening is reflected in the activity of tonoplast H^+-ATPase. J. Plant Physiol., 158; 991-998.
20- Sawada S., Suzuki H., Ichimaida F., Yamaguchi M.A., Iwashita T., Fukui Y., Hemmi H., Nishino T. and Nakayama T. 2005. UDP-glucuronic acid: anthocyanin glucuronosyltransferase from red daisy (*Bellis perennis*) flowers. Enzymology and phylogenetics of a novel glucuronosyltransferase involved in flower pigment biosynthesis. J. Biol. Chem., 280, 899–906.
21- Seitz C., Ameres S. and Forkmann G. 2007. Identification of the molecular basis for the functional difference between flavonoid 3'-hydroxylase and flavonoid 3',5'-hydroxylase. FEBS Lett., 581, 3429-3434.
22- Seroczyńska A., Korzeniewska A., Sztangret-Wiśniewska J., Niemirowicz-Szczytt K. and Gajewski M. 2006. Relationship between carotenoids content and flower or fruit flesh color of winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.). Folia Horticulyurae Ann., 18:1, 51-61.
23- Takeda K., Yanagisawa M., Kifune T., Kinoshita T., and Timberlake C.F. 1994. A blue pigment complex in flowers of *Salvia patens*. Phytochemistry 35, 1167-1169.
24- Tatsuzawa F., Ichihara K., Shinoda K. and Miyoshi K. 2010. Flower colors and pigments in *Disa* hybrid (Orchidaceae). S. Afr. J. Bot., 76, 49–53.
25- Toyama-Kato Y., Yoshida K., Fujimori E., Haraguchi H., Shimisu Y. and Kondo T. 2003. Analysis of metal elements of hydrangea sepals at various growing stages by ICP-AES. Biochem. J., 14, 237–241.
26- Tuzen M. 2003. Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry. Microchem. J., 74, 289–297.
27- Uddin J.A.F.M., Hashimoto F., Miwa T., Ohbo K. and Sakata Y. 2004. Seasonal variation in pigmentation and anthocyanidin phenetics in commercial Eustoma flowers. Sci. Hort. 100, 103–115.
28- Wellmann F., Griesser M., Schwab W., Martens S., Eisenreich W., Matern U. and Lukacin R. 2006. Anthocyanidin synthase from *Gerbera hybrida* catalyzes the conversion of (+)-catechin to cyanidin and a novel procyanidin, FEBS Lett. 580, 1642–1648.
29- Yoshida K., Kawachi M., Mori M., Maeshima M., Kondo M., Nishimura M. and Kondo T. 2005. The involvement of tonoplast proton pumps and $Na^-(K^-)/H^-$ exchangers in the change of petal color during flower opening of morning glory, *Ipomoea tricolor* cv. Heavenly Blue. Plant Cell Physiol. 46, 407–415.
30- Yu O., Matsuno M. and Subramanian S. 2006. Flovonoid compounds in flowers: Genetics and Biotechnology. Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology, Global Science Books., 1: 282- 292.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۴۶-۳۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 37-46
ISSN: 2008 - 4730

تاثیر کودهای ریزمغذی آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آنیسون

شیرین ناطقی[۱]- علیرضا پیرزاد[۲*]- رضا درویش زاده[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۲/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۰۶

چکیده

افزایش عناصر در خاک و محلول غذایی احتمالا منجر به افزایش عملکرد و افزایش مقدار عناصر برگ و بهبود کیفیت میوه می‌گردد. بنابراین، تعیین مقادیر مناسب عناصر غذایی برای افزایش عملکرد کمی و کیفی در گیاهان ضروری می‌باشد. دراین تحقیق اثر محلول پاشی کودهای آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی آنیسون *Pimpinella anisum* به‌صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه بررسی شد. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل بین آهن و روی بر تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و دانه، و شاخص برداشت معنی‌دار شد. مقایسه میانگین ترکیبات تیماری نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه (۲/۲۲ گرم) از ترکیب تیماری آهن صفر و روی ۲ در هزار، و کمترین وزن هزار دانه (۱/۹۲ گرم) از کاربرد آهن ۲ و روی صفردر هزار حاصل شد. بیشترین تعداد دانه در بوته (۷۶۲)، عملکرد بیولوژیک (۲۶۵۲ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۱۳۷۲ کیلوگرم در هکتار) از ترکیب تیماری روی ۴ و آهن ۶ در هزار، و کمترین تعداد دانه در بوته (۲۷۲)، عملکرد بیولوژیک (۷۱۶ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۴۷۰ کیلوگرم در هکتار) از تیمار آهن صفر و روی ۶ در هزار حاصل شد. بیشترین شاخص برداشت (۶۶/۱۸ درصد) از تیمار بدون آهن و روی، و کمترین شاخص برداشت (۴۶/۶۷ درصد) از کاربرد آهن ۴ و روی صفر در هزار به‌دست آمدند. درصد اسانس در مقادیر متوسط آهن و روی نسبت به شاهد افزایش داشت. ولی تجمع آهن و روی در سطوح بالاتری از محلول‌پاشی به حداکثر رسید.

واژه‌های کلیدی: آنیسون، آهن، بیوماس، روی، درصد اسانس، عملکرد دانه، کود، گیاه دارویی

مقدمه

آنیسون با نام علمی *Pimpinella anisum* و نام انگلیسی Anise از تیره چتریان (Apiaceae)، گیاهی علفی، یکساله، دیپلوئید (2n=14)، دارای ریشه راست، دوکی شکل و به طول ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر می‌باشد که این ریشه‌های ظریف دارای انشعابات کمی هستند. ساقه این گیاه قائم، بی کرک و استوانه‌ای و بسته به شرایط اقلیمی محل رویش به ارتفاع ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر در نوسان است. برگ‌ها به‌طور متناوب در طول ساقه پراکنده هستند. گل‌های کوچک و سفید رنگ آن، در مجموع به صورت چتر مرکب ۱۰ تا ۱۵ چترک را شامل می‌شود که در انتهای ساقه‌های اصلی و فرعی پدیدار می‌گردند. میوه آنیسون کوچک و بیضی شکل به عرض ۱/۵ تا ۲ میلی‌متر و به رنگ سبز مایل به خاکستری و یا زرد مایل به سبز است. بر روی میوه آن ۵ خط طولی مشخص دیده می‌شود. تارهای ریز فراوانی نیز همه قسمت‌های میوه آن را فرا گرفته است. وزن هزار دانه آنیسون بین ۱/۵ تا ۴ گرم است (۱ و ۱۱).

آنیسون یکی از گیاهان مهم دارویی است که دارای استفاده‌های مختلفی در صنایع دارویی، غذایی، بهداشتی و آرایشی می‌باشد. مصرف میوه‌های آنیسون موجب تسکین اسپاسم‌های معده و روده شده، و در درمان آسم، بیخوابی، و تولید شربتهای ضد سرفه نیز مورد استفاده قرار می گیرد. تولید جهانی این گیاه در سال ۲۰۰۰ در سطح زیر کشتی برابر با ۵۰۵۶۴۵ هکتار برابر با ۲۹۵۸۲۴ تن بوده است. اسانس آنیسون در سلول‌ها و کرک‌های ترشحی منفرد یا مجتمع تجمع می‌یابد که ممکن است فقط در یک اندام و یا به صورت پراکنده در اندام‌های مختلف گیاه وجود داشته باشد. مهم‌ترین ماده تشکیل دهنده اسانس آنیسون، آنتول است که ۹۰-۸۰ درصد آن را شامل می‌شود (۱).

برای رشد مناسب گیاه و عملکرد بالای آن، به عرضه کافی و

۱و۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
(*- نویسنده مسئول: (Email: a.pirzad@urmia.ac.ir
۳ - دانشیار گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

متعادل تمامی عناصر غذایی نیاز می‌باشد. تامین مناسب عناصر غذایی همچنین در سلامت گیاه و ایجاد مقاومت در برابر بیماری‌ها و هجوم آفت‌ها سهیم است، و کیفیت تولیدات را بهبود می‌بخشد (۳). با توجه به مصرف بیشتر کودها در کشورهای توسعه یافته و تولید بیشتر در این کشورها، مشخص می‌شود که حاصلخیزی خاک و استفاده از کودها نقش مهمی در افزایش تولید و بهبود وضعیت اقتصادی کشورها دارد (۱۸). تغذیه گیاه شامل تامین، جذب و مصرف عناصر غذایی ضروری برای رشد و عملکرد گیاهان می‌باشد و کودهای شیمیایی به عنوان عامل مهمی در جهت بهبود عملیات زراعی به شمار می‌آیند (۱۳). البته نمی‌توان ادعا نمود که تمام افزایش تولید محصول نتیجه افزایش مصرف کودها می‌باشد، ولی به هر حال با مصرف متعادل کودهای شیمیایی همراه با عملیات زراعی بهتر به نتایج بهتری می‌توان دست یافت (۲). هر یک از عناصر کم مصرف (میکروالمنت‌ها) نقش خاصی در گیاه ایفا می‌کنند، و وجود این عناصر در حد کفایت برای کامل کردن چرخه رشد گیاه لازم است. از این رو میتوان آهن و روی را به‌عنوان عناصر ضروری برای گیاه ذکر کرد. عناصر کم مصرف عناصری هستند که برای رشد ونمو گیاه بسیار لازم و اساسی می‌باشند، اما در مقادیری کمتر از عناصر غذایی اصلی از قبیل نیتروژن، فسفر و پتاسیم مورد استفاده قرار می‌گیرند. فیگویرا (۲۷) در طی تحقیقی مشخص کرده است که سطوح متفاوتی از میکروالمنت‌ها روی وزن خشک ترخون تاثیر گذاشته است. در این آزمایش مشخص شده است که میکروالمنت ها بیشتر روی کیفیت اسانس و میزان مواد موثره تاثیر گذاشته است. رضایی نژاد و خادمی (۹) گزارش کردند که کابرد سکوسترین آهن و سولفات روی در مزارع پنبه ورامین باعث شده که عملکرد وش، وزن الیاف و وزن غوزه‌ها افزایش یابد.

بخش بزرگی از خاک های زراعی کشور، حاوی مقادیر زیادی کربنات کلسیم هستند که سبب افزایش واکنش خاک و ایجاد اختلال در جذب عناصر آهن و روی می‌شوند (۱۷). آهن را با تردید می‌توان جزو عناصر کم مصرف محسوب نمود، زیرا مقدار آن در ترکیبات سنگ‌ها چهارمین عنصر را تشکیل می‌دهد. مقدار متوسط آن در حدود ۴۲ گرم در کیلوگرم می‌باشد، و مقدار کل آن در خاک بین ۰/۵ تا ۱ درصد است (۱۲). آهن نقش اساسی در سنتز کلروپلاست دارد. سومر (۳۴) در آزمایشی بر روی ذرت دریافت که کمبود آهن باعث کاهش اندازه کلروپلاست می‌گردد، و گیاه کوتاه می‌ماند. هم‌چنین کمبود آهن باعث کاهش سنتز کلروفیل، سطح برگ، وزن تر و خشک برگ‌ها و رشد شاخه‌های جدید گردیده، و در نتیجه باعث به تعویق افتادن گلدهی و پایین آمدن عملکرد می‌شود (۳۱).

روی به طور طبیعی اغلب به صورت کانی های سولفاتی، سیلیکاتی و کربناتی در پوسته زمین وجود دارد، و فراوانی متوسط آن ۸۰-۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است. مقدار کل روی در خاک بین ۵۰ ppm تا ۱۰۰ می‌باشد. تغییرات روی در خاک از نظر کمی تحت تاثیر آب و هوا و خصوصیات فیزیکیو شیمیایی خاک می‌باشد (۱۲). میزان حلالیت این کانی‌ها به pH خاک وابسته است، و با کاهش آن، حلالیت این کانی‌ها در آب افزایش می یابد. روی باعث انتقال بهتر پروتئین به دانه می‌شود که این مسئله منجر به بالا رفتن کیفیت محصول می‌شود. هم‌چنین روی در ساختمان آنزیم هایی که در ساخت CRNA و DNA مشارکت دارند، وجود دارد (۲۲). تاکار و نایار (۳۵) اعلام کردند کاربرد روی باعث افزایش اسید آمینه‌های لیزین و هیستیدین در گندم و نیز موجب افزایش ارزش بیولوژیکی آن از طریق افزایش پروتئین و چربی، و ذخیره کربوهیدرات‌ها و هم‌چنین اصلاح ساختار اسید آمینه ها می‌گردد. مصرف سولفات روی، گیاهان زراعی را تا چهار نوبت کشت تحت تاثیر قرار می‌دهد که علت آن تبدیل سریع بخش مهمی از روی محلول به روی کربناتی کم محلول در این خاک‌ها است. کربنات روی، شکل مهم نگهداری روی مصرفی در خاک‌های آهکی است و می‌توان آن را شکل بالقوه استفاده این عنصر در خاک به حساب آورد. مصرف روی در اکثر خاک‌ها، موجب افزایش وزن خشک ماده گیاهی و در همه آن ها باعث افزایش غلظت روی و جذب کل روی توسط گیاه گردید (۲۱).

با توجه به اهمیت آنیسون به عنوان یک گیاه دارویی و هم‌چنین اثرات آهن و روی بر رشد و عملکرد گیاهان، بررسی تاثیر این دو عنصر بر آنسیون ضرورت دارد. در این راستا بررسی مقادیر مختلف آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آنیسون از اهداف این پژوهش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، واقع در ۱۱ کیلومتری شمال غرب ارومیه با ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت.

قبل از اقدام به تهیه بستر و کاشت، از چند نقطه محل آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری نمونه برداری گردید. ویژگی‌های خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

تیمارهای آزمایش شامل محلول‌پاشی سطوح آهن (به صورت کود سکوسترین آهن) و روی (به صورت کود سولفات روی) از هر کدام و ترکیب این دو عنصر در غلظت‌های صفر، ۲، ۴ و ۶ در هزار غلظت وزنی بودند.

جدول۱- برخی ویژگی‌های خاک محل آزمایش بر اساس نمونه برداری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر

بافت خاک	pH	آهک	رس	شن	سیلت	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
		درصد				میلی‌گرم در کیلوگرم		
رسی لومی	۸/۳	۱۸	۴۳	۲۱	۳۶	۰/۱۲	۸/۴	۲۷۵

هر واحد آزمایشی شامل ۴ ردیف کشت به طول ۲۳۰ سانتی‌متر با ردیف‌هایی به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از هم که بذر ها به فاصله ۹ سانتی‌متر روی ردیف‌ها کشت شدند. بعد از آماده سازی زمین، بذور یک توده محلی ارومیه درخاک قرار گرفتند. مبارزه با علف‌های هرز، جهت جلوگیری از رقابت آن‌ها با آنیسون و ممانعت از هر گونه تداخل علف‌کش‌ها با تیمارهای آزمایشی، به صورت دستی و مداوم در طول فصل رشد انجام گردید. به منظور جلوگیری از تنش خشکی در گیاه، در تمام فصل رویش؛ آبیاری به طور اپتیمم، و در ۸۰-۷۰ درصد ظرفیت زراعی انجام گرفت. با توجه به نقشه آزمایش، تیمار عناصر ریز مغذی در مرحله شروع گلدهی مزرعه، به صورت محلول‌پاشی برگ انجام گرفت.

برای اندازه‌گیری صفات از هر کرت پنج بوته انتخاب شد. صفات مورد آزمایش بعد از اعمال تیمارها تا برداشت محصول اندازه‌گیری و یادداشت برداری گردید. در انتهای فصل رشد برای به‌دست آوردن عملکرد از هر واحد آزمایشی از سطح دو مترمربع برداشت شد. برای محاسبه اجزای عملکرد، از تعداد پنج بوته از هر واحد آزمایشی برگ، دانه، و ساقه از هم جدا شدند. برگ‌ها و ساقه‌ها پس از خشک شدن در آون ۷۲ در جه تا ثابت شدن وزن نمونه‌ها، و دانه‌ها نیز بعد از خشک شدن در سایه با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم توزین شدند. استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه اسانس‌گیر (کلونجر) انجام گرفت. برای استخراج اسانس از دانه‌هایی که قبلاً برداشت شده و سایه خشک شده بودند، استفاده گردید.

برای اندازه‌گیری میزان آهن و روی، برگ‌ها پس برداشت گیاه در رسیدگی کامل، درآون ۷۲ درجه به مدت ۴۸ ساعت خشک و آسیاب گردید و سپس الک شدند. مقدار ۰/۵ گرم از برگ الک شده را وزن کرده، در کروزه‌ها ریخته، در کوره ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. پس از خروج از کوره و خنک شدن چند قطره آب مقطر برای مرطوب شدن به نمونه‌ها شد. سپس۱۰ میلی‌لیتر از HCl ۶ مولار به هر نمونه افزوده و پس از نیم ساعت، از کاغذ صافی عبور داده شدند. هر نمونه با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. استانداردهای آهن و روی تهیه گردید. ابتدا این استانداردها، و سپس نمونه های اصلی با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل AA-6300 قرائت گردید (۲۸).

تجزیه آماری داده‌ها بر اساس امید ریاضی طرح پایه، و با استفاده از نرم افزار آماری SAS و مقایسات میانگین با آزمون SNK انجام گردید.

نتایج

اثر متقابل آهن و روی بر وزن هزار دانه، تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول۲). معادلات خطی رابطه بین عملکرد و اجزای عملکرد با مقادیر مختلف عناصر ریز مغذی آهن و روی از توابع جدول ۴ تبعیت می‌کنند.

وزن هزار دانه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه (۲/۲۲ گرم) از ترکیب تیماری آهن صفر و روی ۲ در هزار، و کمترین وزن هزار دانه (۱/۹۲ گرم) ازکاربرد آهن ۲ و روی صفردر هزار حاصل شدند (جدول ۵).

جدول۲- تجزیه واریانس اثر کود آهن و روی بر عملکرد و شاخص برداشت آنیسون

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن هزار دانه	تعداد دانه در بوته	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	درصد اسانس	میزان آهن برگ	میزان روی برگ
تکرار	۲	۰/۰۰۳۷^{ns}	۴۸/۰۳^{ns}	۴۵۶۹۰۳۴/۲^{ns}	۳۹۱۴۸۷/۱^{ns}	۱/۴۲^{ns}	۰/۰۳۸^{ns}	۰/۴۰^{ns}	۰/۰۰۰۵۷^{ns}
آهن	۳	۰/۰۰۴۷^{ns}	۱۶۲۴/۵۶**	۲۹۳۸۴۲۸۸/۲**	۵۰۸۳۳۷۲/۷**	۱۰۹/۸۵**	۳/۳۱**	۴/۸۲**	۰/۰۴**
روی	۳	۰/۰۳۱**	۱۷۵۵/۹۵**	۱۵۷۵۵۰۷۸/۸**	۳۷۳۳۸۸۷/۳**	۴۰/۵۲^{ns}	۱/۱۶**	۲/۵۴^{ns}	۰/۰۴۴**
روی × آهن	۹	۰/۰۲۶ **	۹۹۵/۸۶**	۱۲۰۱۲۸۹۰/۶**	۳۲۷۸۰۵۸/۸**	۸۱/۰۵**	۱/۰۶**	۲/۴۶*	۰/۰۱۵**
اشتباه آزمایشی	۳۰	۰/۰۰۴۸	۳۵/۸۵	۱۴۵۲۰۹۶/۶	۱۴۲۸۹۸/۳	۲۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۸۷	۰/۰۰۳۶
ضریب تغییرات (٪)		۳/۳۶	۴/۱۷	۱۶/۵۸	۷/۹۵	۷/۹۴	۹/۵۴	۵/۹۶	۷/۳۳

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

در شرایط عدم کاربرد روی بیشترین وزن هزار دانه (۲/۱۸ گرم) از آهن ۲ در هزار حاصل شد که در این سطح از روی با تیمارهای آهن صفر و ۴ در هزار تفاوت معنی‌داری نداشت. در سطح ۲ در هزار روی و عدم کاربرد آهن حداکثر وزن هزار دانه در بین کلیه تیمارها به‌دست آمد که با افزایش مقدار آهن وزن هزار دانه کاهش یافت، ولی از لحاظ آماری این کاهش معنی‌دار نبود. در سطح سوم روی مانند حالت قبلی بیشترین وزن هزار دانه از تیمار عدم استفاده آهن به‌دست آمد و با افزایش مقدار آهن وزن هزار دانه کاهش غیر معنی‌داری در پی داشت. در آخرین سطح روی بر عکس حالات قبلی بیشترین وزن هزار دانه از تیمار ۴ در هزار آهن حاصل گردید و با افزایش یا کاهش مقدار آهن از وزن هزار دانه کاسته شد. به طور کلی در شرایط عدم کاربرد آهن، سطوح ۲ و ۴ در هزار روی می‌توانند تا حدی کمبود آهن را جبران نمایند.

تعداد دانه در بوته

بیشترین تعداد دانه در بوته (۷۶۲) از ترکیب تیماری روی ۴ و آهن ۶ در هزار حاصل شد و به دنبال آن کمترین تعداد دانه (۲۷۲) نیز از تیمار آهن صفر و روی ۶ در هزار تولید شد. در سطح بدون استفاده از روی بیشترین دانه تولید شده از تیمار آهن ۴ در هزار می‌باشد و با کاهش مقدار آهن در این سطح از روی به دلیل کمبود مواد غذایی (آهن و روی) تعداد دانه کاهش چشم‌گیری داشت (جدول ۵). در سطح ۲ در هزار روی، حداکثر تعداد دانه از غلظت ۴ در هزار آهن تولید شده و با هر گونه افزایش یا کاهش در مقدار آهن از میزان تعداد دانه کاسته شد. در سطح سوم روی با افزایش مقدار آهن بر میزان تعداد دانه نیز افزوده شد. طوری که در سطح ۶ در هزار آهن به بیشترین تعداد دانه رسید. در آخرین سطح از روی نیز حداکثر تعداد دانه از مقدار آهن ۶ در هزار تولید شد و در پی کاهش مقدار آهن تعداد دانه در ۵ بوته هم به طور معنی‌داری کاسته شد (جدول ۵).

عملکرد بیولوژیک

بیشترین بیوماس (۲۶۵۲ کیلوگرم در هکتار) از غلظت آهن ۶ و روی ۴ در هزار و کمترین عملکرد بیوماس (۷۱۶ کیلوگرم در هکتار) نیز از ترکیب تیماری آهن صفر و روی ۶ در هزار تولید گردید (جدول ۵). در شرایط عدم استفاده روی حتی با افزایش مقدار آهن تا سطح ۴ در هزار اختلاف معنی‌داری در بیوماس نداشت. ولی با کاربرد ۶ در هزار آهن در همین سطح صفر روی بیوماس افزایش معنی‌داری در پی داشت. حداکثر مقدار بیوماس در مقدار ۲ در هزار روی، مربوط به کاربرد صفر آهن بود که البته با مقدار ۴ در هزار اختلاف معنی‌داری نداشت. حداکثر مقدار بیوماس در سطح ۴ در هزار روی با مقدار آهن ۶ در هزار آهن حاصل گردید که با کاهش مقدار آهن در این سطح از روی مقدار بیوماس کاهش معنی‌داری داشته که این روند کاهشی در سطوح صفر، ۲ و ۴ در هزار آهن اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. در آخرین سطح از روی حداقل میزان بیوماس متعلق به سطح اول آهن یعنی عدم کاربرد آهن می‌باشد که با افزایش مقدار آهن مقدار بیوماس نیز افزایش یافت، ولی این افزایش سیر صعودی نداشته و در مابقی سطوح آهن به طور یکنواخت تغییر کرد (جدول ۵).

عملکرد دانه

اثر متقابل معنی‌دار بین غلظت عناصر غذایی و عملکرد دانه، نشان دهنده تولید متفاوت دانه آنیسون در مقادیر مختلف آهن در هر کدام از سطوح روی می‌باشد. بیشترین عملکرد دانه (۱۳۷۲ کیلوگرم در هکتار) از ترکیب های تیماری آهن ۶ و روی ۴ در هزار به‌دست آمد. در حالی که کمترین عملکرد دانه (۴۷۰ کیلوگرم در هکتار) از سطوح آهن صفر و روی ۶ در هزار حاصل گردید که با غلظت ۲ در هزار آهن و روی و غلظت ۴ در هزار آهن و عدم کاربرد روی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). در شرایط بدون محلول‌پاشی روی، کاربرد آهن در سطح بالاتر (۶ در هزار) توانسته است عملکرد دانه را افزایش دهد. در محلول پاشی ۴ در هزار روی، این سطح از کاربرد آهن، نیاز به مقادیر بالاتر آهن را در آنیسون به دلیل تحریک رشد تامین کرده و به همین دلیل غلظت‌های بالاتر آهن توانسته‌اند عملکرد بالاتری را تولید نمایند. به نظر می‌رسد همین غلظت زیاد، نوعی محدود کننده رشد گیاه بوده و در سطح ۶ روی، هیچ کدام از سطوح آهن قادر به جبران خسارت ناشی از این محدودیت را نداشته‌اند و سطح صفر آهن حداقل عملکرد دانه و محلول پاشی درسه سطح ۲، ۴ و ۶ در هزار عملکرد دانه یکسانی را تولید کرد.

شاخص برداشت

بیشترین شاخص برداشت (۶۶/۱۸ درصد) از تیمار بدون آهن و روی (شاهد) حاصل شد، و کمترین (۴۶/۶۷ درصد) آن نیز از کاربرد آهن ۴ و روی صفر در هزار به‌دست آمد که در تیمار بدون روی حتی با افزایش و یا کاهش آهن این شاخص تغییر نکرد (جدول ۵). با توجه به تغییرات عملکرد بیولوژیک مشخص می‌شود که کمترین عملکرد بیوماس و عملکرد دانه حاصله در غلظت صفر آهن و ۶ در هزار روی (جدول ۵)، منجر به شاخص برداشت دانه بالایی در این تیمار شده که تفاوت معنی‌داری با شاخص برداشت حاصل از تیمار شاهد (عدم کاربرد روی و آهن) نداشت.

جدول۳- تجزیه های اضافی واریانس (رگرسیون) اثر کود آهن و روی بر عملکرد و شاخص برداشت آنیسون

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن هزار دانه	تعداد دانه در بوته	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	درصد اسانس	میزان آهن برگ	میزان روی برگ
آهن									
خطی	۱	۰/۰۱۲^{ns}	۴۱۰۵/۶**	۱۰۹۲۲۴۵۴/۸۱**	۷۰۱۹۰۹۶۵/۳**	۱۹۰/۲۵**	۸/۲۸**	۲/۷۱^{ns}	۰/۰۳۷**
درجه۲	۱	۰/۰۰۱۵^{ns}	۶۵۷/۷۱**	۱۹۸۸۷۶۴/۱۴**	۴۹۳۹۹۴۰/۰۵^{ns}	۱۳۰/۱۹*	۱/۳۳**	۳/۴^{ns}	۰/۰۱۹*
درجه۳	۱	۰/۰۰۰۱^{ns}	۱۱۰/۳۸^{ns}	۲۶۵۶۰۳/۷۲^{ns}	۹۲۳۱۶۳/۱*	۶۴/۳۵^{ns}	۰/۳۲^{ns}	۷/۶۸**	۰/۰۶۹**
روی									
خطی	۱	۰/۰۲۳*	۹۱/۲۲^{ns}	۱۶۳۰۰/۹۸^{ns}	۸۲۴۷۲۳/۷^{ns}	۱۱/۵۵^{ns}	۰/۷۴*	۳/۶^{ns}	۰/۱۱**
درجه۲	۱	۰/۰۱۳^{ns}	۷۶۷/۳۵**	۲۶۹۳۴۸۱/۳۳**	۹۱۷۰۱۷۲/۸*	۸/۰۱^{ns}	۰/۵۳^{ns}	۴/۰۲*	۰/۰۰۲۵^{ns}
درجه۳	۱	۰/۰۵۶**	۴۴۰۹/۲۹**	۹۱۸۸۹۶۴/۱**	۳۸۴۸۶۴۰۳/۳**	۱۰۹/۱۵*	۲/۲۱**	۰/۰۰۰۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۷۲^{ns}
آهن×روی									
خطی×خطی	۱	۰/۰۳۸**	۳۳۹/۵۵**	۱۴۶۴۶۱۱/۷۲**	۶۶۰۱۳۴۳/۳^{ns}	۶/۳۴^{ns}	۲/۳۱**	۰/۲۲^{ns}	۰/۰۰۲۳^{ns}
خطی×درجه۲	۱	۰/۰۱^{ns}	۰/۶۱^{ns}	۲۰۵۲۰/۸۸^{ns}	۴۷۶۹۳۲۵/۹^{ns}	۱۲۹*	۲/۰۰۲**	۸/۳۱**	۰/۰۰۰۰۸۴^{ns}
خطی×درجه۳	۱	۰/۰۰۲۳^{ns}	۳۰۳۹/۵۳**	۱۰۰۹۱۶۹۷/۱۲**	۳۴۲۱۴۴۹۱/۴**	۲/۹۹^{ns}	۰/۶۴*	۲/۴۸^{ns}	۰/۰۰۸۹^{ns}
درجه۲×خطی	۱	۰/۰۳۷**	۱۲۹۲/۵۵**	۴۲۵۰۹۶۸/۱۳**	۱۲۸۵۶۷۷۳/۵**	۱۹/۳۹^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۲۹^{ns}	۰/۰۰۶۴^{ns}
درجه۲×درجه۲	۱	۰/۰۵۲**	۱۹۱/۴۵*	۲/۳۷^{ns}	۷۸۰۸۲۹۶/۶*	۱۴۱/۹۵*	۱/۱۱**	۱/۶۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۵^{ns}
درجه۲×درجه۳	۱	۰/۰۰۳۱^{ns}	۷۴۷/۰۰۷**	۳۲۸۰۹۲۲/۴۱**	۲۶۱۴۴۳۳۸/۸**	۲/۰۲^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۴/۳۴*	۰/۰۰۰۹۸^{ns}
درجه۳×خطی	۱	۰/۰۶۷**	۶۸۴/۹۴**	۷۹۰۵۵۵/۷۲*	۳۴۶۴۳۵۲/۷^{ns}	۳/۰۱^{ns}	۱/۱۷**	۳/۰۵^{ns}	۰/۰۵۸**
درجه۳×درجه۲	۱	۰/۰۲۷*	۱۷۴۰/۵**	۵۱۶۵۷۶۰/۴۶**	۱۴۳۷۶۴۱/۲^{ns}	۲۶۲/۷۵**	۰/۱۶^{ns}	۱/۴۵^{ns}	۰/۰۵۱**
درجه۳×درجه۳	۱	۰/۰۰۲۶^{ns}	۹۲۶/۶۶**	۲۲۵۹۱۷۲/۶۵**	۱۲۲۶۰۹۱۱/۱**	۵۹/۳۸^{ns}	۲/۰۶**	۰/۰۰۳۴^{ns}	۰/۰۰۴۱^{ns}

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

در این تیمار نیز (تیمار شاهد)، شاخص برداشت زیاد به دلیل افت زیاد در عملکرد بیوماس نسبت به عملکرد دانه می‌باشد (جدول ۵). عملکرد پایین دانه و عملکرد متوسط بیوماس در غلظت‌های ۴ در هزار آهن و صفر روی، دلیل اصلی حداقل شاخص برداشت دانه مربوط به این ترکیب تیماری می‌باشد. حداکثر بیوماس تولیدی در محلول‌پاشی ۴ در هزار روی و کاربرد ۶ در هزار آهن، باعث کاهش شاخص برداشت، علیرغم حداکثر عملکرد دانه شده است. در سطح دوم با کاربرد ۴ در هزار آهن چون عملکرد دانه نسبت به بقیه تیمارها در همان گروه بیشتر و به تبع عملکرد بیوماس در همان گروه کمتر است، دارای شاخص برداشت بالاتری نسبت به بقیه می‌باشد.

درصد اسانس

بیشترین میزان اسانس از کاربرد آهن ۶ و روی ۲ به‌دست آمد که با ترکیبات تیماری آهن ۴ با روی صفر و آهن ۶ با روی ۴ و آهن ۲ با روی ۶ اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۵). تغییرات درصد اسانس در کلیه سطوح روی با افزایش آهن، نشان می دهد که درصد اسانس در سطوح بالای آهن افزایش می‌یابد. در عدم کاربرد فقط در گذر از سطح ۲ آهن به ۴ آهن تفاوت معنی‌دار دیده شد. در این سطح از روی، سطح صفر و ۲ در هزار آهن اختلاف معنی‌داری از نظر درصد اسانس با هم نداشتند، ولی با افزایش مقدار محلول‌پاشی آهن درصد اسانس افزایش معنی‌داری یافته که این افزایش بین سطوح ۴ و ۶ آهن نیز معنی‌دار نمی‌باشد. در سطح ۲ در هزار روی نیز با افزایش مقدار آهن درصد اسانس افزایش می یابد که این افزایش تا سطح ۴ روی معنی‌دار نبوده، ولی در سطح ۶ در هزار آهن تفاوت معنی‌داری با بقیه سطوح پیدا کرد. با کاربرد ۴ در هزار روی و ۶ در هزار آهن مقدار اسانس در این سطح به حداکثر رسید و تفاوت معنی‌داری با سطوح کمتر آهن نشان داد. در آخرین سطح روی نیز فقط سطح ۲ در هزار آهن توانست حداکثر اسانس را تولید کند. به طور کلی درصد اسانس با افزایش میزان آهن و روی افزایش را نشان می‌دهد (جدول ۵).

تجمع آهن در برگ

نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین تجمع آهن (۴/۸۹ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) در تیمار آهن و روی ۶ در هزار بود که با ترکیب تیماری آهن ۴ و روی ۶ در هزار اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین تجمع آهن (۰/۴۵ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) از غلظت‌های آهن صفر و روی ۴ در هزار به‌دست آمد (جدول ۵). در سطح اول روی (صفر)، کلیه سطوح آهن نتوانسته‌اند باعث تفاوت معنی‌داری در تجمع آهن شوند. با کاربرد ۲ در هزار روی با افزایش مقدار آهن میزان، میزان تجمع آهن نیز افزایش یافت. البته این روند صعودی بین کاربرد آهن صفر تا ۲ و بین ۴ تا ۶ غیر معنی‌دار، ولی

بین ۲ تا ۴ اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. با کاربرد ۴ در هزار روی با افزایش به غیر از سطح صفر آهن، در مابقی سطوح با افزایش مقدار آهن میزان تجمع آهن افزایش یافت که این تغییرات بین سطوح۲، ۴ و ۶ غیر معنی‌دار بود. در آخرین سطح روی حداکثر تجمع با کاربرد ۲ و ۶ در هزار آهن به‌دست آمد (جدول ۵).

تجمع روی در برگ

بیشترین میزان تجمع روی (۰/۵۲ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) از تیمار روی ۶ و آهن ۲ در هزار تولید شد، و کمترین مقدار تجمع روی (۰/۰۱ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) در برگ نیز از ترکیب تیماری روی صفر و آهن ۶ در هزار به‌دست آمد (جدول ۵). در سطح صفر روی و با کاربرد کلیه سطوح آهن کمترین مقادیر تجمع روی حاصل گردید. در سطح دوم روی با افزایش میزان آهن، مقدار تجمع روی در برگ نیز افزایش یافت. این افزایش در سطح سوم روی کاهش یافت، ولی این کاهش، کاهش معنی‌داری نبود. در آخرین سطح روی برعکس حالات قبلی تنها با افزایش مقدار آهن تا سطح ۲ در هزار، تجمع روی افزایش داشت، اما با افزایش میزان آهن از این مقدار، تجمع روی در برگ آنیسون کاهش معنی‌داری یافت.

بحث

افزایش وزن هزاردانه در ترکیبات متفاوتی از آهن و روی نسبت به شاهد، نشان می‌دهد که هر کدام از عناصر آهن و روی در سطوح مختلفی از تامین عنصر دیگر در بهبود عملکرد یک صفت مثل اندازه دانه تاثیر دارند. البته این پاسخ گیاه در سطوح مختلف عناصر به مقادیر عنصر دوم متفاوت است (جدول ۵). به نظر می‌رسد محلول-پاشی عناصر ریز مغذی با تاثیر مثبت در افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن باعث افزایش وزن هزار دانه می‌شوند (۲۹). رحیمی و مظاهری (۸) با مطالعه کود آهن و روی در غلظت‌های صفر و ۲۰ کیلوگرم در هکتار در آفتابگردان گزارش کردند که حداکثر وزن هزار دانه از تیمار آهن صفر و روی ۲۰ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید. کم بودن وزن هزار دانه در تیمار صفر آهن و ۶ روی به دلیل رقابت دانه‌ها در به‌دست آوردن مواد غذایی و کاهش کربوهیدرات ذخیره‌های گیاه می‌باشد که تعداد سلول‌های مولد کاهش یافته، و وزن هزار دانه کاهش می‌یابد. بایبوردی و مامدوف (۲۶) گزارش کردند که با مصرف ۲ در هزار آهن و ۳ در هزار روی بیشترین وزن هزار دانه را در کلزا حاصل گردید. آنها اظهار نمودند که روی برای بیوسنتز تنظیم کننده‌های رشد نظیر ایندول استیک اسید و کربوهیدرات‌ها که منجر به افزایش عملکرد و اجزا عملکرد می‌شوند، ضروری است. این موضوع شاید به دلیل اهمیت این عناصر در تجمع آسمیلات ها در دانه‌ها در مراحل آخر رشد و در نتیجه تولید دانه‌های بزرگ‌تر و سنگین‌تر باشد. طباطبائیان و همکاران (۱۹) با بررسی سه غلظت روی صفر، ۲/۵ و ۵ در هزار گزارش کردند که بیشترین وزن هزار دانه از مقدار روی ۲/۵ در هزار تولید شده است. وجود مواد تغذیه‌ای کافی در اندام‌های گیاهی باعث پر شدن بهتر دانه و افزایش وزن دانه می‌شود.

کاهش تعداد دانه در بوته در شرایط کمبود مواد تغذیه‌ای نشان دهنده اثر منفی عدم استفاده از این مواد برای آمادگی اعضای زایشی برای تولید دانه است (۳۶). عناصری که در فعالیت‌های فتوسنتزی گیاه شرکت می‌کنند، میزان تولید شیره پرورده را در گیاه بالا می‌برند و چنانچه میزان صادرات فتوسنتزی به اندام‌های گیاهی در مرحله گلدهی به خوبی صورت پذیرد، باعث افزایش تعداد دانه در گیاه می‌شود. علت بالا بودن تعداد دانه در گیاه را شاید در عدم وجود محدودیت منبع در شرایط مصرف کودهای ریز مغذی دانست. لذا در صورت عدم وجود محدودیت منبع، محدودیت مخزن نیز کمتر پیش می‌آید. شیخ بگلو و همکاران (۱۶) گزارش کردند که بیشترین تعداد دانه در ذرت از محلول‌پاشی با سولفات روی ۵ در هزار به‌دست آمد.

کاهش عملکرد بیولوژیک در تیمار ۶ درهزار روی و شرایط بدون آهن نسبت به شاهد (جدول ۵) نشان می‌دهد که افزایش نامتعادل هر کدام از این دو عنصر می‌تواند منجر به کاهش عملکرد نیز شود. افزایش بعدی عملکرد بیولوژیک در همین سطح روی (۶ در هزار) با کاربرد مقادیری از آهن نشان دهنده همین نظر می‌باشد. افزایش عملکرد بیولوژیک با مصرف عناصر ریز مغذی علل مختلفی می‌تواند داشته باشد که از آن جمله می‌توان به افزایش بیوسنتز اکسین در حضور عنصر روی، افزایش فتوسنتز در نتیجه افزایش غلظت کلروفیل، افزایش فعالیت فسفوانول پیروات کربوکسیلاز و ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز و کاهش تجمع عنصر سدیم در بافت‌های گیاهی و نیز افزایش کارآیی جذب نیتروژن و فسفر در حضور عنصر روی و نیز افزوده شدن بر میزان آهن و منگنز، و نقش مثبت آن در فتوسیستم‌های I و II و افزوده شدن بر سایر فعالیت های متابولیسمی گیاه اشاره نمود (۳۰). گزارش رز و همکاران (۳۲) در مورد نقش عناصر ریز مغذی به خصوص روی هنگامی که با آهن همراه شود در افزایش عملکرد بیولوژیک تاکید دارد. اسد و رفیق (۲۵) با بررسی محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر گندم گزارش کردند که با استفاده از محلول‌پاشی کود آهن و روی به میزان به ترتیب ۴ و ۵ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیوماس در حداکثر بوده است.

خلیلی محله و رشدی (۶) گزارش کردند که بیشترین بیوماس در ذرت از محلول پاشی با کود آهن و روی و منگنز هرکدام به غلظت ۵ در هزار به‌دست آمد. حیدری (۵) با مطالعه بر روی نعناع فلفلی گزارش کرد که استفاده از کود حاوی روی به میزان ۲۵ کیلوگرم درهکتار و سکوسترین آهن به مقدار ۱۵ کیلوگرم درهکتار باعث افزایش معنی‌داری در بیوماس به مقدار ۱۴۹۳ کیلوگرم در هکتار می-شود.

جدول٤- معادلات رابطه بین عملکرد و اجزای عملکرد با مقادیر مختلف عناصر ریز مغذی آهن و روی

صفات مورد مطالعه	معادله خط	R^2
عملکرد دانه	$4210.88-981.9Fe+200.27Fe^2+26.63Zn^2-13.71Zn^3 -300.75FeZn+26.04FeZn^3+235.579Fe^2Zn-12.39Fe^2Zn^3-53.14Fe^3Zn+10.82Fe^3Zn^2+0.17Fe^3Zn^3$	۰/۹۳
عملکرد بیوماس	$6723.04-462.38Fe+29.75Fe^3+163.71Zn^2-47.52Zn^3+28.33FeZn^3-239.89Fe^2Zn+114.02Fe^2Zn^2-21.08Fe^2Zn^3+0.71Fe^3Zn^3$	۰/۸۹
شاخص برداشت	$60.56-3.7Fe+0.46Fe^2+0.01Zn^3 -0.04FeZn^2+0.01Fe^2Zn^2-0.002Fe^3Zn^2$	۰/۳۱
وزن هزار دانه	$2.09+0.02Zn-0.001Zn^3-0.01FeZn-008Fe^2Zn+0.003Fe^2Zn^2+0.0001Fe^3Zn-0.0005Fe^3Zn^2$	۰/۴۱
تعداد دانه در بوته	$19964.77-4802.27Fe+1043.7Fe^2+184.25Zn^2-60.85Zn^3- 763.22FeZn+107.43FeZn^3+1447.49Fe^2Zn-253.01Fe^2Zn^2-29.27Fe^2Zn^3-347.08Fe^3Zn+103.66Fe^3Zn^2-4.8Fe^3Zn^3$	۰/۹۵
درصد اسانس	$3.17+0.27Fe-0.003Fe^2+0.005Zn+0.004Zn^3- 0. 3FeZn+0.11FeZn^2-0.007FeZn^3-0.01Fe^2Zn^2+0.007Fe^3Zn+0.00006Fe^3Zn^3$	۰/۷۷
تجمع آهن	$2.79-0.001Fe^3+0.04Zn^2-0.02Fe\ Zn^{\ 2}+\ 0.0009Fe^2Zn^3$	۰/۳۳
تجمع روی	$-0.01+0.21Fe-0.1Fe^2+0.01Fe^3+0.04Zn-0.0003Fe^3Zn+\ 0.00004Fe^3Zn^2$	۰/۶۴

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های ترکیبات تیماری غلظت های مختلف محلول‌پاشی آهن و روی از نظر عملکرد دانه و اجزای عملکرد آن، درصد اسانس و تجمع آهن و روی در برگ آنیسون

غلظت روی (قسمت در هزار)	غلظت آهن (قسمت در هزار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در بوته	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت (درصد)	درصد اسانس	تجمع آهن	تجمع روی
				(کیلوگرم در هکتار)				(میلی‌گرم در گرم ماده خشک)	
۰	۰	۲/۱۰bcd	۴۰۱/۹e	۱۱۵۳d	۷۶۰cd	۶۶/۲a	۳/۵۱def	۲/۶۲bcd	۰/۰۷ef
	۲	۲/۱۸ab	۳۳۴/۵g	۱۲۰۰d	۶۵۶de	۵۵/۰abc	۳/۴۹def	۲/۲۹bcd	۰/۰۴ef
	۴	۱/۹۶cd	۳۱۷/۳h	۱۱۹۴d	۵۶۰ef	۴۶/۷c	۴/۶۴abc	۲/۹۲bcd	۰/۰۱f
	۶	۲/۰۵bcd	۵۸۳/۸b	۱۹۸۱b	۱۰۷۷b	۵۴/۴abc	۴/۴۸bcd	۳/۱۵bc	۰/۲۶cd
۲	۰	۲/۲۲a	۴۰۱/۹e	۱۳۰۸c	۸۰۳cd	۶۱/۴abc	۲/۵۵g	۱/۰۶cd	۰/۰۳ef
	۲	۲/۱۳abc	۲۸۹/۹j	۱۱۱۳d	۵۵۶ef	۵۰/۲bc	۳/۲۸efg	۱/۲۷cd	۰/۰۴ef
	۴	۲/۱۰bcd	۴۵۱/۴d	۱۳۲۷c	۸۵۳cd	۶۵/۱ab	۳/۱۳fg	۳/۷۸ab	۰/۱۱def
	۶	۲/۱۳abc	۳۰۶/۱i	۱۰۵۰d	۵۸۷e	۵۵/۹abc	۵/۲۱a	۳/۸۶ab	۰/۲۵cd
۴	۰	۲/۱۲abc	۳۷۰/۵f	۱۲۸۷c	۷۰۷de	۵۵/۰abc	۴/۰۷def	۰/۴۵e	۰/۲۶cd
	۲	۱/۹۵cd	۴۵۶/۳d	۱۵۲۸c	۸۰۱cd	۵۲/۴bc	۳/۶۷def	۲/۹۱bcd	۰/۲۲cd
	۴	۲/۰۷bcd	۵۲۱/۷c	۱۶۹۲c	۹۷۲c	۵۷/۴abc	۴/۱۸cde	۴/۰۳ab	۰/۱۹cd
	۶	۲/۰۰bcd	۷۶۲/۳a	۲۶۵۲a	۱۳۷۲a	۵۱/۸bc	۴/۹۹ab	۳/۶۸abc	۰/۳۰c
۶	۰	۱/۹۲d	۲۷۲/۱k	۷۱۶e	۴۷۰f	۶۵/۷a	۴/۱۳def	۳/۲۸abc	۰/۱۶def
	۲	۲/۰۷bcd	۴۵۱/۵d	۱۴۳۱c	۸۴۱cd	۵۸/۷abc	۴/۵۶abc	۴/۷۱a	۰/۵۲a
	۴	۲/۱۷ab	۳۳۷/۷g	۱۲۵۴c	۶۶۰de	۵۲/۶bc	۳/۶۵def	۲/۷۵bcd	۰/۴۰b
	۶	۲/۰۰bcd	۴۵۸/۶d	۱۴۴۲c	۸۲۶cd	۵۷/۳abc	۴/۳۴bcd	۴/۸۹a	۰/۴۱b

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر تفاوت غیرمعنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

وی افزود که محلول‌پاشی باعناصر ریز مغذی به دلیل تغذیه بهتر برگ و ساقه، و تشدید فتوسنتز سبب افزایش عملکرد بیوماس شده است. درخشانی و همکاران (۷) اعلام نمودند که بیشترین وزن خشک اندامهای هوایی شاه اسپرم از بین تیمارهای شاهد، کاربرد خاکی ۱ و ۲ میلی‌گرم روی در هر کیلوگرم خاک، محلول‌پاشی ۱ و ۳ در هزار روی، از محلول‌پاشی روی به میزان ۳ در هزار به‌دست آمد. جم و

همکاران (۴) با مطالعه مقادیر صفر، ۲، ۴ و ۸ در هزار آهن و روی در گندم گزارش نمودند که بیشترین بیوماس در گندم از محلول‌پاشی ترکیب تیماری آهن ۸ و روی ۴ در هزار حاصل شد.

مشابهت تغییرات عملکرد دانه و بیولوژیک تحت تاثیر سطوح روی و آهن، اهمیت تولید بیوماس را برای اختصاص هر چه بیشتر فتوسینتات به دانه را نشان می‌دهد. عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نیازمند موازنه صحیح بین اندازه دستگاه فتوسنتزی و تداوم آن، سرعت فتوسنتز، سرعت انتقال و توزیع مواد فتوسنتزی به اندام‌ها، تعداد و اندازه دانه، و ظرفیت آن‌ها از نظر تجمع مواد فتوسنتزی می‌باشد. به‌طور کلی به نظر می‌رسد به دلیل تغییرات مشابه عملکرد دانه و عملکرد بیوماس و به دلیل هم پوشانی، شاخص برداشت دانه در سطوح مختلف آهن و روی تقریباً ثابت بوده و ترکیبات تیماری تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۵). نتایج آزمایشات نشان می‌دهد که تحرک اندوخته‌های ساقه، که شامل تولیدات مازاد مربوط به فتوسنتز پیش از مرحله پرشدن دانه است، تا اندازه زیادی در عملکرد دانه سهیم است. در صورت افزودن عناصر غذایی به خاک معمولا تعداد مقصدهای فیزیولوژیکی برای ماده خشک در اندام های رویشی و زایشی افزایش می‌یابد .

سیلسپور (۱۵) با مطالعه روی گندم گزارش کرد که با مصرف توام آهن (۱۰ کیلوگرم در هکتار) و روی (۴۰ کیلوگرم در هکتار) به طور متوسط ۸۶۷ کیلوگرم افزایش عملکرد دانه را به دنبال داشت. بایبوردی و مامدوف (۲۶) گزارش کردند که با مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی از طریق خاک، محلول‌پاشی ۲ در هزار آهن و ۳ در هزار روی بیشترین عملکرد دانه در کلزا حاصل گردید. آن‌ها اظهار نمودند که عناصر ریز مغذی میزان فتوسنتز را افزایش داده و از طریق تداوم سطح برگ، سبب افزایش عملکرد می‌شوند. شیخ بگلو و همکاران (۱۶) نیز گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه در ذرت از محلول‌پاشی با سولفات روی ۵ در هزار به‌دست آمد. کیخا ژاله و همکاران (۲۰) با مطالعه تیمارهای شاهد، محلول‌پاشی آهن ۴ در هزار، روی۳ در هزار و مخلوط این دو در گیاه اسفرزه گزارش نمود که محلول‌پاشی آهن ۴ در هزار و روی ۳ در هزار نسبت به شاهد افزایش وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را به دنبال داشت.

حیدری (۵) گزارش نمود که مصرف سولفات روی به میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار و سکوسترین آهن به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی‌داری در درصد اسانس نعناع فلفلی می‌شود. محلول‌پاشی روی به میزان ۳ در هزار در نعناع باعث افزایش ۲۸/۲ درصدی اسانس نسبت به شاهد شد (۲۴). نصیری و همکاران (۲۳) با مطالعه بر روی بابونه آلمانی، گزارش نمودند که محلول‌پاشی آهن و روی با غلظت ۳/۵ در هزار باعث افزایش ۲۶/۶ درصدی اسانس نسبت به شاهد شد.

رونقی و همکاران (۱۰) گزارش کردند که با افزایش سطوح مصرفی آهن، غلظت آهن در گیاه ذرت به طور معنی‌داری افزایش یافته است. به طوری که در سطوح ۲/۵، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک، به ترتیب افزایشی معادل ۴۵، ۵۷ و ۷۷ درصد نسبت به شاهد داشته است. افزایش غلظت آهن در سورگوم بر اثر کاربرد آهن توسط سینگ و یداو (۳۳) گزارش شده است. بایبوردی و مامدوف (۲۶) گزارش کردند که محلول‌پاشی ۲ در هزار آهن و ۳ در هزار روی بیشترین مقدار تجمع آهن در برگ کلزا حاصل گردید

به نظر می‌رسد در سطوح صفر تا ۴ در هزار روی، کلیه سطوح آهن موفق به تجمع حداکثر روی در برگ نشده‌اند و فقط زمانی که خود تیمار روی در حداکثر مقدار اعمال شود، سطح دوم آهن منجر به حداکثر تجمع روی در برگ آنیسون گردیده است. به عبارت دیگر عنصر آهن نقش چندانی در تجمع روی ندارد (جدول ۵). عناصر ریز مغذی نظیر آهن و روی از طرفی سبب افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر شده، و از طرف دیگر سبب افزایش میزان آهن، منگنز و روی در گیاه می‌شوند. هم‌چنین نقش مثبت و مهمی در فتوسیستم‌های I و II داشته و باعث افزایش سایر فعالیت های متابولیسمی گیاه می‌شوند (۳۰). بایبوردی و مامدوف (۲۶) گزارش کردند که با محلول‌پاشی ۲ در هزار آهن و ۳ در هزار روی بیشترین مقدار تجمع روی در برگ کلزا حاصل گردید. سلیمانی (۱۴) نیز اعلام کرد که با محلول‌پاشی ۶ در هزار روی بیشترین تجمع روی در دانه گندم به‌دست آمد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

منابع

۱- امید بیگی ر. ۱۳۷۹. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم. انتشارات طراحان نشر. تهران.

۲- امام ی. و نیک نژاد م. ۱۳۷۳. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز. شیراز.

۳- جامی الاحمدی م. ۱۳۸۵. کشاورزی، کود و محیط زیست (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. مشهد.

۴- جم ا.، ساجد ک.، عبادی ع. و فرجامی نژاد ر. ۱۳۸۹. تأثیر کاربرد روی و آهن بر عملکرد و برخی صفات کمی گندم آبی. یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه ۳۸۰.

۵- حیدری ف. ۱۳۸۵. تاثیر عناصر ریز مغذی و تراکم بوته بر فنولوژی، عملکرد و اسانس گیاه دارویی نعناع فلفلی. پایان نامه کارشناسی ارشد،

رشته زراعت. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ۹۲ صفحه.
۶- خلیلی محله ج. و رشدی م. ۱۳۸۷. اثر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت سیلویی ۷۰۴ در خوی. نهال و بذر ۲۴(۲):۲۹۳-۲۸۱.
۷- درخشانی ز.، حسنی ع. و رسولی صدقیانی ح. ۱۳۸۹. بررسی اثر تغذیه روی بر پارامترهای رشدی گیاه دارویی شاه اسپرم تحت تیمارهای مختلف آبیاری. چهارمین همایش منطقه‌ای یافته‌های پژوهشی کشاورزی. دانشگاه کردستان. صفحه ۹۴.
۸- رحیمی م.م. و مظاهری د. ۱۳۸۳. تأثیر عناصر ریزمغذی‌های آهن و روی بر روی عملکرد و اجزا عملکرد کشت دوم دو رقم آفتابگردان در منطقه ارسنجان. پژوهش و سازندگی ۶۴:۲۰-۱۶.
۹- رضایی نژاد ع. و خادمی ک. ۱۳۸۰. بررسی تاثیر دفعات آبیاری و فاصله ردیف بر عملکرد دانه و اسانس زیره سبز. اولین همایش ملی گیاهان دارویی ایران، صفحه ۳۲.
۱۰- رونقی ع.، چاکر الحسینی م. و کریمیان ن. ۱۳۸۱. تاثیر فسفر و آهن بر رشد و ترکیب شیمیایی ذرت. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۶(۲):۶۵-۵۳.
۱۱- زرگری ع. ۱۳۷۲. گیاهان دارویی. جلد چهارم. چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه تهران. تهران.
۱۲- زرین کفش م. ۱۳۷۱. حاصلخیزی خاک و تولید. انتشارات دانشگاه تهران. تهران.
۱۳- سپهر ا. و ملکوتی. م.ج. ۱۳۷۹. ضرورت مصرف کود برای افزایش عملکرد و بهبود کیفیت آفتابگردان. انتشارات نشر آموزش کشاورزی. کرج.
۱۴- سلیمانی ر. ۱۳۸۸. اصلاح تنش کمبود، روی و منگنز در گندم. اولین همایش تنش های محیطی در علوم کشاورزی، دانشگاه بیرجند.
۱۵- سیلسپور م. ۱۳۸۶. بررسی اثرات مصرف عناصر آهن و روی در خصوصیات کمی و کیفی گندم آبی. پژوهش و سازندگی ۷۶:۱۳۳-۱۲۳.
۱۶- شیخ بگلو ن.، حسن زاده ع. و باغستانی م. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر عنصر روی بر عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه‌ای تحت شرایط تنش آب. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی ۲(۲):۷۴-۵۹.
۱۷- صالح ج. و ملکوتی م.ج. ۱۳۸۰. نقش مصرف بهینه کود در ارتقا کمی وکیفی نارنگی. نشریه فنی شماره ۲۲۵ موسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات نشر آموزش کشاورزی. کرج.
۱۸- ضیائیان ع. و ملکوتی م.ج. ۱۳۷۷. بررسی اثرات کودهای محتوی عناصر ریز مغذی و زمان مصرف آن‌ها در افزایش تولید ذرت. نشریه علمی پژوهشی خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۱ (ویژه نامه مصرف بهینه کود). تهران.
۱۹- طباطبائیان ج.، بخشنده م. و قرینه م. ۱۳۸۸. تاثیر سطوح مختلف سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم تحت شرایط کم آبیاری. پایان نامه دکتری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه رامین واحد اردستان.
۲۰- کیخا ژاله م.، گلوی م. و رمرودی م. ۱۳۸۹. اثر محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر عملکرد کمی و کیفی اسفرزه. یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، صفحه ۶۵.
۲۱- ملکوتی م.ج. و طهرانی م.م. ۱۳۷۸. نقش ریز مغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
۲۲- ملکوتی م.ج. و متشرع زاده ب. ۱۳۷۸. نقش روی در افزایش کمی و بهبود کیفی تولیدات کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی، کرج.
۲۳- نصیری ی.، زهتاب سلماسی س.، نصراله‌زاده ص. و قاسمی گلعذانی ک. ۱۳۸۹. تاثیر محلول پاشی آهن و روی بر روی صفات مورفولوژیک و عملکرد گل بابونه آلمانی. یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه ۱۹۹.
24- Akhtar N., Abdul Matin Sarker M., Akhter H., and Katrun Nada M. 2009. Effect of planting time and micronutrient as zinc chloride on the growth, yield and oil content of *Mentha piperita*. Journal of the Indian Society of Soil Science, 44(1):125-130.
25- Asad A., and Rafique R. 2000. Effect of zinc, copper, iron and manganese on the yield and yield components of wheat in Tehsil Peshawar. Pakistan Journal of Biological Sciences, 3(10):1615-1620.
26- Bybordi A., and Mamedov G. 2010. Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for canola (*Brassica napus* L.). Notulae Scientia Biologicae, 2(1):21-30.
27- Figueira G.M. 2002. Mineral nutrition, production and artemisinin content in *Artemisia annua* L. Acta Horticulturae, 426:573-578.
28- Karla Y.P. 1998. Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. CRC Press, New York.
29- Mahler R.L., and Westerman T. 2003. Essential Plant Micro Nutrient. Idaho State University, USA.
30- Mortvedi J. 2003. Efficient Fertilizer use Micronutrient. Florida University Published, USA.
31- Nijjar Gs. 1996. Nutrition of Fruit Trees. Kalyani Published. Lyall Bk Depot, New Delhi.
32- Roze I., Felton W., and Banks L. 2005. Response of four soybean varieties to foliar zinc fertilizer. Australian

Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 21(109):236-240.
33- Singh M., and Yedav D.S. 1980. Effect of copper, iron and liming on the growth, concentration and uptake of Cu, Fe, Mn and Zn in Sorghum. Journal of the Indian Society of Soil Science, 28:113-118.
34- Sommer A.L.L. 1995. Further evidence of the essential nature of zinc for the growth higher green plants. Plant Physiology, 3:217-221.
35- Takka P.N., and Nayar V.K. 1990. Response of wheat grain grown on manganese deficient soil on method and rate of manganese sulphate application. Fertilizer News, 36:55-57.
36- Xue H., Gachter R., and Hooda P. 2005. The Transport of Cu and Zn from agriculture soils to surface water. Advances in Environmental Research, 5:69-76.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۵۴-۴۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 47-54
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر تیمارهای مختلف کودی برخصوصیات کمّی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata*)

قربانعلی اسدی[۱] - علی مومن[۲*] - مینا نورزاده نامقی[۳] - سرور خرم دل[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۹/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۲/۰۳

چکیده

کاربرد کودهای آلی یکی از مهم‌ترین راهکارهای تغذیه‌ای گیاه در مقایسه با کودهای شیمیایی به‌ویژه در شرایط مدیریت ارگانیک گیاهان دارویی است. به منظور مطالعه اثر کودهای مختلف آلی و شیمیایی بر عملکرد، اجزای عملکرد و ویژگی‌های کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata*)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. تیمارها شامل سه سطح کود نیتروژن (۲۵، ۵۰ و۷۵ کیلوگرم در هکتار)، سه سطح کود گاوی (۵،۱۰ و ۱۵ تن در هکتار)، سه سطح ورمی‌کمپوست (۲، ۴ و ۶ تن در هکتار) و شاهد بودند. نتایج نشان داد که اثر کودهای مختلف بر تمامی صفات مورد مطالعه به‌جز میزان تورم اسفرزه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود. به‌طوری‌که بهترین حالت برای تیمارهای ۶ تن ورمی‌کمپوست و ۱۵ تن کود گاوی مشاهده شد. بیشترین عملکرد دانه (۵۴۸/۴ کیلوگرم در هکتار) برای ۶ تن ورمی‌کمپوست حاصل شد که نسبت به شاهد ۲۶ درصد افزایش نشان داد. با افزایش مقدار کودهای آلی محتوی موسیلاژ، فاکتور تورم و میزان تورم اسفرزه افزایش یافت، بیشترین محتوی موسیلاژ و فاکتور تورم برای ۱۵ تن کود گاوی (به ترتیب با۳۵/۳ درصد و ۱۳/۴میلی‌لیتر) به‌دست آمد. بدین ترتیب، با توجه به تأثیر مثبت کودهای آلی بر عملکرد کمی و کیفی اسفرزه در مقایسه با کود شیمیایی، چنین بنظر می‌رسد که این نهاده‌های آلی می‌توانند جایگزین مناسبی برای بهبود رشد و عملکرد گونه‌های دارویی نظیر اسفرزه در نظام‌های کم نهاده باشند.

واژه‌های کلیدی: اسفرزه، کود آلی، گیاه دارویی، مدیریت تغذیه، موسیلاژ

مقدمه

اسفرزه با نام علمی*Plantago ovata* گیاهی دارویی از خانواده Plantaginaceae است که بومی ایران، هندوستان و برخی از کشورهای شرق مدیترانه می‌باشد (۱۶). اندام‌های مورد استفاده این گیاه دانه و پوست آن می‌باشد. دانه اسفرزه حاوی ۱۰ تا ۳۰ درصد موسیلاژ است که به دلیل داشتن لعاب اثر ملین دارد. در درمان رماتیسم، نقرس، سینه درد، سرفه، کاهش کلسترول خون و ناراحتی‌های مجاری ادراری و کلیه‌ها نیز استفاده از این گیاه دارویی توسط برخی محققین توصیه شده است (۱۶). بذرها و پوسته آن نیز خاصیت ضدیبوست دارد (۲۱).

گیاهان برای رشد مناسب خود نیاز به تعدادی از عناصر غذایی دارند که بایستی به میزان کافی در اختیار آن‌ها قرار گیرد. نیتروژن یکی از عناصر پرمصرف و مؤثر در بهبود تولید کمی و کیفی گیاهان می‌باشد، به‌طوری‌که نتایج بررسی‌های لاگرید و همکاران (۱۷) نشان داده است که افزایش رشد و بهبود عملکرد محصولات کشاورزی طی۵۰ سال گذشته عمدتاً به‌دلیل کاربرد کودهای شیمیایی بویژه کودهای نیتروژنه بوده است. با این وجود، مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی اگرچه افزایش رشد و به تبع آن بهبود عملکرد را موجب شده است، ولی کاهش تولید پایدار محصولات غذایی سالم و بروز مشکلات زیست محیطی از جمله افزایش آلودگی آب‌های زیرزمینی، اسیدی شدن خاک و کاهش تنوع زیستی را به دنبال داشته است (۲۵). نتایج برخی مطالعات نیز نشان داده است که مصرف زیاد کودهای نیتروژنی علاوه بر افزایش هزینه‌های تولید، بروز مشکلات زیست محیطی از جمله افزایش سطح نیترات خاک و آب‌های زیرزمینی، انتشار انواع گازهای گلخانه‌ای نظیر اکسید نیتروژن و آمونیاک را موجب شده است (۱۵). به‌نظر می‌رسد به منظور کاهش این مشکلات زیست محیطی، می‌توان مصرف انواع نهاده‌های آلی را مد نظر قرار داد. امید می‌رود این امر علاوه بر تأمین نیازهای گیاه،

۱، ۲ و ۴- به ترتیب دانشیار، دانشجوی دکتری و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: momen.ali@stu.um.ac.ir
۳- دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

ثبات نظام‌های کشاورزی را در دراز مدت به همراه داشته باشد (۱۹).

کودهای آلی از جمله منابع مهم تغذیه‌ای برای تولید گیاهان می‌باشند که مصرف آنها علاوه بر بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، افزایش رشد و عملکرد را به دنبال دارد (۱۱). مصرف این مواد هم‌چنین باعث بهبود حاصلخیزی خاک، کاهش تجمع نیتروژن، کاهش آبشویی عناصر غذایی و افزایش عملکرد و کیفیت محصولات غذایی می‌شوند (۴). بنابراین، مشخص است که این مواد می‌توانند نقش کلیدی در افزایش رشد، عملکرد و اجزای عملکرد بسیاری از محصولات داشته باشند (۲۹).

کود حیوانی به دلیل دارا بودن مقدار بالای عناصر غذایی کم-مصرف و پرمصرف و هزینه پایین، یکی از منابع با ارزش باروری خاک محسوب می‌شود (۱۴). استفاده از کود دامی بدلیل افزایش محتوی ماده آلی خاک، بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، کاهش فرسایش، افزایش قابلیت نگهداری آب، کاهش آبشویی، افزایش عملکرد محصولات را به دنبال دارد (۲). کوچکی و همکاران (۱۶) طی آزمایشی روی عملکرد و اجزای عملکرد دو گونه اسفرزه (*P. psyllium* و *P. ovata*) گزارش کردند که کاربرد پنج تن در هکتار کود حیوانی برای گونه*P. Ovate* و مقدار ۱۵ تن در هکتار برای *P. Psyllium* باعث دستیابی به حداکثر رشد و عملکرد شد. نتایج مطالعه‌ای دیگر روی اسفرزه نشان داد که کاربرد کود حیوانی در ترکیب با کود شیمیایی سبب افزایش عملکرد بذر، عملکرد موسیلاژ، درصد موسیلاژ، فاکتور تورم و مقدار فسفر دانه نسبت به تیمارهای کود شیمیایی شد (۲۲).

ورمی‌کمپوست نوعی دیگر از انواع کودهای آلی است که علاوه بر بهبود تخلخل خاک دارای توانایی بالا برای جذب و نگهداری مواد معدنی می‌باشد (۱۸). کرم‌های خاکی پس از هضم انواع ضایعات آلی در دستگاه گوارش، آن‌ها را به مواد مفیدی تبدیل می‌کنند که محصول نهایی ورمی‌کمپوست نام دارد (۱۲). مصرف ورمی‌کمپوست به‌دلیل دارا بودن تخلخل زیاد، قدرت جذب بالای عناصر غذایی، تهویه مناسب و ظرفیت بالای نگهداری آب، بهبود خصوصیات بیولوژیکی خاک از جمله فعالیت موجودات خاکزی را به دنبال داشته و در نهایت باعث بهبود رشد گیاهان زراعی می‌گردد (۳). آزرمی و همکاران (۶) نشان دادند که مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست محتوی کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، کلسیم، روی و منگنز خاک را در مقایسه با شاهد افزایش داد. نتایج مطالعه اصغری پور (۴) نشان داد که مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست برای اسفرزه و زیره سبز به عنوان مهم‌ترین منبع تغذیه‌ای محسوب شده و علاوه بر بهبود حاصلخیزی خاک و رشد و عملکرد، هیچ اثر زیانباری روی کیفیت این گونه‌های دارویی ندارد. کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در ترکیب با کود شیمیایی NPK (۱۰۰:۲۵:۲۵ کیلوگرم در هکتار) به طور معنی‌داری رشد، عملکرد بیولوژیکی و مقدار اسانس گیاه دارویی رزماری را در مقایسه با شاهد افزایش داد (۲۷).

اگر چه نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که گیاهان دارویی و از جمله اسفرزه گونه‌هایی نسبتاً کم توقع و حاشیه‌ای هستند که نیاز کمی به افزودن عناصر غذایی خاک دارند، ولی مصرف نهاده‌های آلی علاوه بر بهبود رشد کمی این گونه‌ها می‌تواند تأثیر مطلوبی بر رشد کیفی آن‌ها نیز داشته باشد. بدین ترتیب، با توجه به افزایش تقاضا برای تولید گیاهان دارویی و اهمیت توجه به عدم مصرف نهاده‌های شیمیایی در تولید این گونه‌های گیاهی، این مطالعه با هدف مقایسه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی روی برخی خصوصیات رویشی، اجزای عملکرد، عملکرد کاه و کلش و دانه و خصوصیات کیفی گیاه دارویی اسفرزه در شرایط آب و هوایی مشهد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با هدف بررسی اثر انواع مختلف نهاده‌های تغذیه‌ای بر خصوصیات رشدی و عملکرد کمی و کیفی اسفرزه، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا) در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح کود نیتروژن (۲۵، ۵۰ و۷۵ کیلوگرم در هکتار)، سه سطح کود دامی (۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار کود گاوی)، سه سطح ورمی‌کمپوست (۲، ۴ و ۶ تن در هکتار) و شاهد بودند. کود نیتروژن به‌صورت اوره و کود دامی از نوع گاوی استفاده شد. قبل از انجام آزمایش، نمونه‌برداری جهت تعیین خصوصیات خاک و کودهای آلی مورد استفاده انجام شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

پس از انجام عملیات آماده‌سازی زمین در اسفند ماه که شامل دیسک و تسطیح بود،کودهای آلی به خاک اضافه و سپس بطور کامل با لایه سطحی مخلوط شدند. کود نیتروژن در دو مرحله هم‌زمان با کاشت و به شیوه سرک در مرحله سه برگی همراه با آب آبیاری به خاک اضافه شد. عملیات کاشت به صورت دستی و با مخلوط کردن بذر همراه با ماسه بادی روی پشته‌هایی با فاصله ۵۰ سانتی‌متر روی پنج ردیف به طول سه متر انجام گرفت. قابل ذکر است که جهت کاشت از بذر بومی منطقه مشهد که در همان سال تهیه شده بود، استفاده گردید.

جدول۱- نتایج خصوصیات خاک، کود دامی و ورمی‌کمپوست

نمونه	بافت	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	ماده آلی (درصد)	اسیدیته	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)
خاک	لومی- سیلتی	۰/۰۸۴	۰/۰۰۲	۰/۰۳	۰/۴۳	۷/۸	۲/۸۷
کود گاوی	–	۰/۹۹	۰/۹	۱/۳	۱۸	–	–
ورمی‌کمپوست	–	۱/۳-۱/۶	–	۰/۹-۱/۵	۳۵-۴۰	۷/۸-۸/۲	۲-۲/۳

به منظور تسهیل در سبز شدن گیاهان، اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر هفت روز یکبار تا پایان رشد انجام شد. بعد از سبز شدن کامل بوته‌ها، عملیات تنک در مرحله ۶-۴ برگی برای دستیابی به تراکم ۲۰ بوته در متر مربع انجام شد. وجین دستی علف های هرز طی دو نوبت در طول فصل رشد انجام شد.

با شروع علائم ظاهری گیاه هم‌چون زردی و خشک شدن برگ‌ها، قهوه‌ای شدن سنبله‌ها و صورتی رنگ شدن بذرها عملیات برداشت صورت گرفت. برای اندازه‌گیری عملکرد با حذف اثرات حاشیه‌ای، بوته‌ها از سطح ۴/۵ مترمربع جمع‌آوری و برای اندازه‌گیری اجزای عملکرد سه بوته به طور تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شدند.

صفات اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد کاه‌وکلش و بذر بودند. قابل ذکر است که عملکرد کاه و کلش به صورت عملکرد اندام‌های هوایی به‌جز دانه مدنظر قرار گرفت.

به منظور ارزیابی شاخص‌های کیفی بذر اسفرزه، مقدار موسیلاژ (درصد) و فاکتور تورم (میلی‌لیتر) با استفاده از روش کالیان سوندارام و همکاران (۱) و مقدار تورم به ازای هر گرم موسیلاژ بر اساس تحقیق ابراهیم زاده و همکاران (۱) اندازه‌گیری و تعیین شدند. تجزیه آماری داده‌های آزمایش توسط نرم افزارSAS9.1و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثرتیمارهای مختلف کودی بر خصوصیات رویشی، اجزای عملکرد و عملکرد کمّی و کیفی اسفرزه در جدول ۲ نشان داده شده است.

اثر تیمارهای مختلف کودی بر خصوصیات رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد

ارتفاع بوته: اثر تیمارهای مختلف کودی بر ارتفاع بوته اسفرزه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود (جدول ۲). مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست و ۱۵ تن در هکتار کود گاوییه ترتیب باعث بهبود ۲۹ و ۲۷ درصدی ارتفاع نسبت به شاهد شد (جدول ۳). تقی‌درزی و حاج سید هادی (۲۸) گزارش کردند که مصرف ورمی‌کمپوست بهبود ارتفاع شوید را موجب شد. عزیزی و همکاران (۷) نیز به نتایج مشابهی در گیاه دارویی بابونه دست یافتند.

اجزای عملکرد: اثر تیمارهای مختلف کودی بر طول سنبله، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه اسفرزه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۲). مصرف کودهای آلی اعم از گاوی و ورمی‌کمپوست افزایش طول سنبله، تعداد سنبله در بوته و تعداد دانه در سنبله را به دنبال داشتند. بیشترین طول سنبله در شرایط مصرف ۱۵ تن در هکتار کود گاوی مشاهده شد که افزایش ۳۶ درصدی نسبت به شاهد داشت.مصرف شش تن در هکتار ورمی‌کمپوست به ترتیب باعث افزایش ۲۵ و ۴۷ درصدی تعداد سنبله در بوته و تعداد دانه در سنبله نسبت به شاهد شدند. استفاده از کودهای آلیبابهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، بر فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه تأثیر مثبت گذاشته است، بدین ترتیب، چنین بنظر می‌رسد که با افزایش سطح اندام‌های فتوسنتزی، جذب انرژی خورشیدی و تثبیت دی اکسیدکربن افزایش یافته که در نهایت به دلیل بهبود فتوسنتز، افزایش رشد گیاه را به دنبال داشته است که این امر افزایش اجزای عملکرد را موجب شد (۲۰). تاماتی و همکاران (۳۰) نیز افزایش رشد و عملکرد گیاهان در شرایط مصرف کودهای آلی هم‌چون ورمی‌کمپوست به بهبود خصوصیات بیولوژیکی تحت تأثیر فعالیت کرم خاکی در ورمی‌کمپوست نسبت دادند. آتیه و همکاران (۵) اظهار داشتند که مصرف ورمی‌کمپوست، به دلیل بهبود خصوصیات فیزیکی و محتوی عناصر غذایی، افزایش رشد گیاه را به دنبال دارد.

مصرف ۱۰ و ۱۵ تن کود دامی و ۶ تن ورمی‌کمپوست موجب بهبود ۹ درصدی وزن هزار دانه نسبت به شاهد شد (جدول ۳). باوجود عدم اختلاف معنی‌دار، مقایسه بین سطوح متناظر کود شیمیایی نیتروژن با کودهای آلی مشخص شد که مصرف کودهای آلی با تأثیر مثبت بر خصوصیات خاک از جمله بهبود ظرفیت نگهداری آب و قابلیت نفوذپذیری آب منجر به افزایش وزن هزار دانه شده است. مصرف منابع آلی با بهبود فعالیت‌های میکروبی و خصوصیات فیزیکی خاک تحت تأثیر افزایش قابلیت نگهداری آب در خاک، محتوی عناصر غذایی قابل دسترس گیاه را افزایش می‌دهند (۲۴). بنابراین، به

نظر می‌رسد که بالاتر بودن وزن هزار دانه در تیمارهای کود آلی به دلیل بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه تحت تأثیر بهبود خصوصیات خاک باشد. نتایج مطالعه روی و سینگ (۲۳) نشان داد که مصرف ورمی-کمپوست، با افزایش فتوسنتز، بهبود تولید زیست توده و وزن هزار دانه را موجب می‌گردد.

عملکرد دانه: اثر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد دانه اسفرزه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۲). به‌طوری‌که اختلاف تمامی تیمارها در مقایسه با شاهد معنی‌دار بود، با این وجود، مصرف کودهای آلی در مقایسه با سطوح متناظر کود شیمیایی منجر به دستیابی به عملکرد دانه بالاتر شد. بیشترین عملکرد دانه در شرایط مصرف شش تن ورمی‌کمپوست مشاهده شد که بهبود ۲۶ درصدی عملکرد دانه را بدنبال داشت (شکل ۱ (الف)). از آن‌جا که اجزای عملکرد اسفرزه شامل تعداد سنبله در بوته، طول سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه می‌باشند و با توجه به جدول ۳ ملاحظه می‌شود که کودهای آلی تأثیر معنی‌داری بر بهبود اجزای عملکرد اسفرزه داشته‌اند، هم‌چنین نتایج همبستگی ساده بین اجزاء عملکرد دانه و عملکرد دانه اسفرزه نشان داد که تمامی صفات همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه اسفرزه نشان دادند (چدول ۴). بدین ترتیب، مشخص است که بهبود اجزای عملکرد تحت تأثیر مصرف نهاده‌های آلی، منجر به افزایش عملکرد دانه شده است. نتایج مطالعه پوریوسف و همکاران (۲۲) نیز نشان داد که اجزای عملکرد و به تبع آن عملکرد دانه اسفرزه در شرایط مصرف کودهای آلی بهبود یافت. آن‌ها بیان نمودند که کودهای آلی با آزادسازی تدریجی عناصر غذایی و بهبود خواص فیزیکی خاک باعث افزایش رشد گیاه شد و از این طریق بهبود اجزای عملکرد و عملکرد را موجب می‌گردد.

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس صفات رویشی، اجزای عملکرد، عملکرد و صفات کیفی اسفرزه تحت تأثیر تیمارهای کودی مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		ارتفاع بوته	طول سنبله	تعداد سنبله در بوته	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد کاه و کلش	عملکرد دانه	میزان موسیلاژ	فاکتور تورم	میزان تورم
تکرار	۲	۲/۵۱^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۴۵^{ns}	۱۱/۵۴^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۱۶/۲۵^{ns}	۷۳۴۱^{ns}	۳/۵۲^{ns}	۲/۱۴^{ns}	۵/۳۸^{ns}
تیمار	۹	۱۲/۵۸*	۰/۱۲**	۱/۹۹**	۹۸/۹۹**	۰/۰۱۱**	۲۰۲۸/۳**	۲۱۵۶/۶**	۱۹/۱۳**	۴/۲۰*	۷/۳۸^{ns}
خطا	۱۸	۳/۵۰	۰/۰۲۵	۰/۳۶	۸/۳۱	۰/۰۰۱	۸۶/۳۶	۲۵/۸۷	۳/۴۳	۱/۴۰	۲۴/۱۰

ns: غیر معنی‌دار و * و **: معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳- تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر خصوصیات کمّی و کیفی اسفرزه

تیمارهای کودی*	ارتفاع (سانتی‌متر)	طول سنبله (سانتی‌متر)	تعداد سنبله در بوته	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)
N_{25}	۲۴/۷۱ bc	۲/۲۳ dc	۸/۴۱ e	۴۲/۵۲ fe	۱/۷۹ c
N_{50}	۲۶/۳۳ ab	۲/۳۷ abc	۹edc	۴۵/۲۹ ed	۱/۹۰ ab
N_{75}	۲۶/۷۳ ab	۲/۴۴ abc	۹/۵۸ abcd	۵۰/۱۲ bcd	۱/۹۱ ab
M_5	۲۵/۴۸ abc	۲/۳۴ bc	۹/۳۳ bced	۴۴/۱۶ fe	۱/۷۸ c
M_{10}	۲۷/۱۸ ab	۲/۵۴ ab	۹/۹۱ abc	۴۷/۶۵ edc	۱/۹۲ a
M_{15}	۲۸/۶۷ a	۲/۶۵ a	۱۰/۴۱ ab	۵۳/۶۷ ab	۱/۹۲ a
V_2	۲۴/۶۳ bc	۲/۳۳ bc	۸/۸۳ edc	۴۲/۶۴ fe	۱/۸۴ bc
V_4	۲۸/۰۸ ab	۲/۴۵ abc	۱۰/۳۳ ab	۵۰/۹۱ bc	۱/۹۰ ab
V_6	۲۹/۰۵a	۲/۵۹ ab	۱۰/۶۶ a	۵۸/۲۷ a	۱/۹۲ a
شاهد	۲۲/۵۰ c	۱/۹۵ d	۸/۵ ed	۳۹/۷۵ f	۱/۷۷ c

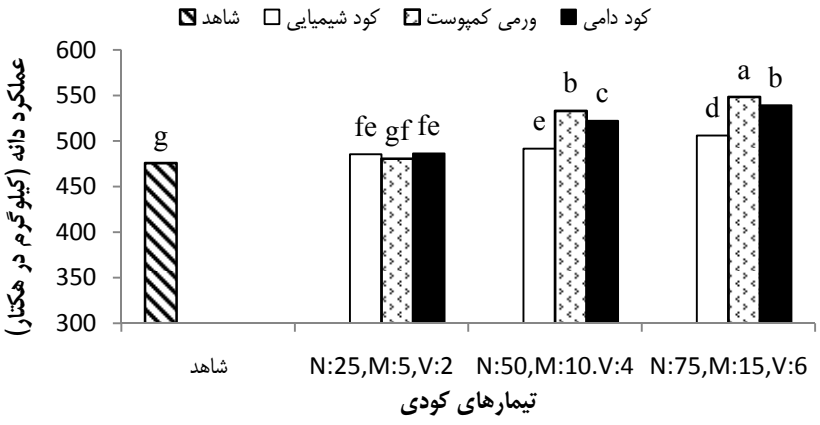
* N_{25}، N_{50} و N_{75}: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، M_5، M_{10} و M_{15}: به ترتیب نشان‌دهنده مصرف ۵، ۱۰ و ۱۵ تن کود دامی در هکتار و V_2، V_4 و V_6: به ترتیب نشان‌دهنده مصرف ۲، ۴ و ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار می‌باشند.

عملکرد کاه و کلش: تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد کاه‌وکلش اسفرزه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۲). بیشترین عملکرد کاه‌وکلش به ترتیب برای مصرف شش تن ورمی‌کمپوست (۴۳۴/۱ کیلوگرم در هکتار) و ۱۵ تن کود گاوی (۴۱۶/۴ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد که به ترتیب ۲۴ و ۱۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت (شکل ۱ (ب)). چنین به‌نظر می‌رسد که مصرف ورمی-کمپوست از طریق افزودن عناصر غذایی و هم‌چنین تحریک تولید هورمون‌های محرک رشد منجر به بهبود خصوصیات رشدی شده که در نهایت افزایش عملکرد کاه و کلش را به دنبال داشته است. بچمن و متزگر (۸) بیان کردند که ورمی‌کمپوست از طریق بهبود ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه، دارا بودن مواد آلی و تقویت فعالیت‌های شبه هورمونی گیاه باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌شود.

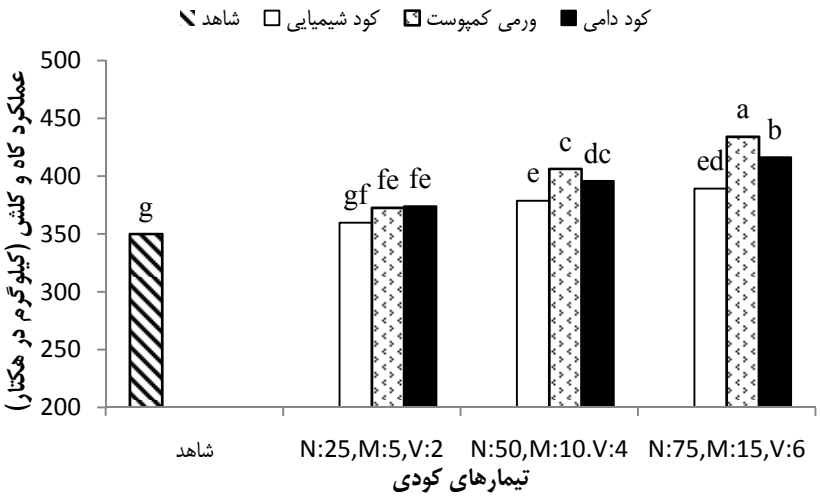
اثر تیمارهای مختلف کودی بر خصوصیات کیفی

درصد موسیلاژ: اثر تیمارهای مختلف تغذیه‌ای بر درصد موسیلاژ اسفرزه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۲). بیشترین درصد موسیلاژ از سطوح ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار کود گاوی به ترتیب با ۳۵/۳ و ۳۵/۷ درصد حاصل شد و کمترین درصد موسیلاژ در شرایط عدم مصرف کود (شاهد) به‌دست آمد (شکل ۲).

(الف)



(ب)

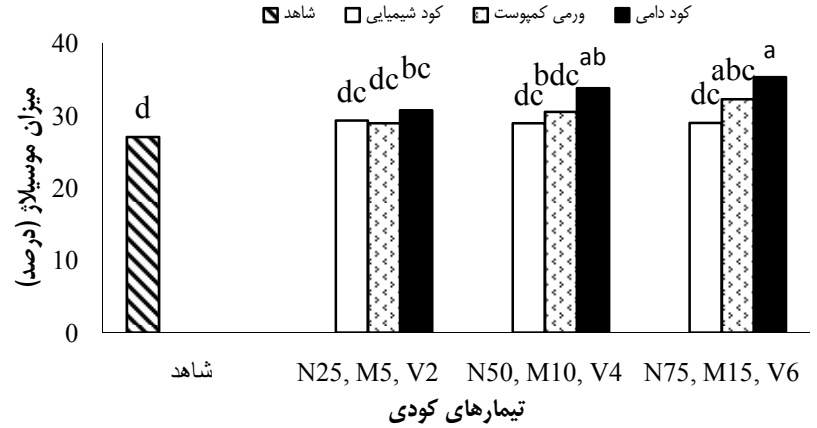


شکل۱-میانگین تیمارهای کودی مختلف از نظر عملکرد دانه (الف) و عملکرد کاه و کلش اسفرزه (ب) (دانکن ۵ درصد)

N_{25}، N_{50} و N_{75}: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، M_5، M_{10} و M_{15}: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۵، ۱۰ و ۱۵ تن کود دامی در هکتار و V_2، V_4 و V_6: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۲، ۴ و ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار می‌باشند.

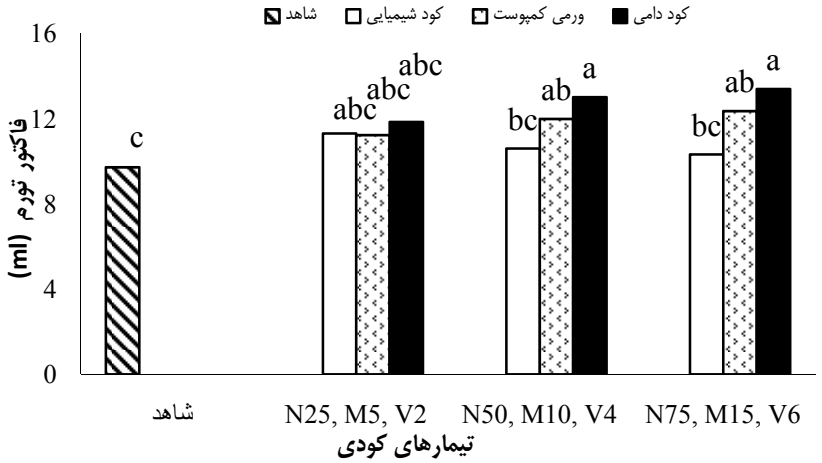
باجیا (۹) بالا بودن درصد موسیلاژ اسفرزه تحت تأثیر مصرف کمپوست زباله شهری و کودگاوی را در مقایسه با تیمارهای تغذیه‌ای به‌صورت شیمیایی علاوه بر جذب نیتروژن و فسفر به بهبود جذب عناصر غذایی پرمصرف نظیر پتاسیم و سولفور نسبت داد. اویولو (۱۱) بالاتر بودن عملکرد موسیلاژ و دانه اسفرزه تحت شرایط کاربرد کودهای آلی به افزایش مواد غذایی قابل دسترس برای ریشه گیاه و بهبود فتوسنتز مربوط دانست. سینگ و همکاران (۲۶) نیز افزایش عملکرد موسیلاژ اسفرزه در تیمارهای تغذیه‌ای آلی را تحت تأثیر بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بیان نمودند. هنداوی (۱۳) با بررسی میزان موسیلاژ اسفرزه به نتایج مشابهی دست یافت.

فاکتور تورم: تیمارهای مختلف تغذیه‌ای فاکتور تورم اسفرزه را به طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۲). بیشترین میزان فاکتور تورم برای مصرف ۱۵ تن کود گاوی (۱۳/۴میلی‌لیتر) و کمترین میزان آن برای شاهد (۱۰/۳ میلی‌لیتر) بدست آمد. بدین ترتیب، مشخص است که با افزایش سطح کودهای آلی مقدار فاکتور تورم افزایش یافت (شکل ۳). چنین بنظر می‌رسد که مصرف کودهای آلی با آزادسازی تدریجی عناصر غذایی پرمصرف مورد نیاز، علاوه بر بهبود خصوصیات رشدی، ویژگی‌های کمی دانه را نیز بهبود بخشیده است. پوریوسف و همکاران (۲۲) نیز دلیل افزایش خصوصیات کیفی دانه اسفرزه را به بهبود غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه اسفرزه نسبت دادند.



شکل۲- میانگین تیمارهای مختلف کودی از نظر درصد موسیلاژ اسفرزه (دانکن ۵ درصد)

N_{25}، N_{50} و N_{75}: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، M_5، M_{10} و M_{15}: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۵، ۱۰ و ۱۵ تن کود دامی در هکتار و V_2، V_4 و V_6: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۲، ۴ و ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار می‌باشند.



شکل۳- میانگین تیمارهای مختلف کودی از نظر فاکتور تورم اسفرزه (دانکن ۵ درصد)

N_{25}، N_{50} و N_{75}: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، M_5، M_{10} و M_{15}: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۵، ۱۰ و ۱۵ تن کود دامی در هکتار و V_2، V_4 و V_6: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۲، ۴ و ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار می‌باشند.

با توجه به جدول۴ملاحظه می‌شود که بین محتوی موسیلاژ و فاکتور تورم اسفرزه همبستگی مثبت وجود دارد، بطوریکه با افزایش محتوی موسیلاژ، فاکتور تورم بهبود خواهد یافت. بدین ترتیب، چنین به نظر می‌رسد که اعمال هر تیمار کودی که بتواند محتوی موسیلاژ را افزایش دهد،بهبود فاکتور تورم را به دنبال خواهد داشت. زاهدی و همکاران (۱۰) نیز وجود رابطه مثبت بین محتوی موسیلاژ و فاکتور تورم دانه اسفرزه را تأیید نمودند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش به خوبی اثرات مثبت مصرف ورمی‌کمپوست و کود گاوی را روی خصوصیات رویشی، عملکرد، اجزای عملکرد و صفات کیفی اسفرزه در مقایسه با کود شیمیایی نیتروژنه نشان داد. بین تیمارهای مختلف تغذیه‌ای بالاترین تأثیر بهبود در خصوصیات اسفرزه برای مصرف شش تن ورمی‌کمپوست در هکتار مشاهده شد. با توجه به نیاز نسبتاً پایین تغذیه‌ای گیاه دارویی اسفرزه بعنوان گونه‌ای حاشیه‌ای و هزینه‌های بالای تولید کودهای شیمیایی و اثرات سوء زیست محیطی ناشی از مصرف آنها، به منظور تولید پایدار محصولات غذایی در کشاورزی و بویژه گیاهان دارویی، مشخص است که کاربرد انواع کودهای آلی می‌تواند به‌عنوان جایگزین مناسبی برای نهاده‌های شیمیایی مطرح باشد.

سپاسگزاری

اعتبار این پژوهش از طرح شماره ۲۲۵۰۵/۲ مورخ ۱۳۹۱/۰۵/۰۱ معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

جدول ٤- ضرایب همبستگی برای صفات مورد ارزیابی اسفرزه

	ارتفاع بوته	طول سنبله	تعداد سنبله در بوته	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد کاه و کلش	عملکرد دانه	میزان موسیلاژ	فاکتور تورم	میزان تورم
ارتفاع بوته	۱									
طول سنبله	۰/۵۰**	۱								
تعداد سنبله در بوته	۰/۶۱**	۰/۵۲**	۱							
تعداد دانه در سنبله	۰/۶۶**	۰/۶۹**	۰/۷۳**	۱						
وزن هزار دانه	۰/۷۰**	۰/۵۹**	۰/۶۳**	۰/۶۹**	۱					
عملکرد کاه و کلش	۰/۶۶**	۰/۷۵**	۰/۸۱**	۰/۸۸**	۰/۷۳**	۱				
عملکرد دانه	۰/۷۲**	۰/۷۳**	۰/۷۹**	۰/۸۶**	۰/۷۰**	۰/۹۱**	۱			
میزان موسیلاژ	۰/۴۷**	۰/۷۲**	۰/۵۰**	۰/۵۶**	۰/۴۲*	۰/۶۳**	۰/۶۶**	۱		
فاکتور تورم	۰/۳۱	۰/۳۷*	۰/۴۵*	۰/۳۴	۰/۱۸	۰/۵۴**	۰/۵۵**	۰/۵۷**	۱	
میزان تورم	-۰/۰۱	-۰/۱۶	۰/۱۳	-۰/۰۵	-۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۱	-۰/۱۶	۰/۷۲**	۱

* و **- معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد

منابع

۱- ابراهیم‌زاده ح.، میرمعصومی م. و فخرطباطبایی م. ۱۳۷۵. بررسی جنبه‌های تولید موسیلاژ در چند منطقه ایران با کشت اسفرزه، بارهنگ و پسیلیوم. پژوهش و سازندگی ۳۳: ۵۱-۴۶.

2- Araji A.A., Abdo Z.O., and Joyce P. 2001. Efficient use of animal manure on cropland-economic analysis. Bioresource Technology, 79:179-191.

3- Arancon N., Edwards C.A., Bierman P., Welch C., and Metzger J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field

strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology, 93:145-153.
4- Asgharipour M.R. 2012. Effect of vermicompost produced from municipal solid waste on growth and yield of isabgol (*Plantago ovata* Forsk.) and cumin (*Cuminum cyminum*). Medicinal Plants Research, 6:1612-1618.
5- Atiyeh R.M., Subler S., Edwards C.A., Bachman G., Metzger J.D., and Shuster W. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedo Biologia, 44:579–590.
6- Azarmi R., Torabi Giglou M., and Didar Taleshmikail R. 2008. Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field. African Journal of Biotechnology, 7:2397-2401.
7- Azizi M., Rezwanee F., Hassanzadeh Khayyat M., and Lackzia A. 2008. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricaria recutita* cv. Goral). Plant Medica, 74:1-338.
8- Bachman G.R., and Metzger J.D. 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. Bioresource Technology, 99:3155-3161.
9- Bajiya H.S. 1994. Response of fenugreek to phosphorous and sulfur. MSc (Ag) Thesis, Rajasthan Agricultural University, Bikaner.
10- Ebrahim Zadeh H., Maasomi M., and Fakhretabataii M. 1998. Effect of soil and climatic factors on yield of Isabgol and Psyllium. Agricultural Economics, 22:125-140.
11- Ewulo B.S. 2005. Effect of poultry dung and cattle manure on chemical properties of clay and sandy clay loam soil. Animal and Veterinary Advances, 4:839-841.
12- Gunadi B., Edwards C.A., and Blount C. 2002. The influence of different moisture levels on the growth, fecundity and survival of *Eisenia fetida* (Savigny) in cattle and pig manure solids. Soil Biology, 39:19-24.
13- Hendawy S.F. 2008. Comparative study of organic and mineral fertilization on *Plantagoarenaria* plant. Applied Sciences Research, 4(5):500-506.
14- Hutchison M.L., Walters L.D., Avery S.M., Munro F., and Moore A. 2005. Analyses of livestock production, waste storage, and pathogen levels and prevalence in farm manures. Microbiology, 71:1231–1236.
15- Jhan G.C., Almazan L.P., and Pacia J. 2005. Effect of nitrogen fertilizer on the intrinsic rate of increase of the rusty plum aphid, *Hysteroneura setariae* (Thomas) (Homoptera: Aphididae) on rice (*Oryza sativa* L.). Environmental Entomology, 34:938-943.
16- Koocheki A., Tabrizi L., and Nassiri Mahallati M. 2007. The effects of irrigation intervals and manure on quantitative and qualitative characteristics of *Plantago ovata* and *Plantagopsyllium*. Plant Sciences, 6:1229-1234.
17- Laegreid M., Bockman O.C., and Kaarstad O. 1999. Agriculture, Fertilizers, and the Environment. CABI Publishing.
18- Marinari S., Masciandaro G., Ceccanti B., and Grego S. 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. Bioresource Technology, 72:9-17.
19- 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.
20- Myers B.J., Theiveyanathan S., O'brien N.D., and Bond W.J. 1996. Growth and water use of *Eucalyptus grandis* and *Pinus radiata* plantations irrigated with effluent. Tree Physiology, 16:211-219.
21- Patel B.S., Patel J.C., and Sadaria S.G. 1996. Response of blond psyllium (*Plantago ovata*) to irrigation and phosphorus. Indian Journal of Agronomy, 41:311-314.
22-Pouryousef M., Chaichi M.R., and Mazaheri D. 2007. Effect of different soil fertilizing systems on seed and mucilage yield and seed P content of isabgol (*Plantago ovata* Forsk.). Plant Sciences, 6:1088-1092.
23- Roy D.K., and Singh B.P. 2006. Effect of level and time of nitrogen application with and without vermicompost on yield, yield attributes and quality of malt barley (*Hordeumvulgare*). Indian Journal of Agronomy, 51:40-42.
24- Sarkar M.A.R., Pramanik M.Y.A., Faruk G.M., and Ali M.Y. 2004. Effect of green manures and levels of nitrogen on some growth attributes of transplant aman rice. Biological Sciences, 7:739-742.
25- Sharma A.K. 2002. A Handbook of Organic Farming. Agrobios India, 627 pp.
26- Singh B.K., Pathak K.A., Boopathi T., and Deka B.C. 2010. Vermicompost and NPK fertilizer effects on morpho-physiological traits of plants, yield and quality of tomato fruits (*Solanum lycopersicum* L.). Vegetable Crops Research Bulletin, 73:77-86.
27- Singh M., and Guleria N. 2013. Influence of harvesting stage and inorganic and organic fertilizers on yield and oil composition of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) in a semi-arid tropical climate. Industrial Crops and Products, 42:37-40
28- Taghi Darzi M., and Haj Seyed Hadi M.R. 2012. Effects of the application of organic manure and biofertilizer on the fruit yield and yield components in dill (*Anethum graveolens*). Medicinal Plants Research, 6(16):3266-3271.
29- Taha Z.S., Ghurbat H.M., and Jiyan A.T. 2011. Effect of bio and organic fertilizers on growth, yield and fruit quality of summer squash. Sarhad Journal of Agricultural, 27:377-383.
30- Tomati U., Grappei A., and Gaili E. 1988. The hormone-like effect of earthworm casts on plant growth. Biology and Fertility of Soils, 5:288-294.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۶۷-۵۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 55-67
ISSN: 2008 - 4730

بررسی اثر ترکیبات ضدتعرق طبیعی بر برخی از صفات فیزیولوژیکی و بیولوژیکی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum*) تحت شرایط تنش خشکی

روح اله عامری[۱*]- مجید عزیزی[۲]- علی تهرانی‌فر[۳]- وحید روشن سروستانی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۴/۰۳

چکیده

به منظور بررسی تاثیر تنش خشکی و کاربرد ترکیبات ضدتعرق بر گیاه دارویی ریحان، آزمایش فاکتوریلی شامل ۳ سطح آبیاری (شاهد- ۵۰۰، تنش متوسط- ۳۷۵ و تنش شدید- ۲۵۰ میلی‌لیتر آبیاری در ۲۴ ساعت) و ۳ ترکیب ضدتعرق کیتوزان، موسیلاژ اسفرزه و موسیلاژ بارهنگ هر کدام در ۳ سطح (۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد وزن خشک به حجم حلال) با ۳ تکرار و بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام پذیرفت. در این تحقیق صفاتی از قبیل، میزان فتوسنتز، تعرق روزنه‌ای، هدایت روزنه‌ای، دی‌اکسیدکربن اتاقک روزنه، محتوای کلروفیل و کاروتنوئید و دمای سطح برگ اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که اثر آبیاری و مواد ضدتعرق در صفات مورد اندازه‌گیری معنی‌دار بودند ($P\leq$۰/۰۱ و $P\leq$۰/۰۵). بیشترین میزان صفات مورد اندازه‌گیری در سطح اول آبیاری و سطوح متفاوتی از ترکیبات ضدتعرق مشاهده شد. کلیه ترکیبات ضدتعرق، میزان تعرق را بطور معنی‌داری کاهش دادند و این کاهش در غلظت‌های بالاتر بیشتر بود. به‌طوری‌که ترکیب کیتوزان در سطوح ۱/۵ و ۱ درصد نسبت به نمونه شاهد، میزان تعرق را تا دو برابر کاهش داد. در مورد فتوسنتز نیز تیمار ۰/۵ و ۱ درصد کیتوزان توانستند تا ۳۰ درصد میزان فتوسنتز را نسبت به شاهد افزایش دهند. هم‌چنین مشخص شد که با کاربرد ترکیبات ضدتعرق در شرایط آبیاری محدود میزان ماده خشک افزایش یافت. ترکیبات ضدتعرق درصد و عملکرد اسانس را نسبت به شاهد کاهش دادند. با توجه به نتایج به دست آمده در این آزمایش می‌توان بیان نمود که ترکیبات ضدتعرق با منشا طبیعی، ترکیباتی ایمن، ارزان و زیست تجزیه‌پذیر بوده و جایگزین مناسبی برای ترکیبات ضدتعرق شیمیایی متداول می‌باشند، اما تجاری نمودن این ترکیبات نیاز به آزمایشات تکمیلی دارد.

واژه‌های کلیدی: ریحان، ترکیبات ضدتعرق، تنش خشکی، کیتوزان، موسیلاژ اسفرزه، موسیلاژ بارهنگ، فتوسنتز

مقدمه

گیاه ریحان با نام علمی *Ocimum basilicum* از تیره Lamiaceae و بومی مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری آسیا، آفریقا و امریکای جنوبی می‌باشد. از دیرباز تاکنون ریحان به طور سنتی به عنوان گیاهی دارویی در درمان سردرد، سرفه، اسهال، یبوست، بیماری‌های انگلی و ناراحتی‌های کلیوی و همچنین به عنوان طعم‌دهنده و معطر کننده مواد غذایی استفاده می‌شود (۱۲ و ۳۳). این گیاه به عنوان منبعی از ترکیبات معطر و اسانس‌ها شناخته می‌شود که خاصیت ضدانگلی و دفع‌کنندگی حشرات را دارد (۹ و ۱۵). اسانس این گیاه به طور وسیعی در صنایع غذایی و هم‌چنین در صنعت عطرسازی و تهیه فرآورده‌های دهان و دندان کاربرد دارد (۴۵).

ایجاد یک تعادل در میزان آب مصرف شده توسط گیاه و میزان آب قرار گرفته در دسترس آن، یک هدف بسیار مهم در بخش کشاورزی محسوب می‌شود، به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک که آب یک عامل محدودکننده برای رشد گیاهان می‌باشد. این موضوع زمانی که ما به گیاهان به عنوان یک هدردهنده آب نگاه نماییم اهمیت بیشتری پیدا می‌کند، زیرا طبق تحقیقات انجام شده مشخص شده است که فقط حدود ۵ درصد از آب مصرفی گیاهان، صرف رشد می‌شود و حدود ۹۵ درصد آن به وسیله جریان تعرق از دسترس گیاه خارج می‌شود (۴۱). با توجه به این، محققان همواره به دنبال روش‌هایی به منظور کاهش هدر رفت آب حاصل از تعرق اندام‌های هوایی گیاه و نیز افزایش بهره‌وری مصرف آب بوده‌اند. استفاده از مواد ضدتعرق یکی از روش‌های بسیار کارآمد در کاهش میزان هدر رفت آب از طریق جریان تعرق می‌باشد. برخی از مواد ضدتعرق با فعالیت‌های بیولوژیکی مشخصی، میزان تعرق صورت

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری و استادان علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*-نویسنده مسئول: (Email: R.ameri@stu.um.ac.ir
۴- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

گرفته گیاه را کاهش می‌دهند. هم‌چنین این مواد با افزایش مقاومت برگ در برابر از دست دادن آب اثرات مخرب تنش خشکی را در گیاه بهبود می‌بخشند (۳۵). بر پایه شیوه عمل ترکیبات ضدتعرق، آن‌ها را به سه گروه تقسیم می‌نمایند که گروه اول ترکیبات ضدتعرق پوشاننده (سطح برگ را کاملاًپوشانده و روزنه‌ها را مسدود نموده و مانع از خروج آب از سطح برگ می‌شوند)، گروه دوم ترکیبات ضدتعرق درخشنده (موجب افزایش درخشش و بازتابش نور خورشید و کاهش جذب انرژی گرمایی می‌شوند) و گروه سوم ترکیبات ضدتعرق مسدودکننده روزنه (با تحریک برخی ازفرآیندهای فیزیولوژیکی موجب بسته شدن روزنه‌ها می‌شوند) می‌باشند (۲۱).

کیتوزان یک ترکیب پلی‌ساکاریدی طبیعی می‌باشد که در پوشش خارجی سخت پوستان دریایی و حشرات وجود دارد (۳۷). این ماده بصورت تجاری از پوست میگو و خرچنگ دریایی استخراج می‌شود. از این‌رو منابع اولیه تولید این ماده به فراوانی وجود دارد (۷). این ماده به خاطر خواص پوشانندگی خود بافت‌ها را از آلودگی‌های ویروسی و باکتریایی محافظت می‌نماید (۱۷ و ۲۵). در تحقیقات اخیر مشخص شده است که ترکیب کیتوزان بر بیان بسیاری از ژن‌های دخیل در برخی از فعالیت‌های فیزیولوژیکی از قبیل مقاومت به عوامل و شرایط نامساعد محیطی بوده است (۱۰ و ۲۶). از دیگر مواد طبیعی که به سبب داشتن خواص پوشانندگی سطحی که یکی از خصوصیات ترکیبات ضدتعرق به شمار می‌آید و در این تحقیق مورد بررسی قرار میگرند، موسیلاژها می‌باشند. موسیلاژها در گروه فیبرهای پلی‌ساکاریدی قابل حل جای می‌گیرند که به طور عمده در بذرهای گیاهان تجمع می‌یابند.

هدف از این تحقیق بررسی اثرات ضدتعرقی کیتوزان و موسیلاژهای بارهنگ و اسفرزه بر خصوصیات فیزیولوژیکی و عملکردی گیاه دارویی ریحان رقم کشکنی لوولو (*Ocimum basilicum* cv. Keshkeniluvelou) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی به همراه دو فاکتور میزان آبیاری روزانه و ترکیبات ضدتعرق در ۳ تکرار در تابستان ۱۳۹۰ و در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا گردید. فاکتور اول شامل ۳ سطح آبیاری: ۱) سطح اول آبیاری (شاهد- ۵۰۰ میلی‌لیتر در ۲۴ ساعت)، ۲) سطح دوم آبیاری (تنش متوسط- ۳۷۵ میلی‌لیتر در ۲۴ ساعت) و ۳) سطح سوم آبیاری (تنش سخت- ۲۵۰ میلی‌لیتر در ۲۴ ساعت) و فاکتور دوم شامل ترکیبات ضدتعرق کیتوزان (تولید شده در شرکت زیگما الدریچ و با وزن مولکولی متوسط)، موسیلاژ اسفرزه و بارهنگ هر کدام در ۳ سطح ۱/۵، ۱ و ۰/۵ درصد (گرم ماده خشک به حجم حلال) اعمال گردید.

این آزمایش در گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۳۰ سانتی‌متر، حاوی مخلوط یکنواخت خاک معمولی، ماسه و خاک برگ (۱:۱:۱)، انجام گرفت. در هر کدام از گلدان‌ها ۴ نشا هم‌اندازه (در مرحله ۶ برگی) گیاه ریحان، رقم کشکنی لوولو (*Ocimum basilicum* cv. Keshkeniluvelou) انتقال داده شد. ترکیبات ضد تعرق به وسیله افشانه دستی هر دو هفته یکبار با حجم پاشش یکسان (۲۰ میلی‌لیتر برای هر گلدان) بر تمامی سطوح برگ و ساقه گیاهان مورد محلول پاشی قرار گرفتند.

برای تهیه محلول کیتوزان، گرم ماده مورد نیاز آن را در محلول ۱ درصد اسید استیک حل نمودیم. برای استخراج موسیلاژ، بذر گیاهان مورد نظر را با نسبت ۱ به ۱۰ با آب مخلوط نموده و به مدت ۲۴ ساعت بر روی دستگاه لرزاننده قرار دادیم و سپس موسیلاژهای بذر را بوسیله پارچه ململ از بذور جدا نمودیم. به منظور تعیین میزان ماده خشک موسیلاژ، میزان ۱۰ میلی‌لیتر از هر محلول را وزن نموده و به آون ۷۰ درجه سانتی گراد منتقل و پس از ۲۴ ساعت با توزین دوباره موسیلاژهای خشک شده، میزان ماده خشک آن را محاسبه نمودیم. سپس با مشخص نمودن ماده خشک ترکیبات موسیلاژی، با اضافه نمودن آب مقطر و رقیق نمودن، آنرا به غلظت مورد نظر رساندیم.

صفات و شاخص‌های مورد اندازه گیری

شاخص‌های فیزیولوژیکی

میزان فتوسنتز با اندازه‌گیری میلی‌مول دی‌اکسیدکربن وارد شده به سطح مشخصی از برگ (زمانی که برگ در معرض نور قرار دارد)، میزان تعرق روزنه‌ای با اندازه‌گیری میلی‌مول مولکول آب خارج شده از سطح مشخصی از برگ و غلظت دی‌اکسیدکربن درون روزنه‌ای با اندازه‌گیری اختلاف میلی‌مول دی‌اکسیدکربن ورودی به خروجی از طریق روزنه‌ها در سطح مشخصی از برگ به وسیله سنجنده فتوسنتزی قابل حمل ADC مدل LCA-4 مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. همچنین میزان هدایت روزنه‌ای با محاسبه میلی‌مول بخار آب خارج شده از برگ در واحد سطح برگ و زمان بوسیله سنجنده هدایت روزنه‌ای مدل SC-1 انجام گرفت. در ضمن لازم به ذکر است که بررسی شاخص‌های فتوسنتزی قبل از ورود گیاه ریحان به مرحله گلدهی و در بازه زمانی ۱۲ تا ۱۳:۳۰ ظهر انجام گرفت. از هر گلدان آزمایشی هم به طور تصادفی ۳ نمونه برگی مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

دمای سطح برگ

اندازه گیری دمای سطح برگ به‌وسیله دماسنج مادون قرمز مدل TN568 انجام گرفت. اندازه‌گیری در شهریور ماه و در ۳ نوبت زمانی

۹ صبح، ۱۲ ظهر و ۱۶ بعدازظهر انجام گرفت.

شاخص‌های عملکردی

وزن تر و خشک

در اواخر شهریور ماه و در مرحله گلدهی کامل کلیه بوته‌ها در هر واحد آزمایشی برداشت و سپس برگ‌ها از ساقه‌ها جدا شدند. پس از اندازه‌گیری وزن تر نمونه‌ها آن‌ها را به اتاقک خشک‌کن با دمای معمول (۲۵ درجه سانتی‌گراد) انتقال داده و پس از یک هفته وزن خشک نمونه‌ها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

درصد و عملکرد اسانس

به منظور تعیین درصد اسانس مخلوط یکنواختی از برگ و ساقه نمونه‌های مختلف هر کدام به میزان ۲۰ گرم توزین و سپس به روش تقطیر و با استفاده از دستگاه کلونجر عملیات استحصال اسانس انجام گرفت. عملکرد اسانس نیز با توجه به درصد اسانس نمونه مربوطه و ماده خشک تولیدی آن در واحد گلدان تعیین گردید.

تجزیه آماری

پس از اندازه گیری صفات مورد نظر، داده‌های به‌دست آمده بوسیله نرم افزار آماری JMP8 آنالیز و رسم نمودارها نیز با نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

تعرق روزنه‌ای

اندازه‌گیری میزان تعرق روزنه‌ای اختلاف بسیار معنی‌داری را بین سطوح مختلف آبیاری نشان داد ($P\leq ۰/۰۱$) (جدول ۱) به گونه‌ای که با کاهش سطح آبیاری و افزایش سطح تنش، یک روند کاهشی شدیدی را در میزان تعرق گیاهان مشاهده گردید. بیشترین میزان تعرق مربوط به سطح اول آبیاری (۹/۲۳ میلی‌مول/مترمربع در ثانیه) و کمترین میزان در سطح سوم آبیاری (۵/۸۴ میلی‌مول/مترمربع در ثانیه) اندازه‌گیری شد (جدول ۲). مقایسه میانگین تعرق انجام شده بین سطوح مختلف ترکیبات ضدتعرق حاکی از اختلاف بسیار معنی‌داری بود ($P\leq ۰/۰۱$) (جدول ۱). گیاهان تیمار شده با ترکیب کیتوزان در سطح ۱/۵ درصد با تعرقی در حدود ۵/۴۶ میلی‌مول/مترمربع در ثانیه و نمونه شاهد (بدون اسپری) با تعرقی در حدود ۹/۷۶ میلی‌مول/مترمربع در ثانیه به ترتیب کمترین و بیشترین میزان تعرق را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). با انجام مقایسات بین سطوح مختلف آبیاری و ترکیبات ضدتعرق مشخص شد که اثر متقابل معنی‌داری وجود دارد ($P\leq ۰/۰۱$) (جدول ۱). بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای (۵۴/۶۳ میلی‌مول/متر مربع در ثانیه) مربوط به غلظت ۰/۵ درصد موسیلاژ اسفرزه در سطح دوم آبیاری و کمترین میزان هدایت روزنه‌ای (۱۷/۸۳ میلی‌مول/متر مربع در ثانیه) مربوط به غلظت ۰/۵ درصد موسیلاژ بارهنگ در سطح سوم آبیاری بود (شکل ۱).

نتایج حاصل از اندازه‌گیری تعرق روزنه‌ای با نتایج بدست آمده توسط مفتاح و الحوماید (۳۶) مطابقت داشت. کاهش میزان تعرق توسط گیاه با افزایش سطح تنش و را به علت درگیر شدن روزنه‌ها در جلوگیری از اتلاف آب از بخش هوایی گیاه برمی‌شمارند (۲۸). اولین مکانیزم دفاعی گیاهان در برابر کاهش آب دردسترس خود جلوگیری از اتلاف آب است که به وسیله کاهش گشودگی و هدایت روزنه‌ای انجام می‌گیرد. به نوعی می‌توان گفت که بسته شدن روزنه‌ها اولین مکانیزم دفاعی گیاه در مقابل کمبود آب است (۵۱).

ترکیبات ضدتعرق معمولا با مکانیزم‌هایی از جمله تاثیر مستقیم بر کاهش جذب نور خورشید و در نتیجه کاهش دمای سطح برگ و همچنین تاثیر مستقیم بر میزان گشودگی روزنه‌ها، با دخالت در سنتز برخی از هورمون‌ها، میزان تعرق صورت گرفته از سطح برگ گیاهان را کاهش می‌دهند (۱۳). ترکیب کیتوزان تاثیر مستقیمی را بر بیانبرخی از ژن‌های دخیل در مسیر سنتز جازمونیک اسید می‌گذارد که این ترکیب فعالیت مشابهی با هورمون گیاهی آبسزیک اسید را ایفا می‌نماید. هورمون آبسزیک اسید نقش بسیار کلیدی را در تنظیم آب در گیاهان ایفا می‌نماید (۷). آبسزیک اسید موجب کاهش گشودگی در روزنه‌ها و کاهش میزان تعرق در گیاهان می‌شود. بدین سان، دستکاری در مسیر انتقال سیگنال آبسزیک اسید موجب کاهش آب مصرفی در گیاهان می‌گردد (۲۳). لی و همکاران (۳۱) و ایریتی و همکاران (۲۷) با انجام مطالعات بافتی بر روی گیاهان تیمار شده با ترکیب کیتوزان مشخص نمودند که این ترکیب با دخالت در مسیر سیگنال پراکسید هیدروژن[1] بر میزان گشودگی روزنه‌ها اثر می‌گذارد.

با توجه معنی‌دار شدن اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و ترکیبات ضدتعرق می توان نتیجه گرفت که کاربرد ترکیبات ضدتعرق کاملاً وابسته به وضعیت آبی گیاه می باشد. نکته قابل توجه در این مقایسات این است که میزان هدایت روزنه‌ای اندازه‌گیری شده در بین سطوح مختلف آبیاری بسیار متغیر بود و کاملا وابسته به نوع غلظت ترکیب ضدتعرق مورد استفاده بود. به طور میانگین ترکیبات موسیلاژی به کاربرده شده در این آزمایش میزان هدایت روزنه‌ای بیشتری را نسبت به ترکیب کیتوزان به کار برده شد داشتند. پاتیل و راجات (۳۹) در بررسی خود بر روی برخی از ترکیبات ضدتعرق به این نتیجه رسیدند که برخی از ترکیبات ضدتعرق بسته به نوع عملکردشان اثرات متفاوتی را نسبت به سایر ترکیبات ضدتعرق بر میزان هدایت روزنه‌ای برگ‌ها داشتند و وضعیت آبی گیاه نیز عامل بسیار مهمی

1- H_2O_2

است.

فتوسنتز

اثر سطوح مختلف آبیاری بر روی میزان فتوسنتز بسیار معنی‌دار بود (P≤۰/۰۱) (جدول ۱). بیشترین میزان فتوسنتز مربوط به سطح اول آبیاری (۲۴/۴۸ میلی‌مول/متر مربع در ثانیه) و کمترین میزان فتوسنتز مربوط به سطح سوم آبیاری (۱۷/۲۹ میلی‌مول/متر مربع در ثانیه) بود (جدول ۲). اندازه‌گیری میزان فتوسنتز بین ترکیبات ضدتعرق حاکی از وجود اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف این ترکیبات بود (P≤۰/۰۵) (جدول ۱). کمترین و بیشترین میزان فتوسنتز به ترتیب در تیمار کیتوزان در سطح ۰/۵ درصد (۲۶/۶۸ میلی‌مول/متر مربع در ثانیه) و تیمار شاهد (۱۷/۰۶ میلی‌مول/متر مربع در ثانیه) بدست آمد (جدول ۲). بین سطوح مختلف ترکیبات موسیلاژی اسفرزه و بارهنگ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان دادند. غلظت ترکیبات موسیلاژی بکار برده شده به جز غلظت ۱/۵ درصد موسیلاژ اسفرزه اختلاف معنی‌داری را در میزان فتوسنتز در مقایسه با نمونه شاهد داشتند. با انجام مقایسات میانگین و بررسی اثرات متقابل بین سطوح مختلف آبیاری و ترکیبات ضدتعرق، اختلافات معنی‌داری مشاهده شد (P≤۰/۰۱) (جدول ۱). بیشترین میزان فتوسنتز در ترکیب ضدتعرق کیتوزان (۱ درصد) و سطح دوم آبیاری (۳۳/۸۷ میلی‌مول/متر مربع در ثانیه) و کمترین میزان فتوسنتز در تیمار موسیلاژ اسفرزه (۰/۵ درصد) و سطح سوم آبیاری (۱۱/۵۳ میلی‌مول/متر مربع در ثانیه) مشاهده شد (شکل ۱).

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیکی گیاه ریحان در سطوح مختلف آبیاری و ترکیبات ضدتعرق

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعرق روزنه‌ای	فتوسنتز	هدایت روزنه‌ای	دی‌اکسید کربن اطاقک روزنه‌ای
آبیاری	۲	۴۴۳/۳۱ **	۵۳۶/۴۰ *	۱۰۰۱/۷۸ **	۱۷۶/۹۴ **
ترکیبات ضدتعرق	۹	۴۱۷/۲۳ ns	۳۸۷۵/۵۴ **	۹۳۰/۴۹ *	۱۵۵/۸۵ **
آبیاری×ضدتعرق	۱۸	۱۱۲۵/۷۶ **	۳۱۱۳/۴۱ **	۱۷۲۹/۱۳ **	۴۰/۱۸ **
خطا	۶۰	۱۲۸۹/۵	۴۵۷۶/۰۰	۲۴۱۰/۹۶	۴۱/۷۱

* – وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، ** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

جدول ۲- اثر سطوح مختلف آبیاری و ترکیبات ضدتعرق بر میزان تعرق روزنه‌ای، فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و دی‌اکسیدکربن اتاقک روزنه

صفات	تعرق روزنه‌ای (میلی‌مول/متر مربع در ثانیه)	فتوسنتز (میکرومول/متر مربع در ثانیه)	هدایت روزنه‌ای (میلی‌مول/متر مربع در ثانیه)	دی‌اکسیدکربن اتاقک روزنه (میلی‌مول/متر مربع در ثانیه)
آبیاری				
۵۰۰ میلی‌لیتر در ۲۴ ساعت	۹/۲۴a	۲۴/۴۸a	۳۳/۹۹ab	۱۵/۱۲a
۳۷۵ میلی‌لیتر در ۲۴ ساعت	۷/۹۸b	۲۴/۲۷a	۳۵/۹۲a	۱۶/۸۷a
۲۵۰ میلی‌لیتر در ۲۴ ساعت	۵/۸۴c	۱۷/۳۰b	۳۰/۰۵b	۱۱/۵۴b
ترکیبات ضدتعرق				
شاهد	۹/۷۷a	۱۷/۰۶ab	۳۰/۳۷ab	۱۹/۸۸a
کیتوزان ۱/۵٪	۵/۴۶e	۲۱/۴۴ab	۲۳/۵۹d	۱۲/۰۶b
کیتوزان ۱٪	۵/۷۸e	۲۶/۴۱a	۲۸/۶۴bc	۱۴/۶۹ab
کیتوزان ۰/۵٪	۶/۵۳de	۲۶/۶۸a	۲۶/۵۱cd	۱۶/۳۰ab
موسیلاژ اسفرزه ۱/۵٪	۷/۴cd	۱۶/۲۷b	۴۳/۱۲a	۱۳/۳۸ab
موسیلاژ اسفرزه ۱٪	۸/۲۴bc	۲۳/۳۸ab	۴۱/۹۲ab	۱۲/۸۸ab
موسیلاژ اسفرزه ۰/۵٪	۸/۷۹ab	۲۲/۷۴ab	۳۷/۸۱ab	۱۳/۳۵ab
موسیلاژ بارهنگ ۱/۵٪	۷/۹۳bc	۲۲/۵۳ab	۴۰/۴۹ab	۱۵/۰۰ab
موسیلاژ بارهنگ ۱٪	۸/۲۳bc	۲۲/۷۵ab	۳۰/۴۸ab	۱۲/۸۷ab
موسیلاژ بارهنگ ۰/۵٪	۸/۷۵ab	۲۰/۸۹ab	۳۰/۲۸ab	۱۴/۶۹ab

تنش ملایم رطوبتی اختلال کمتری در جذب دی‌اکسیدکربن داشت و بدین سبب این گیاهان نسبت به گیاهان قرار گرفته در تنش شدید میزان فتوسنتز بیشتری را داشتند. شواهد بسیار زیادی بر این نکته دلالت دارد که کاهش فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای و به طبع آن تعرق به طور مستقیم به سبب کاهش میزان آب در دسترس گیاه می‌باشد (۳۵). در مورد علت کاهش میزان فتوسنتز گیاه بر اثر کاهش میزان آب در دسترس آن در شرایط تنش محیطی سه فرضیه عنوان شده است. اولین فرضیه با توجه به تحقیقات انجام شده توسط لاولر و کورنیک (۳۰) مطرح شد. آنها گزارش نمودند که کاهش میزان آب در دسترس گیاه موجب کاهش میزان هدایت روزنه‌ای و به سبب آن کاهش میزان دی‌اکسیدکربن درون روزنه‌ای شده است. پس در نتیجه میزان فتوسنتز کاهش می‌یابد و این بدین سبب است که: فتوسنتز= هدایت روزنه‌ای. دومین فرضیه مطرح شده در مورد کاهش فراهمی دی‌اکسیدکربن مورد نیاز برای آنزیم روبیسکو[1]- که به عنوان یک آنزیم کلیدی در مسیر فتوسنتزی محسوب میشود- به سبب کاهش فضای بین سلولی در برگ‌ها به سبب پلاسیده و چروکیده شدن برگ‌ها. سومین فرضیه توسط پاراکاش و راماچاندران (۴۲) مطرح شده است. آن‌ها یکی از عوامل اصلی دخیل در کاهش میزان فتوسنتز را کاهش محتوای کلروفیل گیاهان قرار گرفته در شرایط تنش خشکی سخت می‌دانند.

افزایش میزان فتوسنتز در ترکیبات موسیلاژی به کار برده شده را احتمالا می‌توان به افزایش ضخامت کوتیکولی سطح برگ و کاهش از دست دهی آب و افزایش میزان رطوبت نسبی برگ و شادابی برگ نسبت داد. غلظت ۱/۵ درصد کیتوزان به سبب اثرات نسبتا شدیدتر در کاهش هدایت روزنه‌ای میزان فتوسنتز کمتری را نسبت به غلظت‌های دیگر به کار برده شده به خود اختصاص داد. میزان فتوسنتز در گیاهان تیمارشده با کیتوزان در شرایط آبیاری کامل نسبت به گیاهان قرار گرفته در تنش، کمتر اندازه‌گیری شد. به نظر می‌رسد که این کاهش در میزان فتوسنتز علارقم قرارگیری گیاه در شرایط مطلوب به سبب تاثیر کیتوزان بر کاهش میزان تبادلات گازی گیاه باشد. روزنه‌ها به منظور انجام عملیات فتوسنتز دو عملیات را در کنار یکدیگر انجام می‌دهند که یکی دفع آب و دیگری جذب دی-اکسیدکربن است. جذب اولیه دی‌اکسیدکربن به دلیل گشودگی در روزنه‌ها همراه با خروج آب می‌باشد، پس هرچه خروج آب محدود شود (در سطوح بالای ترکیبات ضدتعرق) میزان جذب دی‌اکسیدکربن کاهش می‌یابد (۱۳). از آنجایی که روزنه‌ها به عنوان کانال‌های ورودی دی‌اکسیدکربن و خروجی آب عمل می‌کنند بسته شدن آن‌ها موجب اثر مستقیم برروی فتوسنتز گیاهان می‌شود. بر همین اساس با کاربرد ترکیبات ضدتعرقی که موجب بسته شدن روزنه‌ها می‌شوند به مراتب میزان فتوسنتز را نسبت به مواد ضدتعرقی انعکاس دهنده و پوشاننده تغییر می‌دهند (۳۹). مفتاح و الحومايد (۳۶)، پاراکاش و راماچاندران (۴۱)، گلن و همکاران (۲۲)، تورکسکی و همکاران (۴۹) به نتایج مشابهی در خصوص کاربرد ترکیبات ضدتعرق دست یافتند و همگی گزارش نمودند که با کاربرد ترکیبات ضدتعرق با هر مکانیزم عملی که داشته باشد، به سبب بهبود شرایط گیاهان قرار گرفته در تنش و افزایش هدایت روزنه‌ای، میزان فتوسنتز در گیاهان بهبود بخشیده می‌شود.

معنی‌دار شدن اثرات متقابل سطوح آبیاری و ترکیبات ضدتعرق گواهی بر وابستگی میزان فتوسنتز با شرایط محیطی و عوامل موثر برآن می باشد. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می نماییم، تیمار کیتوزان (در غلظت‌های بالا) تاثیر بیشتری را بر میزان فتوسنتز در سطوح دوم و سوم آبیاری نسبت به سطح اول آبیاری (شاهد) داشت. داونپرت و همکاران (۱۴) در تحقیق خود بر روی برخی از ترکیبات ضدتعرق به این مطلب اشاره نمودند که استفاده از ترکیبات ضدتعرق در شرایط آبیاری مطلوب موجب کاهش در فرآیند رشدی و فتوسنتزی گیاه می‌شود که به سبب اثر سوء این ترکیبات در فرآیند ورود و خروج گازها در گیاه می‌باشد (۱۴). در شرایط تنش آبی سخت (سطح سوم آبیاری) ترکیب ضدتعرق کیتوزان در سطح ۱ درصد بیشترین تاثیر را بر روی میزان فتوسنتز درگیاه گذاشت. در تنش متوسط (سطح دوم آبیاری) نیز بازهم ترکیب ضدتعرق کیتوزان در سطح ۱ درصد به همراه موسیلاژ بارهنگ در سطح ۱ درصد بیشترین تاثیر را بر فتوسنتز داشتند. در بین ترکیبات موسیلاژی به کاربرده شده در این آزمایش اختلاف و تغییرات بسیار زیادی را بین نوع و غلظت ترکیبات به کاربرده شده مشاهده نمودیم.

هدایت روزنه‌ای

میزان هدایت روزنه‌ای اندازه‌گیری شده بین سطوح مختلف آبیاری، اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P\leq ۰/۰۵$) (جدول ۱). بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای در سطح دوم آبیاری (۳۵/۹۲ میلی‌مول/مترمربع در ثانیه) و کمترین میزان آن در سطح سوم آبیاری (۳۰/۰۵ میلی‌مول/متر مربع در ثانیه) مشاهده گردید. نکته حائز اهمیت در این اندازه‌گیری عدم مشاهده اختلاف معنی‌دار بین سطح اول و دوم آبیاری بود (جدول ۲). اثر تیمارهای ضدتعرق بر میزان هدایت روزنه‌ای بسیار معنی‌داری بود ($P\leq ۰/۰۱$) (جدول ۱). کمترین و بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای به ترتیب در تیمار کیتوزان در سطح ۱/۵ درصد (۲۳/۵۸ میلی‌مول/متر مربع در ثانیه) و تیمار موسیلاژ اسفرزه در سطح ۱/۵ درصد (۴۳/۱۲ میلی‌مول/متر مربع در ثانیه) بدست آمد (جدول ۲). با انجام مقایسات بین سطوح مختلف آبیاری و ترکیبات ضدتعرق مشخص شد که اثر متقابل بسیار معنی‌داری وجود

1- Rubisco enzyme

دارد (P≤۰/۰۱) (جدول ۱). بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای (۵۴/۶۳ میلی‌مول/متر مربع در ثانیه) در غلظت ۰/۵ درصد موسیلاژ اسفرزه و سطح دوم آبیاری و کمترین میزان هدایت روزنه‌ای (۱۷/۸۳ میلی‌مول/متر مربع در ثانیه) در غلظت ۰/۵ درصد موسیلاژ بارهنگ و سطح سوم آبیاری مشاهده شد (شکل ۱).

شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد کاهش در هدایت روزنه‌ای برگ در زمان کاهش پتانسیل آب، تا رسیدن به یک حد بحرانی از پتانسیل آب مشاهده نمی‌شود این بدین معناست که در تنش‌های متوسط خشکی میزان هدایت روزنه‌ای تغییرات چندانی را نسبت به تیمار شاهد آبیاری نشان نمی‌دهد (۴۸). کاهش میزان هدایت روزنه‌ای در سطح سوم آبیاری به سبب بروز مکانیزم‌های مقاومتی گیاه نسبت به بسته نگه داشتن روزنه‌ها در شرایط خشکی می‌باشد. باز شدن روزنه‌ها نتیجه افزایش پتانسیل فشاری سلول‌های محافظ روزنه نسبت به سلول‌های اطراف آن می‌باشد. این آماس عکس العمل‌های گیاه نسبت به محرک‌های محیطی است که بعضی مواقع این محرک، ورود یون‌های پتاسیم می‌باشد که بر تنظیم فشار اسمزی اثر می‌گذارد. نور، پایین بودن غلظت دی‌اکسیدکربن و اسید آبسزیک و آب کافی از جمله عواملی هستند که ورود یون پتاسیم را به داخل سلول‌های روزنه تحریک می‌نمایند. بنابراین تنش آب می‌تواند اندازه شکاف روزنه‌ها را کاهش داده و ممکن است این عمل را از طریق اسید آبسزیک انجام دهد (۲۰). شواچتمن و گودگر (۴۴) در تحقیق خود مشخص نمودند که با افزایش سطح خشکی در گیاهان، میزان اسید آبسزیک بیشتری در ریشه تولید شده که با انتقال به اندام هوایی، میزان هدایت روزنه‌ای در این گیاهان کاهش می‌یابد. تیمار کیتوزان نسبت به سایر ترکیبات موسیلاژی میزان هدایت روزنه‌ای را به نسبت بیشتری کاهش داد. بیتلی و همکاران (۷)، در تحقیق خود بر روی ترکیب کیتوزان به این نتیجه رسیدند که گیاهان برگی تیمار شده با ترکیب کیتوزان، میزان هدایت روزنه‌ای پایین‌تری را نسبت به نمونه‌های شاهد داشتند و از این طریق موجب افزایش بهره‌وری مصرف آب در گیاهان می‌شود. نکته بسیار حائز اهمیت در این آزمایش بیشتر بودن میزان هدایت روزنه‌ای ترکیبات موسیلاژی نسبت به کیتوزان و حتی نمونه‌شاهد بود. این مطلب تاکیدی بر روی متفاوت بودن مکانیزم اثر مقاومتی این ترکیبات در مقایسه با ترکیب کیتوزان است. میزان گشودگی روزنه‌ای به بسیاری از عوامل محیطی و فیزیولوژیکی پیرامون گیاه نظیر: دمای محیط، وضعیت آبی گیاه، شرایط جوی و میزان فتوسنتز و دی‌اکسیدکربن موجود در فضای زیرروزنه‌ای وابسته می‌باشد (۱۸).

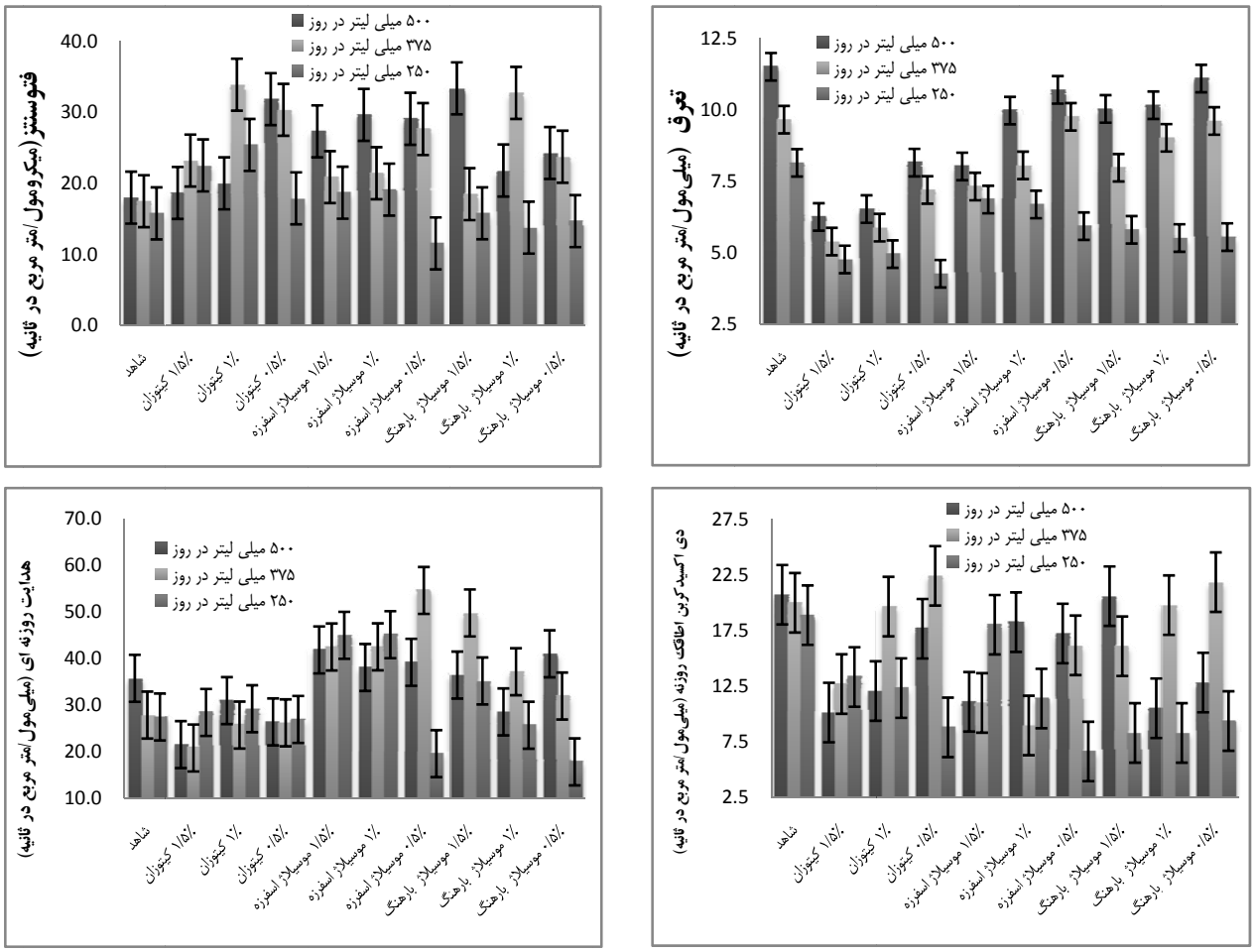
با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و ترکیبات ضدتعرق می توان نتیجه گرفت که کاربرد ترکیبات ضدتعرق کاملا وابسته به وضعیت آبی گیاه می باشد. نکته قابل توجه در این مقایسات این است که میزان هدایت روزنه‌ای اندازه گیری شده در بین سطوح مختلف آبیاری بسیار متغیر بود و کاملا وابسته به نوع غلظت ترکیب ضدتعرق مورد استفاده بود. به طور میانگین ترکیبات موسیلاژی به کاربرده شده در این آزمایش میزان هدایت روزنه‌ای بیشتری را نسبت به ترکیب کیتوزان به کار برده شد داشتند. پاتیل و راجات (۳۹) در بررسی خود بر روی برخی از ترکیبات ضدتعرق به این نتیجه رسیدند که برخی از ترکیبات ضدتعرق بسته به نوع عملکردشان اثرات متفاوتی را نسبت به سایر ترکیبات ضدتعرق بر میزان هدایت روزنه‌ای برگ‌ها داشتند و وضعیت آبی گیاه نیز عامل بسیار مهمی است.

دی‌اکسیدکربن اتاقک روزنه‌ای

اندازه‌گیری اختلاف غلظت دی‌اکسیدکربن در اتاقک روزنه‌ای و فضای بیرون نشان داد که سطح اول آبیاری (۱۵/۱۱ میلی‌مول/مترمربع در ثانیه) و سطح دوم آبیاری (۱۶/۸۷ میلی‌مول/مترمربع در ثانیه) اختلاف معنی‌داری را نسبت به سطح سوم آبیاری (۱۱/۵۳ میلی‌مول/مترمربع در ثانیه) داشت (P≤۰/۰۱) (جدول ۱و۲). مقایسه انجام گرفته بین ترکیبات ضدتعرق حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین این ترکیبات بود. این در حالی است که اثر متقابل تیمار سطح آبیاری و ترکیبات ضدتعرق در سطح بسیار بالایی معنی‌داری بود (P≤۰/۰۱) (جدول ۱). بیشترین اختلاف غلظت دی‌اکسیدکربن اتاقک روزنه‌ای مربوط به ترکیب کیتوزان (۰/۵ درصد) و سطح دوم آبیاری (۲۲/۴۳ میلی‌مول/مترمربع در ثانیه) و کمترین میزان در موسیلاژ اسفرزه (۰/۵ درصد) و سطح سوم آبیاری (۶/۶۳ میلی‌مول/مترمربع در ثانیه) بود (شکل ۱).

غلظت دی‌اکسیدکربن و فتوسنتز در فضای روزنه‌ای به طور مستقیم وابسته به میزان گشودگی و میزان تعرق صورت گرفته از روزنه‌ها می‌باشد. این دو عامل به طور کاملاً مستقیم به وسیله غلظت آبسزیک اسید در بافت مورد نظر کنترل می‌شود (۴۴). با افزایش سطح تنش خشکی در گیاهان میزان آبسزیک اسید سنتز شده به منظور کاهش از دست دهی و افزایش مصرف بهینه آب افزایش می‌یابد. بدین سبب میزان تبادلات روزنه‌ای کاهش یافته و موجب تقلیل غلظت دی‌اکسیدکربن در اتاقک روزنه‌ای می‌گردد (۴۰).

معنی دار شدن اثر متقابل غلظت دی اکسید کربن اتاقک روزنه‌ای بین سطوح مختلف آبیاری و ترکیبات ضدتعرق و همچنین معنی‌دار نبودن آن بین سطوح مختلف ترکیبات ضدتعرق حاکی از اثر معنی‌دار ترکیبات ضدتعرق بدون توجه به نوع و غلظت آن بین سطوح آبیاری در میزان دی اکسیدکربن اتاقک روزنه‌ای می‌باشد. ترکیبات ضدتعرق باعث کاهش تعرق و هدایت روزنه‌ای در گیاهان بکاربرده شده می‌گردند و در این بین ترکیباتی موفق‌تر می باشند که بهترین وضعیت را از نظر میزان دی اکسیدکربن اتاقک روزنه‌ای برای گیاه ایجاد بنمایند.



شکل ۱- اثر متقابل تیمارهای آبیاری و ترکیبات ضدتعرق بر میزان فتوسنتز، تعرق روزنه‌ای، هدایت روزنه‌ای و اختلاف غلظت دی‌اکسیدکربن اتاقک روزنه‌ای گیاه ریحان. بارهای عمودی نشان دهنده خطای استاندارد می‌باشند.

به نظر می رسد این ترکیبات در سطح متوسط آبیاری نسبت به سطح پایین آبیاری بسیار موثرتر و کارآمدتر در کاهش تعرق و کاهش اثرات زیان بار ناشی از کاهش دی اکسیدکربن اتاقک روزنه‌ای عمل می‌نمایند و در این بین ترکیب کیتوزان در غلظت ۰/۵ درصد بسیار کارآمدتر بوده.

دمای سطح برگ

با اندازه‌گیری دمای سطح برگ در طول روز مشخص شد که اختلاف معنی‌داری بین دمای سطح برگ اندازه‌گیری شده در ساعت ۹ صبح (دمای محیط ۳۰/۵ درجه سانتی‌گراد) در سطوح مختلف آبیاری وجود داشت (شکل ۲). بیشترین و کمترین میزان دمای سطح برگ به ترتیب مربوط به سطح سوم آبیاری (تیمار تنشی سخت) با دمای ۳۷/۸ درجه سانتی‌گراد و سطح اول آبیاری (تیمار شاهد) با دمای ۳۳ درجه سانتی‌گراد بود. دمای سطح برگ اندازه‌گیری شده در ساعت ۱۲ ظهر (دمای محیط ۳۶ درجه سانتی‌گراد) اختلاف معنی‌داری را بین سطوح مختلف آبیاری نشان داد، که بیشترین دما مربوط به سطح دوم آبیاری (تیمار تنشی متوسط) با دمای ۳۷/۷ درجه سانتی‌گراد و تیمار شاهد با دمای ۳۶/۲ درجه سانتی‌گراد بود. هم‌چنین این اختلاف میانگین دما سطح برگ، بین سطوح مختلف آبیاری در ساعت ۱۶ بعدازظهر نیز مشاهده شد که بیشترین دما مربوط به سطح سوم آبیاری با دمای ۴۱/۴ درجه سانتی‌گراد و سطح اول آبیاری با دمای ۳۵/۸ درجه سانتی‌گراد بود. مقایسه میانگین دمای سطح برگ گیاهان تیمار شده با مواد ضدتعرق در ساعت ۹ صبح اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها نشان نداد. با گذشت زمان و افزایش دمای محیط، در ساعت ۱۲ ظهر اختلاف نسبتا معنی‌داری بین این تیمارهای ضدتعرق مشاهده شد که در بین این تیمارها، تیمار ۱ درصد کیتوزان

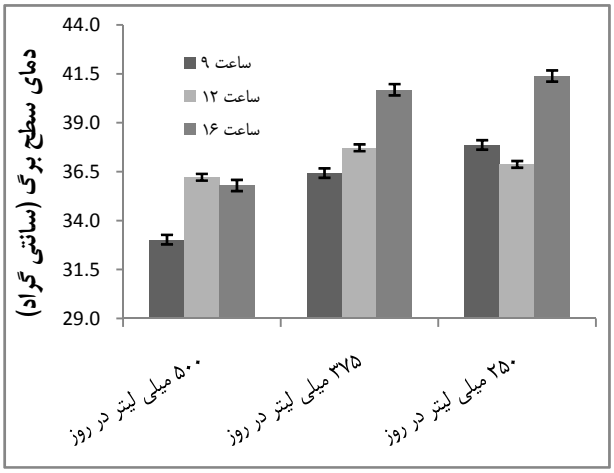
بیشترین اختلاف را با تیمار شاهد نشان داد و در پایین ترین سطح دمایی قرار گرفت. دمای اندازه‌گیری شده در ساعت ۱۶ نیز بین سطوح ترکیبات ضدتعرق اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

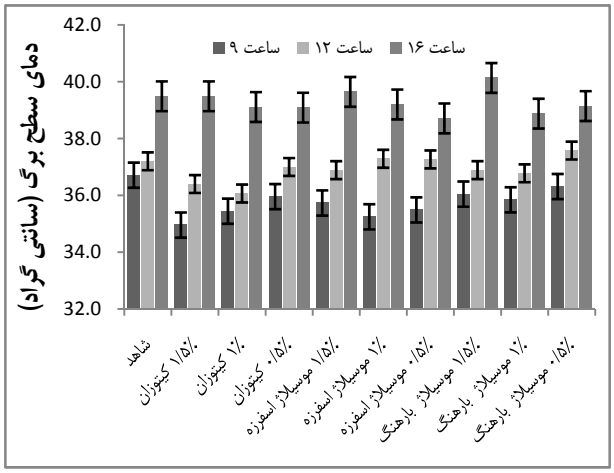
مشاهده شد که با کاهش سطح آبیاری در گیاهان، میزان دمای سطح برگ اندازه‌گیری شده افزایش یافت. در تحقیقات انجام شده برروی عوامل موثر در تغییرات دمای سطح برگ مشخص شده است که بین دمای سطح برگ و تعرق صورت گرفته از سطح برگ ارتباط مستقیم وجود دارد. هر چه میزان تبادلات گازی صورت گرفته از سطح برگ افزایش یابد، میزان دمای سطح برگ کاهش بیشتری پیدا می‌کند (۳۴). همچنین به این دلیل تغییرات دمای سطح برگ به طور نسبتا شدیدی وابسته به وضعیت آبی گیاه و میزان گشودگی روزنه‌ها می‌باشد، قرارگیری گیاه در شرایط تنش رطوبتی، دمای سطح برگ را به سبب کاهش گشودگی روزنه‌ای و کاهش میزان تبادلات گازی افزایش می‌دهد (۶). نکته جالبی که در مورد دمای سطح برگ سطوح مختلف ترکیبات ضدتعرق مشاهده شد، پایین بودن دمای سطح برگ برخی از تیمارها نسبت به تیمار شاهد بود. احتمالا این اختلاف دمایی را می‌توان به افزایش میزان آب نسبی برگ و کاهش جذب انرژی نورانی خورشید به سبب افزایش بازتابش آن نسبت داد (۳۵). لودویگ و همکاران (۳۲) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که با کاربرد ترکیبات ضدتعرق، میزان دمای سطح برگ نسبت به نمونه‌های شاهد کاهش می‌یابد. ترکیبات ضدتعرق با ایجاد هماهنگی بین میزان گشودگی روزنه‌ای و میزان تبادلات گازی (۳۲) خصوصاً در سطوح مختلف آبیاری (۳۶) بر میزان دمای سطح برگ تاثیر می‌گذارند.

وزن تر و خشک برگ و ساقه

وزن تر اندام‌های هوایی (برگ و ساقه و کل) گیاهان مورد آزمایش به شدت تحت تاثیر آبیاری قرارگرفت (P≤۰/۰۱). وزن خشک برگ و ساقه نیز همین اختلاف را نشان داد و بین سطوح مختلف آبیاری اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P≤۰/۰۱) (جدول-۳). بیشترین میزان وزن تر برگ و ساقه و کل مربوط به سطح اول آبیاری (به ترتیب ۴۶/۶۳، ۳۵/۳۵ و ۹۰/۲۲ گرم) و کمترین میزان وزن تر برگ و ساقه و کل مربوط به سطح سوم آبیاری (به ترتیب ۲۶/۰۸، ۱۱/۹۳ و ۴۷/۲۵ گرم) بود. هم‌چنین بیشترین وزن خشک برگ و ساقه و کل مربوط به سطح اول آبیاری (به ترتیب ۶/۷۴، ۷/۳۸ و ۱۴/۲۷ گرم) و کمترین میزان آن مربوط به سطح سوم آبیاری (به ترتیب ۴/۰۳، ۳/۶۷ و ۷/۸۷ گرم) بود (جدول ۴). با مقایسه میانگین وزن تر برگ و ساقه و کل بین ترکیبات ضدتعرق مورد استفاده، اختلاف معنی‌داری (به ترتیب P≤۰/۰۱، P≤۰/۰۵ و P≤۰/۰۵) مشاهده شد (جدول ۳). اثر ترکیبات ضدتعرق بر وزن خشک ساقه و کل معنی‌دار نبود ولی اثر آن بر وزن خشک برگ معنی‌دار بود (P≤۰/۰۱) (جدول ۳). بیشترین میزان وزن تر برگ، ساقه و کل اندازه گیری شده به ترتیب مربوط به غلظت ۱ درصد کیتوزان (۳۷/۲۸ گرم)، شاهد (بدون اسپری) (۲۴/۵۹ گرم) و غلظت ۱ درصد کیتوزان (۶۹/۶۹ گرم) بود. کمترین میزان وزن تر برگ، ساقه و کل نیز به ترتیب در تیمار غلظت ۰/۵ درصد موسیلاژ بارهنگ (۲۹/۱۲ گرم)؛ غلظت ۱/۵ درصدموسیلاژ بارهنگ (۱۷/۹۹ گرم) و غلظت ۰/۵ درصد موسیلاژ بارهنگ (۵۷/۱۰ گرم) مشاهده شد. بیشترین و کمترین وزن خشک برگ نیز به ترتیب در غلظت ۱ درصد کیتوزان (۵/۶ گرم) و ۰/۵ درصد موسیلاژ بارهنگ (۴/۱۲ گرم) مشاهده شد (جدول ۴).

با کاهش سطح آبیاری و افزایش سطح تنش یک روند نزولی در تولید ماده خشک برگ و ساقه مشاهده شد. این نتایج با نتایج به دست آمده توسط کاظمی سعید (۴)، سینگ و همکاران (۴۶)، لباسچی و شریفی عاشورآبادی (۵) و امیدبیگی و محمودی سورستانی (۱) مطابقت داشت.





شکل ۲- روند تغییرات دمای سطح برگ گیاه ریحان در ساعات مختلف روز در سطوح مختلف آبیاری و ترکیبات ضدتعرق. بارهای عمودی نشان دهنده خطای استاندارد می‌باشند.

تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل محیطی تنظیم‌کننده رشد و توسعه گیاه و محدودکننده تولید آن می‌باشد (۲۴). خشکی به شدت میزان تولید ماده خشک را با کاهش در میزان فتوسنتز و تبادلات گازی براثر کاهش گشودگی روزنه‌ای تقلیل می‌دهد. یکی از اولین نشانه‌های بروز تنش محیطی در گیاه کاهش گشودگی و بسته شدن روزنه‌ها می‌باشد که به شدت میزان فتوسنتز را به سبب کاهش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن از طریق روزنه‌ها کاهش می‌دهد (۱۱ و ۱۹). اردکانی و همکاران (۱) کاهش وزن خشک گیاه در شرایط تنش خشکی را نتیجه نهایی کاهش فتوسنتز می‌دانند. آن‌ها کاهش سطح فتوسنتز کننده، کاهش تولید کلروفیل، افزایش انرژی مصرفی گیاه جهت جذب آب و بالابردن غلظت شیره‌سلولی و تغییر در مسیرهای تنفسی و فعال شدن مسیرپنتوزفسفات را در این افزایش دخیل می‌دانند.

ترکیبات ضدتعرق مورد استفاده در این آزمایش اثرات بسیار متفاوتی را نسبت به تیمار شاهد به نمایش گذاشتند. سطوح ۰/۵ و ۱ درصد کیتوزان میزان وزن خشک و تر نمونه‌های تیمار شده را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند این درحالی بود که تیمار ۱/۵ درصد کیتوزان میزان وزن و خشک و ترگیاهان را نسبت به تیمار شاهد کاهش داد. ترکیب موسیلاژ بارهنگ نیز در کلیه غلظت‌ها وزن تر و خشک کل گیاه را نسبت به تیمار شاهد کاهش داد و این درحالی بود که فقط غلظت ۱/۵ درصد موسیلاژ اسفرزه میزان وزن تر و خشک را نسبت به تیمار شاهد کاهش داد.

جدول ۳- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس وزن تر و خشک برگ، ساقه و کل در سطوح مختلف آبیاری و ترکیبات ضدتعرق.

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر (گرم)			وزن خشک (گرم)		
		برگ	ساقه	کل	برگ	ساقه	کل
آبیاری	۲	۷۸۳۷/۸۴ **	۹۱۱۰/۸۶ **	۳۲۰۲۸/۶ **	۱۴۱/۳۱ **	۲۱۶/۹۸ **	۷۰۵/۳۶ **
ترکیبات ضدتعرق	۹	۵۴۴/۸۷ **	۴۵۷/۶۸ *	۱۳۵۶/۲ *	۱۴/۶۴ **	۳۶/۹۱ ns	۴۶/۳۹ ns
آبیاری×ضدتعرق	۱۸	۴۱۵/۴۸ ns	۲۷۳/۳۱ ns	۹۵۱/۱۵ ns	۱۰/۴۲ ns	۱۷/۲۹ ns	۲۳/۷۶ ns
خطا	۶۰	۱۲۴۲/۸۷	۱۳۴۹/۱۷	۳۸۱۴/۲۶	۳۲/۳۲	۱۳۹/۱۷	۱۶۵/۸۶

* وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

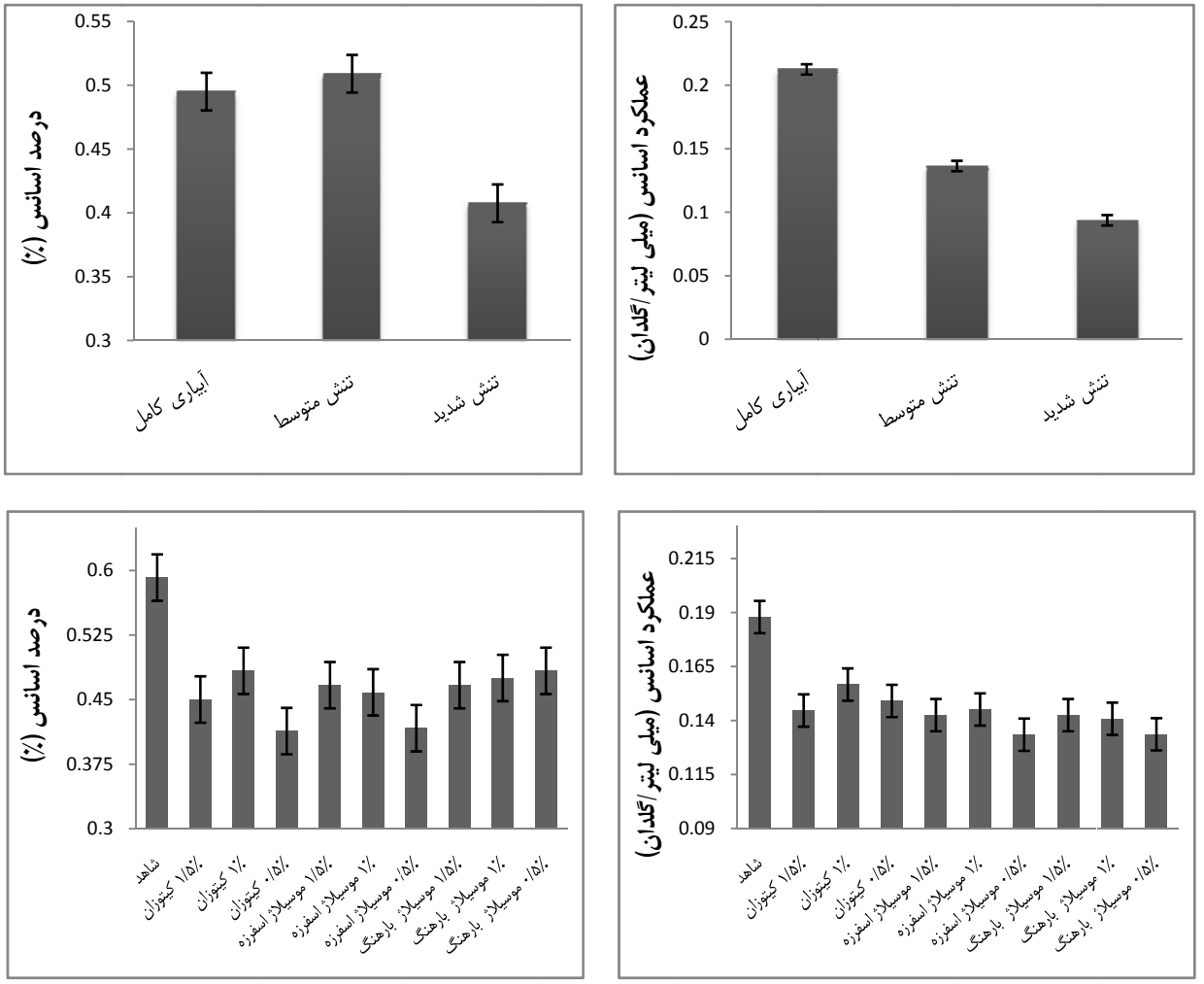
جدول ٤- اثر سطوح مختلف آبیاری و ترکیبات ضدتعرق بر وزن تر و خشک برگ، ساقه و کل گیاه ریحان.

صفات	وزن تر (گرم)			وزن خشک (گرم)		
	برگ	ساقه	کل	برگ	ساقه	کل
آبیاری						
۵۰۰ میلی‌لیتر در ۲۴ ساعت	۴۶/۶۳a	۳۵/۳۵a	۸۱/۹۷a	۶/۷۴a	۷/۳۸a	۱۴/۲۷a
۳۷۵ میلی‌لیتر در ۲۴ ساعت	۲۷/۶۷b	۱۶/۹۹b	۴۴/۶۶b	۴/۱۳b	۴/۸۱b	۸/۹۵b
۲۵۰ میلی‌لیتر در ۲۴ ساعت	۲۶/۰۸b	۱۱/۹۳c	۳۸/۰۱c	۴/۰۳b	۳/۶۷c	۷/۸۷c
ترکیبات ضدتعرق						
شاهد	۳۱/۲۹cd	۲۴/۵۹a	۵۵/۸۸ab	۵/۰۳ab	۶/۱۰ab	۱۰/۵۵ab
کیتوزان ۱/۵٪	۳۰/۵۹de	۲۱/۴۲ab	۵۲/۰۲bc	۴/۴۵bc	۵/۹۴abc	۱۰/۳۸ab
کیتوزان ۱٪	۳۷/۲۸a	۲۳/۳۹a	۶۰/۶۷a	۵/۶۰a	۵/۳۶ab	۱۰/۷۲ab
کیتوزان ۰/۵٪	۳۵/۲۹ab	۲۳/۹۶a	۵۹/۲۵ab	۴/۹۲ab	۶/۳۳a	۱۱/۷۱a
موسیلاژ اسفرزه ۱/۵٪	۳۳/۲۱ab	۲۱/۰۶ab	۵۴/۲۶bc	۵/۰۳ab	۵/۵۳ab	۱۰/۶۷ab
موسیلاژ اسفرزه ۱٪	۴۳/۶۸ab	۲۳/۲۸a	۵۷/۹۶ab	۵/۰۲ab	۵/۱۲ab	۱۰/۲۸ab
موسیلاژ اسفرزه ۰/۵٪	۳۶/۳۳ab	۲۱/۱۸ab	۵۷/۵۱ab	۵/۳۹a	۴/۸۱bc	۱۰/۶۹ab
موسیلاژ بارهنگ ۱/۵٪	۳۴/۱۳ab	۱۷/۹۹b	۵۲/۱۲bc	۵/۱۷a	۴/۴۵d	۱۲/۲۲ab
موسیلاژ بارهنگ ۱٪	۳۲/۶۷bc	۱۸/۶۶b	۵۱/۳۳bc	۴/۹۳ab	۴/۶۱cd	۱۰/۵۴bc
موسیلاژ بارهنگ ۰/۵٪	۲۹/۱۲e	۱۸/۶۹b	۴۷/۸۱c	۴/۱۲c	۴/۶۲cd	۸/۸۶c

نکته بسیار حائز اهمیت در این اندازه‌گیری‌ها وجود اختلاف معنی‌دار وزن ترکل گیاهان و عدم وجود اختلاف معنی‌دار وزن خشک کل در سطوح مختلف این ترکیبات بود. این نکته دلالت بر این مطلب دارد که ترکیبات ضدتعرق بر گنجایش و وضعیت آبی گیاه تاثیر می‌گذارند. تیمار کیتوزان در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ درصد میزان وزن تر گیاه را نسبت به نمونه شاهد افزایش داد ولی در تیمار ۱/۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. این افزایش وزن تر را می‌توان به کاهش میزان تعرق صورت گرفته از سطح گیاه نسبت داد. بیتلی و همکاران (۷) در تحقیقی بر روی گیاه فلفل با کاربرد ترکیبات کیتوزان در غلظت‌های ۱ درصد و بالاتر اختلاف معنی‌داری در وزن خشک و تر گیاه فلفل مشاهده نکردند ولی در غلظت‌های پایین‌تر از ۱ درصد اختلاف معنی‌داری را مشاهده نمودند. داونپورت و همکاران (۱۴) در تحقیقی برروی ترکیبات ضد تعرق به این مطلب اشاره نمودند که برخی از ترکیبات ضدتعرق به سبب جلوگیری از خروج آب از بافت‌ها و بدین سبب جلوگیری از فعالیت برخی از عوامل تخریب کنندگی فتوسنتز، میزان تولید ماده را نسبت به شرایط شاهد افزایش می‌دهند.

درصد اسانس و عملکرد اسانس

همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود درصد و عملکرد اسانس به شدت تحت تاثیر سطح آبیاری قرار گرفت. بیشترین درصد اسانس در سطح دوم آبیاری (۰/۵۱ درصد) و کمترین میزان آن در سطح سوم آبیاری (۰/۴۱ درصد) مشاهده شد. هم‌چنین بیشترین میزان عملکرد اسانس در سطوح مختلف آبیاری نیز مربوط به سطح اول آبیاری با ۰/۲۱ میلی‌لیتر و کمترین میزان نیز در سطح سوم آبیاری با ۰/۹۳میلی‌لیتر مشاهده شد. اندازه‌گیری اختلاف میانگین درصد و عملکرد اسانس بین سطوح مختلف ترکیبات ضدتعرق اختلاف معنی‌داری را نشان داد (به ترتیب $P\leq ۰/۰۵$ و $P\leq ۰/۰۱$).



شکل ۳- روند تغییرات درصد و عملکرد اسانس گیاه ریحان در سطوح مختلف آبیاری و ترکیبات ضدتعرق. بارهای عمودی نشان دهنده خطای استاندارد می‌باشند.

از نظر درصد اسانس بیشترین میزان در تیمار شاهد مشاهد شد (۰/۶ درصد) و این در حالی بود که بین سطوح مختلف ترکیبات ضدتعرق اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همانطور که مشاهده می‌شود (جدول ۲) ترکیبات ضدتعرق میزان اسانس تولیدی را در گیاه ریحان نسبت به نمونه شاهد کاهش دادند. هم‌چنین بیشترین عملکرد اسانس نیز در تیمار شاهد (۰/۱۹ میلی‌لیتر در گلدان) و کمترین میزان در غلظت ۰/۵ درصد موسیلاژ اسفرزه (۰/۱۳ میلی‌لیتر در گلدان) مشاهده شد.

همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش سطح تنش تا سطح متوسط (سطح دوم آبیاری) درصد اسانس در پیکره رویشی گیاه نسبت به تیمار شاهد آبیاری افزایش یافت ولی با افزایش سطح تنش این میزان کاهش یافت. افزایش درصد اسانس با افزایش سطح تنش آبی توسط یاسن و همکاران (۵۰)، امیدبیگی و همکاران (۲)، خالید (۲۹) و اکران و همکاران (۱۶) گزارش شد. میزان اسانس تولیدی در گیاه به عوامل مختلفی وابسته است که به‌طور پیوسته به وسیله عوامل محیطی تحت تاثیر قرار می‌گیرد (۲۹). چارلز و سیمون (۸) گزارش نمودند که در دو گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) و نعناع (*Mentha piperita*) بالا بودن تراکم غده‌های مترشحه اسانس در اثر کاهش سطح برگ ناشی از تنش، باعثتجمع بیشتر اسانس می‌شود. در این آزمایش نیز شاید به‌توان درصد بالای اسانس را در تیمار تنش متوسط (سطح دوم آبیاری) به کاهش سطح برگ و متعاقب آن افزایش آن افزایش تراکم غده‌های ترشح کننده اسانس مربوط دانست. از آنجایی‌که گیاه ریحان بیشترین میزان اسانس خود را در مرحله گلدهی کامل دارا می‌باشد (۳۸) می‌توان کاهش میزان اسانس در سطوح بالای تنش را به رشد ضعیف رویشی و کاهش گل‌دهی گیاهان نسبت داد. کاهش عملکرد اسانس با افزایش سطح تنش خشکی را نیز می‌توان با کاهش رشد رویشی و عملکرد ماده خشک ماده خشک مربوط دانست. اثرات نامناسب تنش آبی کاهش عملکرد اسانس و یا به عبارتی اثرات مساعد رطوبتی بالای خاک در افزایش عملکرد اسانس توسط رفّت و صالح (۴۳) در آویشن (*Thymus vulgaris*)، و سولیناس و دیانا (۴۷) در رزماری (*Rosmarinus officinalis*) گزارش شده است. در بین ترکیبات ضدتعرق بیشترین عملکرد اسانس مربوط به غلظت ۱ درصد کیتوزان (۱۵۰ میلی‌لیتر) بود. این اختلاف در عملکرد اسانس را می‌توان به افزایش عملکرد ماده خشک تولیدی در این غلظت نسبت به سایر غلظت‌ها و ترکیبات ضدتعرق دانست.

نتیجه‌گیری کلی

در این تحقیق مشاهده شد که ترکیبات ضدتعرق منجر به تغییرات معنی‌داری در کلیه صفات مورد بررسی نسبت به نمونه شاهد شدند که این حاکی از اثربخشی این ترکیبات طبیعی می‌باشد. با توجه به ماهیت طبیعی و داشتن مزایایی از جمله ایمن و ارزان بودن به سبب فراوان بودن منابع اولیه آن، و زیست تجزیه پذیر بودن این ترکیبات در مقایسه با ترکیبات ضدتعرق شیمیایی متداول که به منظور کاهش سطح تعرقی و افزایش مقاومت به خشکی گیاه استفاده می‌شوند می‌توانند جایگزین مناسبی برای این ترکیبات شیمیایی باشند. اما تجاری نمودن این ترکیبات برای مصرف گسترده خصوصا در مورد ترکیبات موسیلاژی، نیاز به آزمایشات تکمیلی در این خصوص دارد.

منابع

۱- اردکانی م.ر.، عباس زاده ب.، شریفی عاشورآبادی ا.، لباسچی م.ح. و پاک نژاد ف. ۱۳۸۶. بررسی اثر کمبود آب بر کمیت و کیفیت گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.). فصلنامه گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد۲۳(۲):۲۵۱-۲۶۱.

۲- امیدبیگی ر. ۱۳۷۹. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد ۳. انتشارات به نشر. مشهد.

۳- امیدبیگی ر. و محمودی سورستانی م. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر برخی صفات مرفولوژی، میزان و عملکرد اسانس گیاه گل مکزیکی *Agastache foeniculum* [Pursh] Kuntze. مجله علوم باغبانی ایران، ۴۱(۲):۱۵۳-۱۶۱.

۴- کاظمی سعید ف. ۱۳۸۱. بررسی اثر تنش خشکی و کود نیتروژن بر رشد، مواد معدنی و اسانس *Cuminum cyminum*. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

۵- لباسچی م. و شریفی عاشورآبادی ا. ۱۳۸۱. شاخص‌های رشد برخی گونه‌های گیاهان دارویی در شرایط مختلف تنش خشکی، فصلنامه پژوهشی تحقیقات دارویی و معطر ایران، ۲۰(۳):۲۶۱-۲۴۹.

6- Bajons P., Klinger G. and Schlosser V. 2005. Determination of stomatal conductance by means of infrared thermography. Journal of Infrared Physics & Technology, 46:429-439.

7- Bittelli M., Flury M., Campbell G.S., and Nichols E.J. 2000. Reduction of transpiration through foliar application of chitosan. Jornal of Agricultural and Forest Meteorology, 107:167-175.

8- Charles D.J., and Simon J.E. 1990. Effects of osmotic stress on the essential oil content and composition of

peppermint. Journal of Phytochemistry. 29:2837-2840.
9- Chavan S.R., and Nikam S.T. 1982. Mosquito larvicidal activity of *Ocimum basilicum* Linn. Indian Journal of Medical Research, 75:220-222.
10- Chen H.P. and Xu L.L. 2005. Isolation and characterization of a novel chitosan–binding protein from non-heading chinese cabbage leaves. Journal of Integrative Plant Biology, 47(4):452-456.
11- Cornic G. 2000. Drought stress inhibits photosynthesis by decreasing stomatal aperture-not by affecting ATP synthesis. Trends in Plant Science, 5(5):187-188.
12- Darrah H.H. 1998. The cultivated Basil. Buckeye Printing Co. United States.
13- Davenport D.C. 1967. Effects of chemical antitranspirants on transpiration and growth of grass. Journal of Experimental Botany, 18:332-347.
14- Davenport D.C., Hagan R.M., and Martin P.E. 1969. Antitranspirant . . . Uses and effects on plant life. California Agriculture, 23(5):14-16.
15- Deshpande R.S., and Tipnis H.P. 1997. Insecticidal activity of *Ocimum basilicum* L. Pesticides, 11(5):11-12.
16- Ekren S., Sonmez C., Ozcakal E., Kurtta Y.S.K., Bayram E. and Gurgulu H. 2012. The effect of different irrigation water levels on yield and quality characteristics of purple basil (*Ocimum basilicum* L.). Agricalture Water Management, 109:155-161.
17- Faoro, F., Sant S., Iriti M., Maffi D., and Appiano A. 2001. Chitosan-elicited resistanceto plant viruses: a histochemical and cytochemical study. In: Muzzarelli, R.R.A. (Ed.), Chitin Enzymology. ATEC, Italy.
18- Farquhar G.D. and Sharkey T.D. 1982. Stomatal Conductance and Photosynthesis. Annual Review of Plant Physiology, 33:317-345.
19- Flexas J., Escalona J.M., Evain S., Gulias, J., Moya I., Osmond C.B., and Medrano H. 2002. Steady-state chlorophyll fluorescence (Fs) measurements as a tool to follow variations of net CO2 assimilation and stomatal conductance during water-stress in C3 plants. Journal of Physiologia Plantarum,114(2):231-240.
20- Gardner B.R., Pearce R.B. and Mitchel R.L. 1985. Physiology of crop plants. Iowa State University Press, United States.
21- Gawish R. 1992. Effect of antitranspirants application on snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under different irrigation regimes. Minufiya Journal of Agriculture Research, 17:1309-1325.
22- Glenn D.M., Erez A., Puterka G.J., and Gundrum P. 2003. Particle films affect carbon assimilation and yield in "Empire" apple. Journal of the American Society for Horticultural Science, 128(3):356-362.
23- Grill E. and Ziegler H. 1998. A plants dilemma. Science, 282:252-253.
24- Guerfel M., Beis A., Zotos T., Boujnah D., Zarrouk M., and Patakas A. 2009. Differences in abscisic acid concentration in roots and leaves of two young Olive (*Olea europaea* L.) cultivars in response to water deficit. ACTA Phisiology of Plant, 31:825-831.
25- Iriti M., Sironi M., Gomarasca S., Casazza A.P., Soave C. and Faoro F. 2006. Cell death mediated antiviral activity of chitosan. Journal of plant physiology and biochemistry, 44:893-900.
26- Iriti M. and Faoro F. 2007. Review of innate and specific immunity in plants and animals. Mycopathologia, 164:57-64.
27- Iriti M., Picchi V., Rossonia M., Gomarasca S. Ludwig, N., Gargano M., and Faoro F. 2009. Chitosan antitranspirant activity is due to abscisic acid-dependentstomatal closure. Journal of Environmental and Experimental Botany, 66: 493-500.
28- Jones H.G. 1997. Stomatal control of photosynthesis and transpiration. Journal of Experimental Botany, 49:387-398.
29- Khalid K.A. 2006. Influence of water stress on growth, essential oil and chemical composition of herbs (*Ocimum* sp.). International Agrophysiology, 20(4):289-296.
30- Lawlor D.W., and Cornic G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficit in higher plants. Plant, Cell & Environment, 25(2):275-294.
31- Lee S., Choi H., Suh S., Doo I.S., Oh K.Y., Choi E.J., Taylor S.A.T., Low P.S. and Lee Y. 1999. Oligogalacturonic acid and chitosan reduce stomatal aperture byinducingthe evolution of reaction oxygen species from guard cells of tomato and *Commelina communis*. Journal of Plant Physiology, 121:147-152.
32- Ludwig N., Cabrini R., Faoro F., Gargano M., Gomarasca S., Iriti M., Picchi V., and Soave C. 2010. Reduction of evaporative flux in bean leaves due to chitosan treatment assessed by infrared thermography. Journal of Infrared Physics & Technology, 53:65-70.
33- Mehta C.R., and Mehta T.P. 1943. Chemical examination of *Ocimum canum* Sims. Current Science, 12:300-301.
34- Milazzo M., Ludwig N. and Redaelli V.2002. Evaluation of evaporation flux inbuilding materials by infrared thermography, p. 150-155. In: 6th International Conference on Quantitative Infrared Thermography. 2002. Quantitative InfraRed Thermography Conference, Dubrovnik, Croatia.
35- Moftah A.E. 1997. The response of soybean plants, grown under different water regimes, to antitranspirant applications. Annual Journal of Agriculture Science, 35:263-292.
36- Moftah A.E. and Alhumaid A.I. 2005. Effect of antitranspirants on water relations and photosynthetic rate of cultivated tropical plant (*Polianthes tuberose* L.). Polish Journal of Ecology, 53(2):165-175.

37- Muzzarelli R.A.A. 1977. Chitin. Pergamon Press, Oxford. England.
38- Omidbaigi R., Hassani A. and Sefidkon F. 2003. Essential oil content and composition of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) at different irrigation regimes. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 6(2):104-108.
39- Patil B.B. and Rajat D. 1976. Influence of antitranspirants on rapeseed (*Brassica campestris*) plants under water-stressed and nonstressed conditions. Journal of Plant Physiology, 57:941-943.
40- Pospisilova J., Vagner M., Malbeck J., Travnickova A. and Batkova P. 2005. Interactions between abscisic acid and cytokinins during water stress and subsequent rehydration. Biologia Plantarum, 49:533-540.
41- Prakash M. and Ramachandran K. 2000. Effects of chemical ameliorants in brinjal (*Solanumme longena* L.) under moisture stress conditions. Journal of Agronomy and Crop Science, 185:237-239.
42- Prakash M., and Ramachandran K. 2000. Effects of moisture stress and antitranspirants on leaf chlorophyll. Journal of Agronomy and Crop Science, 184:153-156.
43- Reffat A.M., and Saleh M.M. 1997. The combined effect of irrigation intervals and foliar nutrition on sweet basil plants. Bulletin of Faculty of Agriculture University of Cairo, 48:515-527.
44- Schachtman D.P., and Goodger G.Q.D. 2008. Chemical root to shoot signalling underdrought. Trends Plant Science, 13:281-287.
45- Simon J.E., Quinn J. and Murray R.G. 1990. Basil: a source of essential oils. In: Janick, J. and Simon, J.E. (Eds.). Advanced in new crops. p. 484-489. Timber press, Portland.
46- Singh S., Singh A., Singh V., Singh M., and Singh K. 2000. Studies on the frequency and time of irrigation application on herb and oil yield of palmarosa (*Cymbopogon martini* Stapf var. motia). Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 22:491-493.
47- Solinas V., and Deiana S. 1996. Effect of water and nutritional conditions onthe *Rosmarinus officinalis* L. phenolic fraction and essential oil yields. Rivista Italian Eppos, 19:189-198.
48- Teare I.D., and Peet M.M. 1983. Crop-water relations. Wiley, New York.
49- Tworkoski T.J., Glenn D.M., and Puterka G.J. 2002. Response of bean to application of hydrophobic mineral particles. Canadian Journal of Plant Science 82:217–219.
50- Yassen M., Ram P., Anju Y. and Singh K. 2003. Response of Indian basil (*Ocimum basilicum* L.) to irrigation and nitrogen schedule in Central Uttar Pradesh. Annual Journal of Plant Physiology, 17(2):177-181.
51- Yordanov I., Tsonev T., Velikova V., Georgieva K., Ivanov P., Tsenov N. and Petrova T. 2001. Changes in CO_2 assililation, transpiration and stomatal resistance of different wheat cultivars under field conditions. Bulgarian Journal of Plant Physiology, 27(3-4):20-33.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۷۸-۶۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 68-78
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر هورمون‌های رشد بر باززایی درون شیشه‌ای زنبق مردابی (*Iris pseudacorus*)

اسماعیل چمنی[1*] - مبینا طاهری[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۵/۱۹

چکیده

به‌منظور انجام این طرح، سه آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی در آزمایشگاه کشت بافت گروه باغبانی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. برای باززایی گیاه از بذر، از غلظت‌های مختلف NaOH (۵، ۱۰، ۱۵و۲۰ مولار) و خراش‌دهی با کاغذ سمباده (خراش‌دهی نرم، خراش‌دهی متوسط و خراش‌دهی سخت) استفاده شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که غلظت ۲۰ مولار NaOH و نیز خراش‌دهی سخت با کاغذ سمباده بیشترین میزان جوانه‌زنی را داشتند. دو ماه پس از جوانه‌زنی بذور، هیپوکوتیل حاصل از دانهال‌های بذری طی دو آزمایش جداگانه تیمار شدند که در آزمایش اول غلظت‌های ۱، ۲ و ۴ میلی‌گرم بر لیتر از هورمون‌های اکسین (پیکلرام و 2,4-D) و در آزمایش دوم غلظت‌های ۱، ۲ و ۴ میلی‌گرم بر لیتر سایتوکینین (TDZ و BA) با ۴ تکرار برای هر تیمار، در قالب طرح کاملاً تصادفی کشت شدند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارها در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها در پارامترهای رشد کالوس نشان داد که غلظت ۴ میلی‌گرم بر لیتر پیکلرام و ۱ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین تأثیر را بر القای کالوس در این گیاه داشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها در پارامترهای رشد گیاهچه نشان داد که تیمار BA با غلظت۱ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین میزان شاخه‌زایی را در این گیاه تولید نمود.

واژه‌های کلیدی: ریزازدیادی، خراش‌دهی، زنبق مردابی، کشت بافت

مقدمه

زنبق بزرگ‌ترین جنس تیره Iridaceae است که شامل بیش از ۳۰۰ گونه از گیاهان گل‌دار می‌باشد. این گیاهان معمولاً در باغ‌ها و فضای سبز کشت و کار می‌شوند و از گل‌های آنها برای اهداف زینتی استفاده می‌شود. زنبق مردابی بومی اروپا، آسیای شرقی و شمال غربی آفریقاست (۴۲)، و به راحتی توسط گل‌هایش قابل تشخیص است چون تنها گونه زنبق وحشی با گل‌های زرد است. زنبق مردابی نزدیک زمین‌های خیس مانند مرداب‌ها یا باتلاق‌ها رشد می‌کند و به غرقاب، pH پایین و خاک‌هایی با کمبود اکسیژن مقاوم است. از این گیاه در فضای سبز و باغچه‌ها، حاشیه آب نماها، مرداب‌ها و حوضچه‌ها استفاده می‌شود (۳۴).

گونه‌های زنبق از طریق رویشی توسط پیاز یا ریزوم تکثیر می‌شوند. بیشتر زنبق‌های پیازدار در هر سال بیشتر از ۵ پیاز دختری تولید نمی‌کنند و ۴ تا ۵ سال برای به‌دست آوردن گیاهچه به تعداد کافی از گیاه مادری زمان لازم است (۷)، در زنبق‌های ریزوم‌دار نیز تکثیر از طریق ریزوم بسیار کند است و سبب تولید تعداد کمی از گیاهان می‌شود (۲ تا ۱۰ گیاه از هر ریزوم در سال)، بنابراین چندین سال برای تولید تجاری یک رقم جدید زمان لازم است (۳۷). ازدیاد جنسی، به‌وسیله بذر صورت می‌گیرد. مزیت عمده این روش تولید گیاهان عاری از ویروس و امکان کاشت آن‌ها در زمان‌های مختلف سال می‌باشد (۲۰).

زنبق مردابی از طریق تقسیم ریزوم تکثیر می‌شود که بیش از ۱۰ گیاه از هر ریزوم ایجاد نمی‌شود (۲۰). الگوی جوانه‌زنی بذر این رقم مشابه سایر گونه‌های زنبق و هیبریدهای آن‌هاست که خواب بذر به مدت چند ماه از جوانه‌زنی آن جلوگیری می‌کند (۳۹). هم‌چنین جنین‌ها پتانسیل رشد کمی دارند و توانایی غلبه بر مقاومت مکانیکی پوشش‌های احاطه کننده خود را ندارند و سرعت جوانه‌زنی بذرها نیز کم است (۲۶). از این‌رو نیاز به ایجاد یک روش مناسب و مؤثر رای تکثیر زنبق مردابی ضروری به نظر می رسد.

کشت بافت و سلول به میزان زیادی برای تولید زنبق استفاده شده و به مقدار قابل توجهی باعث افزایش تولید و بهبود بخشیدن کیفیت گیاهان تولید شده از طریق کشت بافت شده است (۲۹). تکثیر درون شیشه‌ای تک لپه‌ای‌ها به علت ظرفیت باززایی پایین آنها در

۱و۲- دانشیار و دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه محقق اردبیلی
(*-نویسنده مسئول: Email: echamani@uma.ac.ir)

مقایسه با دو لپه‌ای‌ها پیچیده‌تر است. آنالیزهای ظرفیت باززایی در بعضی تک لپه‌ای‌های زینتی نشان داد که باززایی در تیره Iridaceae نسبت به Amaryllidaceae، Araceae و Liliaceae کمتر است. به همین علت انتخاب اندام یا بافت مناسب به عنوان ریزنمونه در گسترش تولید گیاه از طریق کشت بافت ضروری می‌باشد (۲۲).

هورمون‌های گیاهی اثر زیادی روی کشت بافت دارند و پس از اینکه وارد چرخه تقسیم سلول شدند، سبب تمایز بافت و اندام‌زایی می‌شوند (۵). مهم‌ترین تنظیم کننده‌های رشد در کشت‌های درون شیشه‌ای، اکسین‌ها و سایتوکنین‌ها هستند به طوری که نسبت اکسین‌ها و سایتوکنین‌ها در محیط کشت، می‌توانند روند ریشه‌زایی و شاخه‌زایی را تحت تاثیر قرار دهند (۱).

اکسین‌ها نقش اصلی را در کنترل هورمونی برای ریخت‌زایی بازی می‌کنند و اثراتشان در تمایز سلول‌ها به علت ارتباط نزدیکی است که با هورمون‌های درون‌زا و سایر فاکتورهای رشدی اضافه شده به محیط کشت دارند (۶). کالوس‌زایی در بسیاری از گونه‌های گیاهی با افزودن اکسین‌های خارجی مثل 2,4-D، IBA و NAA به محیط کشت القا می‌شود. همه انواع و سطوح اکسین‌ها در پاسخ‌های گیاه به کشت درون شیشه‌ای اثر دارند، اگرچه ژنوتیپ و مرحله رشدی ریزنمونه‌ها نیز فاکتورهای مهمی برای حصول موفقیت هستند (۵).

سایتوکینین‌ها، گروهی از ترکیبات هورمونی می‌باشند که تقسیم سلولی، تغییر در غالبیت انتهایی و تمایزیابی شاخه‌ها را در گیاهان کنترل می کنند. در محیط‌های کشت بافت گیاهی نیز، سایتوکینین‌ها عمدتاً در تقسیمات سلولی و تمایزیابی شاخه‌های نابجا از کالوس و بافت‌های گیاهی شرکت می‌کنند. این ترکیبات هم‌چنین با حذف غالبیت انتهایی باعث پرآوری شاخساره‌ها می شوند. استفاده از این ترکیبات در محیط‌های کشت بافت گیاهی به تنهایی یا همراه با سایر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، بویژه اکسین‌ها، متداول می‌باشد (۲۵)

استفاده از تکثیر درون شیشه‌ای جایگزین مناسبی برای غلبه بر مشکلات تکثیر در این گیاه می‌باشد. پژوهش حاضر نیز در همین راستا و به منظور یافتن ترکیب مناسب جهت غلبه بر مشکلات خفتگی بذر و مطالعه تأثیر برخی ترکیبات بر باززایی درون شیشه‌ای آن پایه ریزی شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه بهبود جوانه‌زنی بذر زنبق مردابی دو آزمایش جداگانه در دو زمان متفاوت برای بررسی تاثیر روش‌های مکانیکی و شیمیایی روی القای جوانه‌زنی بذر زنبق مردابی انجام شد.

بذرهای زنبق مردابی در شهریور ۱۳۹۰ از محل طبیعی آن در مراتع باتلاقی اطراف ساری تهیه شده و به عنوان ریز نمونه مورد استفاده قرار گرفتند. به منظور جداسازی بذرها، کپسول‌ها به مدت دو هفته در معرض هوای آزاد قرار گرفتند تا خشک شده و باز شوند. این بذور تا زمان انجام آزمایش در دمای اتاق نگهداری شدند. در آزمایش اول، اثر غلظت NaOH بر جوانه‌زنی بذر بررسی شد. چهار غلظت NaOH (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ مولار) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار استفاده گردید. برای هر غلظت از ۵۰ عدد بذر استفاده شد. بذرها به مدت ۲۰ ساعت در محلول NaOH قرار گرفته و هر یک ساعت تکان داده شدند. پس از طی این مدت، بذرها به مدت ۱۰ دقیقه با آب جاری شسته شدند تا پوسته خارجی بذر که سست شده جدا شود. سپس با اتانول ۷۰ درصد به مدت ۵۰ ثانیه و هیپوکلریت سدیم ۳ درصد به مدت ۱۵ دقیقه استریل شده و ۳ مرتبه با آب مقطر استریل شستشو داده شدند. بذرها تحت شرایط استریل در پتری دیش‌های حاوی محیط کشت نیم مقدار MS با ۷ گرم آگار و فاقد هورمون‌های تنظیم کننده رشد (pH=۸/۵) کشت شدند و به ژرمیناتور با دمای ۲± ۲۵ درجه سانتی‌گراد و تاریکی انتقال داده شدند.

در آزمایش دوم اثر خراش‌دهی مکانیکی روی جوانه‌زنی بذر بررسی شد. در این آزمایش، از سه حالت خراش‌دهی با سمباده (خراش‌دهی نرم، خراش‌دهی متوسط و خراش‌دهی سخت) و شاهد (C) با ۵ تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. برای هر تیمار از ۵۰ عدد بذر استفاده شد و نوک بذرها در ناحیه میکروپیلار سمباده زده شد. در خراش‌دهی نرم، نوک بذر؛ در خراش‌دهی متوسط ابتدای میکروپیلار و در خراش‌دهی سخت تا مشاهده نوک جنین بذرها سمباده زده شدند. سپس بذرها مانند آزمایش قبل استریل شده و کشت شدند.

پس از ۱ ماه داده برداری از هردو آزمایش انجام شد و درصد جوانه‌زنی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$\text{درصد جوانه‌زنی} = \frac{\text{تعداد بذور جوانه زده}}{\text{تعداد کل بذور}} \times 100$$

۲ ماه بعد از جوانه‌زنی بذور، برگ‌ها و ریشه‌ها از دانهال‌ها حذف شدند و هیپوکوتیل در محیط کشت MS با ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر ساکارز، ۷ میلی‌گرم بر لیتر آگار، بدون هورمون به عنوان شاهد و طی دو آزمایش جداگانه انجام گرفت که در آزمایش اول غلظت‌های ۱، ۲ و ۴ میلی‌گرم بر لیتر از هورمون‌های اکسین (پیکلرام و 2,4-D) و در آزمایش دوم غلظت‌های ۱، ۲ و ۴ میلی‌گرم بر لیتر سایتوکینین (TDZ و BA) با ۴ تکرار برای هر تیمار در قالب طرح کاملاً تصادفی کشت شدند. ریزنمونه ها در داخل لوله آزمایش کشت شدند و در هر لوله آزمایش نیز یک گیاه کشت گردید. سپس نمونه‌ها به ژرمیناتور با دمای ۲± ۲۵ درجه سانتی گراد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند و پس از دو ماه داده برداری انجام شد.

درصد کالوس‌زایی، قطر کالوس و وزن کالوس به عنوان پارامترهای رشد کالوس، دو ماه پس از قرار گرفتن ریزنمونه‌ها در محیط کشت حاوی اکسین‌ها اندازه‌گیری شدند.

تعداد برگ، طول برگ و وزن تر برگ نیز به عنوان پارامترهای رشد گیاهچه‌ها، دو ماه پس از قرار گرفتن ریزنمونه‌ها در محیط کشت حاوی سایتوکینین اندازه‌گیری شد.

داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار SAS و آزمون ANOVA مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و مقایسه میانگین داده‌ها نیز به روش آزمون Duncan انجام شد.

نتیجه و بحث

اثر خراش‌دهی شیمیایی و مکانیکی بر جوانه‌زنی بذر زنبق مردابی

بر اساس نتایج به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس (جداول ۱ و ۲) تیمارهای خراش‌دهی مکانیکی و شیمیایی برای صفت درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بودند. نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی در روش خراش‌دهی مکانیکی (شکل ۱) نشان داد که بیشترین تأثیر مربوط به خراش‌دهی سخت می‌باشد که با شاهد اختلاف معنی‌داری داشت. به‌طوری‌که در تیمار خراش‌دهی سخت درصد جوانه‌زنی حدود ۷۶ درصد بود، درحالیکه هیچ‌گونه جوانه‌زنی در شاهد مشاهده نگردید. این نتایج با مطالعات زارع و همکاران (۴۴)، روی گونه‌های *Prosopis koelzizna* و *P. juliflora* مطابقت داشت. آن‌ها گزارش کردند که خراش‌دهی بذرها با کاغذ سمباده باعث افزایش جوانه‌زنی در حدود ۸۰ درصد شد.

نتایج مقایسه میانگین مربوط به تیمار خراش‌دهی شیمیایی (شکل ۲) نشان داد که بیشترین میانگین درصد جوانه‌زنی مربوط به بذور تیمار شده با غلظت ۲۰ مولار NaOH بود که با بذور تیمار شده با غلظت ۱۵ مولار اختلاف معنی‌داری نداشت. درحالی‌که با شاهد و سایر غلظت‌ها، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد داشت. تیمار ۲۰ مولار NaOH باعث از بین رفتن پوسته بذر و افزایش درصد جوانه‌زنی از صفر به ۶۲ درصد شد. درصد جوانه‌زنی در تیمارهای با غلظت ۵ و ۱۰ مولار به میزان زیادی پایین بود بطوریکه تیمار ۵ مولار باعث ژله‌ای شدن اندوسپرم و از بین رفتن آن شد. در آزمایش مشابهی سون و همکاران (۴۰) اثر خراش‌دهی با غلظت ۱۴/۸۳ مولار NaOH در زمان‌های مختلف و تیمار سرمادهی را بر جوانه‌زنی بذر گونه *Iris lactea* بررسی کرده و نشان دادند که تیمار با NaOH به مدت ۲۰ ساعت بیشترین درصد جوانه‌زنی (۵۶ درصد) را نشان داد. همچنین بذرهای تیمار شده با NaOH که به مدت ۴۰ روز سرمادهی شده بودند بیشترین میزان جوانه‌زنی (۸۰ درصد) را در مقایسه با شاهد نشان دادند.

جوانه زنی بذر بستگی به پتانسیل رشد جنین دارد. ساختارهای احاطه کننده جنین (اندوسپرم و پریکارپ) و همچنین عوامل محیطی و هورمون‌ها روی رشد جنین اثر دارند (۳۰). پوسته بذر بازدارنده قوی در جوانه‌زنی بذر است که با محدود کردن جذب آب و اکسیژن و همچنین تولید و نگهداری بازدارنده‌های شیمیایی، به میزان زیادی از جنین در مقابل شرایط نامساعد محیطی محافظت می‌کند (۲۴). طبق نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، تیمار خراش‌دهی سخت با کاغذ سمباده سبب شکسته شدن خواب پوسته بذر و بیشترین درصد جوانه‌زنی (۷۶ درصد) در بذور زنبق مردابی شد. خراش دهی با کاغذ سمباده سبب برداشته شدن نوک میکروپیلار شده، به این ترتیب عامل بازدارنده جوانه‌زنی حذف شد و جنین در تماس مستقیم با محیط کشت قرار گرفته و درصد جوانه‌زنی افزایش پیدا کرد.

برای از بین بردن پوسته سخت بذر از خراش‌دهی شیمیایی (حذف پوسته سخت بذر با غلظت‌های مختلف NaOH) استفاده شد. بذرهای زنبق مردابی تیمار شده با NaOH (۲۰ مولار) بیشترین درصد جوانه‌زنی (۶۲ درصد) را در مقایسه با سایر غلظت‌ها نشان دادند. استفاده از محلول NaOH برای شکستن خواب بذر در مطالعات قبلی روی گونه‌های *Iris lacteal* (۴۰) و *Zoysia japonica* (۱۴) گزارش شده است.

وو و همکاران (۴۳) دریافتند که پوسته خارجی بذرهای گونه‌های *I. lortiti* و *I. confuse* محتوی ترکیبات سمی برای جوانه‌زنی هستند. باسکین و همکاران (۲) دریافتند که علت اصلی خواب بذور زنبق، پتانسیل رشد کم جنین‌ها و عدم توانایی آن‌ها برای غلبه بر مقاومت مکانیکی پوسته سخت بذر است. عدم نفوذپذیری پوسته بذر به آب و تبادلات گازی نشان دهنده بازدارنده‌های فیزیکی و بیوشیمیایی در پوسته بذر است (۳). تیمار با NaOH سبب نرم شدن و از بین رفتن پوسته سخت بذر، و افزایش نفوذپذیری آب و تبادلات گازی شده، و جوانه‌زنی بذر را به دنبال دارد.

طبق بررسی‌های انجام شده، مشخص گردید گونه‌ای که در این تحقیق استفاده گردید نیاز به سرمادهی نداشته و می‌توان با استفاده از تیمارهای شیمیایی یا مکانیکی، جوانه‌زنی بذر را در این گونه به میزان زیادی افزایش داد.

جدول ۱- تجزیه واریانس درصد جوانه‌زنی زنبق مردابی در خراش‌دهی مکانیکی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۳	۰/۲*
خطا	۱۶	۰/۰۰۲
%CV	۵/۶۹ (پنج و شصت و نه صدم)	

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

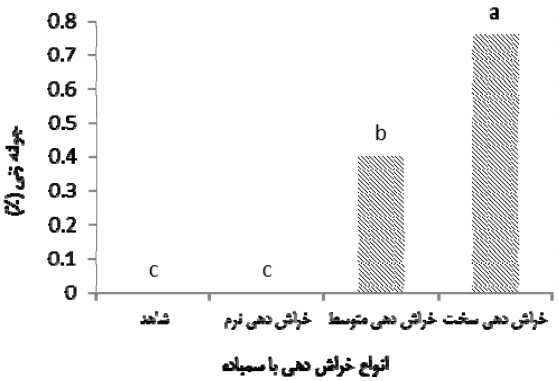
با توجه به اینکه تیمار مکانیکی نیاز به استفاده از مواد شیمیایی مثل NaOH یا H_2SO_4 ندارد و با توجه به این‌که استفاده از مواد شیمیایی هزینه بر می‌باشد، روش‌های مکانیکی برای القای جوانه‌زنی

طبق یافته‌های این تحقیق روش مناسبی به نظر می‌رسد.

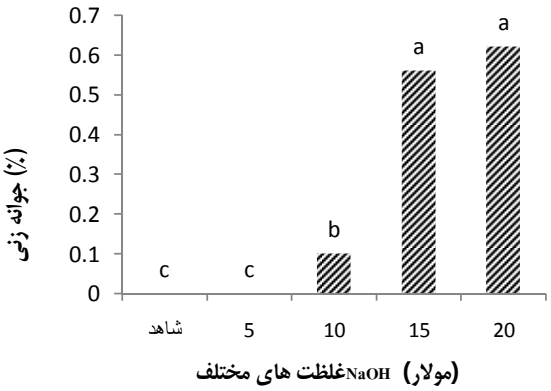
جدول ۲- تجزیه واریانس درصد جوانه‌زنی زنبق مردابی در خراش‌دهی شیمیایی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۴	۰/۱۵*
خطا	۲۰	۰/۰۰۲
%CV	۵/۳ (پنج و سه دهم)	

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد



شکل ۱- اثر خراش‌دهی مکانیکی بر جوانه‌زنی بذر زنبق مردابی



شکل ۲- اثر خراش‌دهی شیمیایی بر جوانه‌زنی بذر زنبق مردابی

اثر تنظیم‌کننده‌های رشد بر کشت درون شیشه‌ای دانهال‌های بذری زنبق مردابی

علائم اختصاری D_1, D_2, D_4 به ترتیب غلظت‌های ۱،۲ و ۴ میلی‌گرم بر لیتر 2,4-D ، T1, T2, T4 به ترتیب غلظت‌های ۱، ۲ و ۴ میلی‌گرم بر لیتر تیدیازورون، P1, P2, P4 به ترتیب غلظت‌های ۱،۲ و ۴ میلی‌گرم بر لیتر پیکلرام، B1, B2, B4 به ترتیب غلظت‌های ۱،۲ و ۴ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آدنین و Ctrl، شاهد می‌باشد.

اثر غلظت‌های مختلف پیکلرام و بر پارامترهای رشد کالوس

قطعات کشت شده هیپوکوتیل زنبق مردابی در هر دو تیمار هورمونی بکار رفته تمایل به تشکیل کالوس از خود نشان دادند. در این آزمایش از محیط پایه MS حاوی غلظت‌های متفاوتی از 2,4-D و پیکلرام استفاده شد. پس از گذشت دو ماه، تشکیل کالوس روی قطعات کشت شده در تمامی محیط‌های کشت بکار رفته بجز محیط‌های فاقد هورمون قابل مشاهده بود. بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول۳) اثر تیمارهای هورمونی بکار رفته برتمامی صفات اندازه‌گیری شده (درصد کالوس‌زایی، قطر و وزن کالوس) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌های انجام شده نشان داد، از میان سطوح هورمونی به‌کار برده شده، غلظت ۴ میلی‌گرم بر لیتر پیکلرام بهترین نتیجه را در ارتباط با صفات اندازه‌گیری شده ایجاد کرد. این در حالی بود که در 2,4-D کمترین غلظت (۱ میلی‌گرم بر لیتر)، نتیجه مطلوب‌تری را در این صفات نشان داد و با غلظت ۴ میلی‌گرم بر لیتر پیکلرام اختلاف معنی‌داری نداشت. در ارتباط با صفت درصد کالوس‌زایی، بیشترین درصد کالوس‌زایی (۸۴ درصد) در غلظت ۴ میلی گرم بر لیتر پیکلرام حاصل شد و با غلظت ۲ میلی‌گرم بر لیتر اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین بین غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌گرم بر لیتر پیکلرام، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در درصد کالوس‌زایی مشاهده نگردید (شکل ۳). پس از تیمار ریزنمونه‌ها، حدود یک ماه پس از کشت، ریزنمونه‌ها نسبت به تیمارهای پیکلرام واکنش نشان دادند. شروع واکنش با متورم شدن ریزنمونه همراه بود و نهایتاً دو ماه بعد از کشت کالوس تشکیل شد. کلیه غلظت‌های به کار رفته پیکلرام باعث القای کالوس در ریزنمونه‌های مورد آزمایش شدند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در صفت وزن کالوس بین غلظت‌های استفاده شده پیکلرام تفاوت معنی‌داری وجود داشت. مقایسه میانگین‌های انجام شده نشان داد که بیشترین وزن کالوس در غلظت ۴ میلی‌گرم بر لیتر پیکلرام حاصل شد و با کاهش غلظت، وزن تر کالوس نیز کاهش یافت (شکل ۴). نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر نشان دهنده افزایش کالوس‌زایی، با افزایش غلظت پیکلرام بود که با نتایج آزمایشات زیر مطابقت دارد. سنر و همکاران (۳۶) اثر غلظت‌های متفاوت پیکلرام را در ارقام جو بررسی کرده و اظهار داشتند که با افزایش غلظت این هورمون از ۲/۵ به ۷ میلی‌گرم بر لیتر درصد کالوس‌زایی افزایش یافت. کیم و همکاران (۲۵) با استفاده از غلظت‌های مشابه این آزمایش، ایجاد کالوس‌های جنین‌زا را در سوسن

شرقی[1] گزارش کردند. کدرا و بچ (۲۳) القای کالوس را در *Lilium martagon* بررسی کردند. آن‌ها گزارش کردند که القای کالوس از ریزنمونه‌های هیپوکوتیل کشت شده در محیط کشت حاوی ۵–۰/۵ میکرومولار پیکلرام ۱۰۰–۸۰ درصد بود. اثر مثبت پیکلرام بر القای کالوس قبلاً در تک لپه‌ای‌ها گزارش شده بود. غلظت‌های پایین پیکلرام سبب ایجاد کالوس‌های سفید و دانه دانه در دانهال‌های کشت شده *Lilium longiflorum* گردید (۴۱).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که بین سه غلظت استفاده شده 2,4-D، غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین وزن تر را در مقایسه با سایر غلظت‌ها داشت و با افزایش غلظت 2,4-D از وزن تر کالوس‌ها کاسته شد (شکل ۴). غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر 2,4-D بیشترین درصد کالوس‌زایی (۷۳ درصد) را داشت اما بین سایر غلظت‌ها (۲ و ۴ میلی‌گرم بر لیتر) از نظر درصد کالوس‌زایی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۳). با توجه به نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، غلظت‌های پایین‌تر 2,4-D بیشترین درصد کالوس‌زایی را به همراه دارند و با افزایش غلظت 2,4-D کالوس‌زایی کاهش پیدا می‌کند که این یافته با نتایج جورموویک و رادوجویک (۲۱) مطابقت داشت. آن‌ها بیشترین سرعت القای کالوس را در *Iris pumila* در محیط کشت حاوی ۱ میلی‌گرم بر لیتر 2,4-D بدست آوردند. بولتنکوف و همکاران (۷) بیشترین درصد القای کالوس را در *Iris ensata* در محیط کشت حاوی ۲–۱ میلی‌گرم بر لیتر 2,4-D گزارش کردند. کیم و همکاران (۲۶) القای کالوس را از ریزنمونه‌های مختلف در *Iris pseudacorus* بررسی کردند. این محققین گزارش کردند که بیشترین کالوس‌های القا شده از ریزنمونه‌های ریشه در حضور ۴/۵۲ مایکرومولار 2,4-D حاصل شد و 2,4-D برای القای کالوس در این گیاه مؤثر بود. طبق یافته‌های حاصل از پژوهش حاضر بیشترین قطر کالوس در غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر 2,4-D به‌دست آمد که با نتایج فوق مطابقت داشت. به طور کلی اکسین‌ها، معمولاً 2,4-D در دامنه غلظت ۳–۱ میلی‌گرم بر لیتر برای القای کالوس ضروری هستند (۱۵). نتایج حاصل از این بررسی نیز نشان‌دهنده ضرورت وجود 2,4-D در محیط کشت برای القای کالوس است. رادوجوویک و سوبوتیک (۳۳) گزارش کردند که وجود 2,4-D برای القای کالوس و جنین‌زایی در *Iris pumila* ضروری است. شیبلی و آجلونی (۳۷) گزارش کردند که غلظت‌های بالای 2,4-D در تشکیل کالوس در کشت سوسپانسیون سلولی زنبق سیاه اثر بازدارنده دارد. کومار و روپاواتی (۲۷) گزارش کردند که، معمولاً 2,4-D به عنوان قوی‌ترین اکسین مطرح است و مشخص شده است که استفاده از مقادیر بالای اکسین طویل شدن سلول و افزایش تقسیم سلولی را سبب می‌شود، اما در این تحقیق ملاحظه گردید که افزایش غلظت این هورمون نه‌تنها افزایش تولید کالوس را به دنبال نداشت، بلکه خود عاملی جهت تخریب ریزنمونه نیز بود که این امر با یافته‌های این محققین مطابقت نداشت. شدت تکثیر کالوس به حدی بود که پس از مدتی بافت کالوس تمام ریزنمونه را در بر گرفت. تحریک تولید و تکثیر کالوس اگرچه در قسمت انتهای پایینی هیپوکوتیل بیشتر بود اما در تمام بخش‌های ریزنمونه با هم شروع شد.

استفاده از گیاهان کشت شده در شرایط درون شیشه‌ای برای القای کالوس بسیار سودمند است. آن‌ها مشکلات ضدعفونی کردن گیاه مادری را ندارند (۲۱). با این‌که کشت بافت در تک لپه‌ای‌ها به مراتب سخت‌تر از دو لپه‌ای‌ها می‌باشد، اما باززایی به نوع اندام، میزان هورمون، سن اندام یا بافت بسیار وابسته است. برای مثال، گل‌های نابالغ بهترین نوع ریزنمونه جهت باززایی در گیاه *Iris ensata* بوده است (۱۸). در انگیزش کالوس نیز قسمت‌های نابالغ مثل قاعده برگ‌های جوان مناسب‌تر می‌باشد. از میان تنظیم‌کننده‌های رشد، نقش 2,4-D به عنوان یک اکسین پایدار در انگیزش و رشد کالوس در زنبق شناخته شده است (۷).

هورمون‌های گیاهی اثر مهمی بر کشت بافت دارند. بعد از اینکه آن‌ها وارد چرخه تقسیم سلول شدند، سبب تمایز بافت و اندام می‌شوند.کالوس‌زایی در بسیاری از گونه‌های گیاهی با افزودن اکسین‌های خارجی مانند، 2,4-D، IBA و NAA به محیط کشت القا می‌شود. نوع و سطوح اکسین مورد استفاده روی پاسخ درون شیشه‌ای اثر می‌گذارد، اگرچه ژنوتیپ و مرحله رشدی ریزنمونه هم فاکتورهای مهمی جهت حصول نتیجه رضایت بخش هستند (۱۰). در بین هورمون‌های مختلفی که برای القاء و رشد کالوس استفاده می‌شود، اکسین را جزء مؤثرترین هورمون‌ها دانسته واثبات کرده‌اند در بین اکسین‌های مختلف، 2,4-D بهترین نتیجه را برای القاء و تکثیر کالوس دارد (۱۹). با افزایش غلظت 2,4-D در محیط کشت، افزایش تقسیمات سلولی در سطوح زخمی و در نتیجه افزایش وزن تر کالوس‌ها مورد انتظار خواهد بود. تاثیر مثبت 2,4-D در القا و رشد کالوس دارای یک حد آستانه است و پس از این حد، افزایش غلظت این هورمون در محیط کشت اثر بازدارندگی در تقسیم سلولی خواهد داشت، در نتیجه موجب کاهش وزن تر کالوس خواهد شد. چنان که از نتایج این بررسی برمی‌آید، غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر 2,4-D اثر تقویت کننده و بیش از آن (۴ میلی‌گرم بر لیتر) اثر بازدارنده در افزایش وزن کالوس داشت. همچنین حداکثر کالوس‌زایی در غلظت ۱ میلی گرم در لیتر هورمون 2,4-D مشاهده شد و با افزایش غلظت به ۴ میلی‌گرم بر لیتر کالوس‌زایی کاهش یافت.

در این آزمایش اثر واضح اکسین‌ها در محیط کشت بر القا و پرآوری کالوس مشاهده شد. پیکلرام در کشت بافت برای القا یا

1- Easter lili

نگهداری کالوس‌ها استفاده می‌شود. در تحقیق حاضر اضافه کردن پیکلرام (۴ میلی‌گرم بر لیتر) به محیط کشت، بیشترین درصد کالوس‌زایی را داشت.

نتایج متفاوتی گزارش شده که پیکلرام سریع‌تر از 2,4-D سبب کالوس‌زایی، القای جنین و نگهداری جنین‌های ایجاد شده در *Gasteria* و *Howarthia* شد (۳). از طرف دیگر کالوس‌زایی توسط پیکلرام در نیشکر نسبت به 2,4-D کندتر بود (۱۳) و 2,4-D در مقایسه با سایر اکسین‌ها در کشت نارگیل مؤثرتر بود (۴). این نتایج احتمالاً به علت تفاوت بین گیاهان یا ریزنمونه‌های مورد استفاده است.

در تحقیق حاضر اثر هورمون‌های 2,4-D و پیکلرام بر القای کالوس در ریزنمونه‌های حاصل از دانهال‌های بذری زنبق مردابی بررسی شد و نتایج نشان دهنده ضرورت وجود اکسین‌ها برای القای کالوس است. اگرچه درصد القای کالوس در 2,4-D و پیکلرام متفاوت بود اما تفاوت معنی‌داری بین این دو اکسین وجود نداشت. غلظت‌های بالای 2,4-D کاهش درصد تشکیل کالوس را نشان دادند که با نتایج چن و همکاران (۸) مطابقت دارد. در مقابل، غلظت‌های بالای پیکلرام برای القای کالوس از دانهال‌های زنبق مناسب بود که با نتایج هو و واسیل (۱۵) مطابقت دارد. مشابه نتایج بدست آمده از مطالعات چنگالرایان و همکاران (۹)، تفاوت مورفولوژیکی بین کالوس‌های القا شده توسط 2,4-D و پیکلرام مشاهده نشد. در هر حال مقدار تولید کالوس به میزان زیادی به غلظت 2,4-D و پیکلرام بستگی دارد.

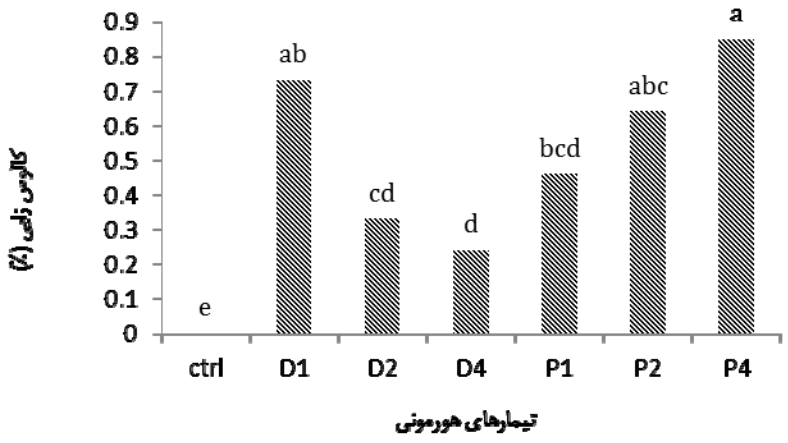
اثر غلظت‌های مختلف TDZ و BA بر پارامترهای رشد گیاهچه

به‌منظور بررسی اثر هورمون‌های سایتوکینین بر ویژگی‌های رشدی گیاهچه، هیپوکوتیل گیاهچه‌های حاصل از رشد بذر در محیط کشت MS حاوی غلظت‌های متفاوتی از TDZ و BA قرار گرفتند. قطعات کشت شده هیپوکوتیل زنبق مردابی در هر دو تیمار هورمونی بکار رفته برگ تولید کردند بدون اینکه ریشه‌ای تولید شود. پس از گذشت ۲ ماه، برگ‌های جدید روی قطعات کشت شده در تمامی محیط‌های کشت بکار رفته قابل مشاهده بود. بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) اثر تیمارهای هورمونی بکار رفته برتمامی صفات اندازه‌گیری شده (تعداد برگ، طول برگ و وزن تر برگ) در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌های انجام شده نشان داد، از میان سطوح هورمونی به‌کار برده شده، غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر BA بهترین نتیجه را در ارتباط با همه صفات اندازه‌گیری شده ایجاد کرد.

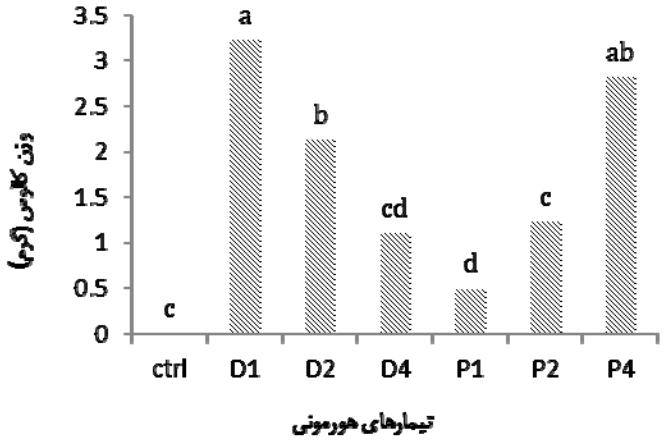
جدول۳- تجزیه واریانس اثر 2,4-D و پیکلرام بر صفات درصد کالوس‌زایی، وزن و قطر کالوس در زنبق مردابی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		قطر کالوس	وزن کالوس	درصد کالوس‌زایی
تیمار	۶	۰/۱۳**	۰/۷۸**	۰/۱**
خطا	۲۱	۰/۰۰۷	۰/۰۳	۰/۰۱
%CV		۸/۵۴ (هشت و پنجاه و چهار صدم)	۱۴/۱۶ (چهارده و شانزده صدم)	۱۰/۳۴ (ده و سی و چهار صدم)

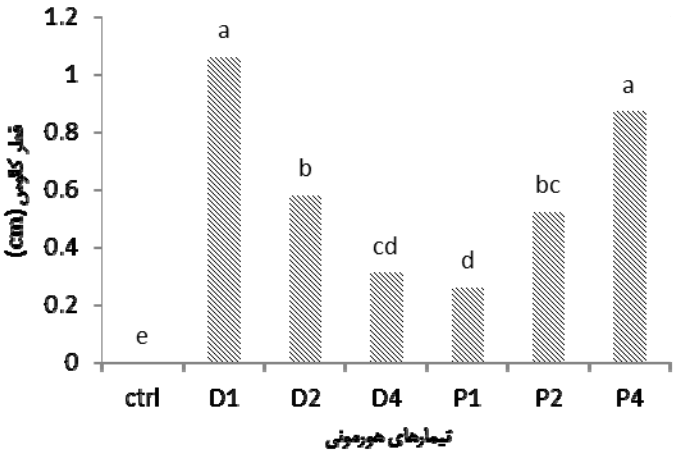
** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد



شکل ۳- اثر پیکلرام و 2,4-D بر درصد کالوس‌زایی از هیپوکوتیل حاصل از بذر زنبق مردابی



شکل ٤- اثر پیکلرام و 2,4-D بر وزن کالوس حاصل از هیپوکوتیل زنبق مردابی



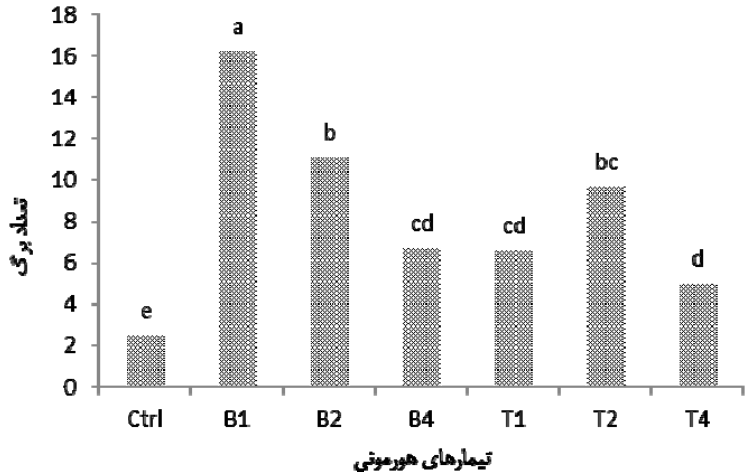
شکل ٥- اثر پیکلرام و 2,4-D بر قطر کالوس حاصل از هیپوکوتیل زنبق مردابی

این در حالی بود که غلظت ۲ میلی‌گرم بر لیتر TDZ در صفت تعداد برگ بهترین نتیجه را نشان داد اما با غلظت ۲ میلی‌گرم بر لیتر BA اختلاف معنی‌داری نداشت. در صفات طول برگ و وزن تر برگ، غلظت ۲ میلی‌گرم بر لیتر TDZ با غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر اختلاف معنی‌داری نداشت اما در صفت وزن تر برگ با غلظت ۲ میلی‌گرم بر لیتر BA اختلاف معنی‌داری داشت. نتایج حاصل از پژوهش دامیرالی و همکاران (۱۲) برکشت درون شیشه‌ای انجیر خوراکی حاکی از آن بود که استفاده از ۱ میلی‌گرم بر لیتر BA بهترین غلظت در شرایط کشت درون شیشه‌ای انجیر بود که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. نتایج مشابهی در کشت درون شیشه‌ای انار توسط نایک و همکاران با غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر BA مشاهده شد. نتایج بدست آمده از پژوهش ریکاپلونس و کورک (۳۵) بر ریزازدیادی فیکوس بنجامین نشان داد که استفاده از ۳ میلی‌گرم بر لیتر BA بهترین غلظت در شرایط رشد درون شیشه‌ای این گیاه بود که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی ندارد. اختلاف ژنتیکی بین گونه‌های زنبق و فیکوس بنجامین می‌تواند از دلایل عدم این همخوانی باشد. معمولا با افزایش غلظت سایتوکینین‌ها در محیط کشت، تعداد شاخساره افزایش می‌یابد اما در این آزمایش با افزایش غلظت BA پرآوری کاهش یافت که با نتایج مجیب و پال (۳۲) مطابقت دارد. این محققین اظهار داشتند که در بین غلظت‌های مختلف هورمون BA کمترین غلظت این هورمون (۱ میلی‌گرم بر لیتر) سبب تولید بیشترین تعداد شاخساره شد. شمارش تعداد برگ گیاهچه نشان داد که تیمار ۱ میلی‌گرم بر لیتر BA با میانگین ۱۶ برگ بیشترین تعداد برگ را دارا بود که با سایر تیمارها در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین آن در شاهد با میانگین ۲ برگ مشاهده شد و با افزایش غلظت از تعداد برگ‌ها کاسته شد.

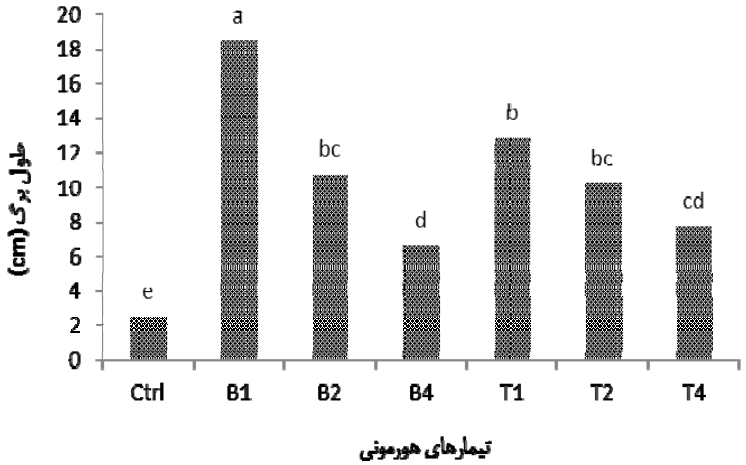
جدول۵- تجزیه واریانس اثر TDZ و BA بر صفات طول، وزن و تعداد برگ در زنبق مردابی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		طول برگ	وزن برگ	تعداد برگ
تیمار	۶	۲/۷۳**	۰/۱۵**	۲/۳۷**
خطا	۲۱	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۱۳
%CV		۱۱/۲۱ (یازده و بیست و یک صدم)	۹/۵۹ (نه و پنجاه نه صدم)	۶/۱۲ (شش و دوازده صدم)

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱درصد



شکل ٦- اثر TDZ و BA بر تعداد برگ حاصل از هیپوکوتیل زنبق مردابی



شکل ۷- اثر TDZ و BA بر طول برگ حاصل از هیپوکوتیل زنبق مردابی

بیشترین طول برگ در تیمار BA با غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد که با همه تیمارهای استفاده شده اختلاف معنی‌داری داشت (شکل های ۸-۳). برخی از محققین غلظت‌های بالاتری از سایتوکینین‌ها را برای افزایش تعداد شاخساره پیشنهاد کردند، اما تحقیق حاضر نشان داد که غلظت‌های بالای TDZ یا BA (۴ میلی‌گرم بر لیتر) نه‌تنها موجب افزایش پرآوری نگردید بلکه کاهش رشد گیاهچه را به‌دنبال داشت. مالیک و ساکسنا (۲۹) گزارش کردند که غلظت‌های بالای TDZ باززایی شاخه را کاهش می‌دهد و سبب ایجاد شاخه‌های رشد نکرده می‌شود که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. دفالا و همکاران (۱۱) اثر غلظت‌های متفاوت TDZ، 2,4-D و

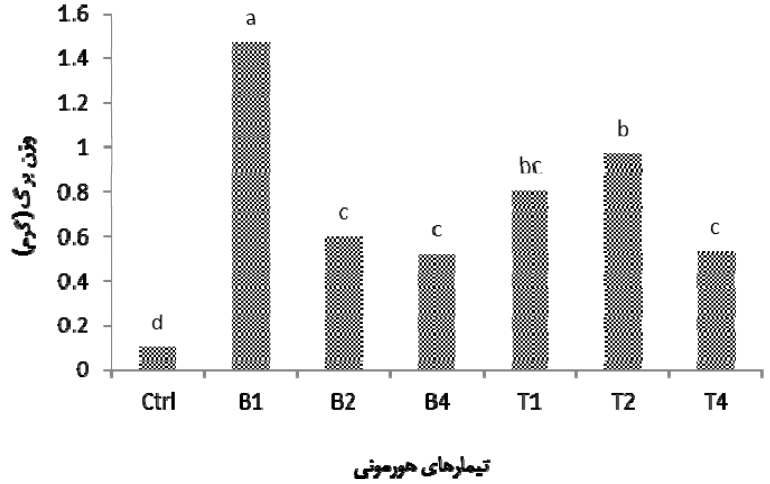
BA را بر باززایی در گیاه *Boscia senegalensis* بررسی کردند. آنها گزارش کردند که BA از طریق اندام‌زایی مستقیم و تشکیل شاخه‌های انتهایی سبب تولید شاخساره‌های نابجا شد. TDZ و 2,4-D هر دو تمایل به تشکیل کالوس داشتند. این تفاوت‌ها ناشی از غلظت هورمون مورد استفاده، مدت زمان قرار گرفتن ریزنمونه در محیط کشت حاوی هورمون، نوع ریزنمونه کشت شده و گونه می‌باشد.

ژنگ و همکاران (۴۵) گزارش کردند که سایتوکینین‌ها باززایی در تک لپه‌ای‌ها را کنترل می‌کنند. بولتنکوف و همکاران (۵) گزارش کردند که BA توسعه اندام‌های گل‌دار را در چندین گونه از زنبق بهبود بخشید. نتایج حاصل از آزمایش آنها نشان‌دهنده نقش کلیدی این هورمون در توسعه مستقیم ساختارهای نابه‌جا از بافت‌های گل‌دار در گونه‌های مورد مطالعه است. فوجینو و همکاران (۱۱) تکثیر زنبق هلندی[1] را توسط کشت اندام‌های مختلف بررسی کردند. آنها گزارش کردند که تشکیل جوانه و شاخساره و وزن تر گیاهچه‌ها در محیط حاوی ۱ میلی‌گرم بر لیتر BA و ۸ میلی‌گرم بر لیتر آدنین افزایش یافت که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. به‌نظر می‌رسد BA در حفظ مقادیر کافی از هورمون‌های ضروری برای اندام‌زایی مناسب در بافت ریزنمونه، نقش دارد (۱۱). شیبلی و آجلونی (۳۷) گزارش کردند که BA مناسب‌ترین سایتوکینین برای القای شاخه در زنبق‌هاست که با نتایج حاصل از مطالعه حاضر مطابقت دارد. با توجه به شکل‌های ۶ و ۷ بیشترین شاخه‌زایی در تیمار با غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر BA حاصل شد.

سایتوکینین‌ها، گروهی از هورمون‌های گیاهی با اثر محرک رشد به‌شمار می‌روند که در تنظیم فرآیندهای مختلف رشد و نمو حائز اهمیت هستند (۱۷). حضور سایتوکینین‌ها در محیط کشت برای باززایی گیاهان در شرایط درون شیشه‌ای ضروری است، زیرا این هورمون‌ها برای بیان ژن‌های مناسب برای تمایزیابی جوانه‌های ساقه ضروری هستند (۱۵). توانایی سایتوکینین‌های مختلف در القای شاخساره را می‌توان به فاکتورهایی از قبیل پایداری، تحرک و سرعت ترکیب و اکسیداسیون هورمون نسبت داد، بنابراین به نظر می‌رسد شرایط هورمونی فاکتور تعیین کننده برای افزایش موفقیت آمیز تشکیل جوانه‌های نابجا و پرآوری شاخساره باشد (۱۱).

شایان ذکر است که تعیین مناسب‌ترین نوع و غلظت تنظیم کننده‌های رشد در محیط کشت یکی از مهمترین نشانه‌های موفقیت در ریزازدیادی در میان سایر فاکتورها است (۳۸). یافتن غلظت‌های مناسب هورمونی جهت مراحل باززایی و پرآوری مستلزم درنظر گرفتن مزایا و معایب استفاده از غلظت‌های هورمونی بالاست، زیرا اگرچه در مواردی غلظت‌های بالای هورمونی کمک به تسریع باززایی یا افزایش شاخه‌زایی می‌کنند اما گاهی موجب بدشکل شدن گیاهان تولید شده می‌شوند.

بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان اظهار داشت که کاربرد هورمون BA برای افزایش تعداد برگ و طول برگ مناسب می‌باشد و تاثیر مطلوب‌تری نسبت به TDZ در باززایی زنبق دارد.



شکل ۸- اثر TDZ و BA بر وزن تر برگ حاصل از هیپوکوتیل زنبق مردابی

منابع

۱- پیری خ. و نظریان فیروزآبادی ف. ۱۳۸۸. راهنمای کشت بافت گیاهان. انتشارات بوعلی سینا.

1- *Iris hollandica*

2- Baskin J.M., and Baskin C.C. 2003. New approaches to the study of the evolution of physical and physiological dormancy, the two most common classes of seed dormancy on the earth. The Biology of Seeds,4: 371-380.
3-Beyl C.A., Sharma G.C. 1983. Picloram induced somatic embryogenesis in Gasteria and Haworthia. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 2: 123-132.
4- Blake J., Eeuwens C.J. 1982. Culture of coconut palm tissues with a view to vegetative Propagation. Springer, 9: 145-148.
5- Boltenkov E.V., Rybin V.G. and Zarembo E.V. 2003. Specific Features of cultivation of *Iris ensata* Thunb. Callus Tissue. Applide biochemistry and microbiology, 40(2): 206-212.
6- Boltenkov E., Zarembo E. 2005. *In vitro* regeneration and callogenesis in tissue culture of floral organs of the genus Iris (Iridaceae). Biology Bulletin, 32 (2): 138-142.
7- Boltenkov E. V., Mironova L. N. and Zarembo E. V. 2006. Effect of Phytohormones on Plant Regeneration in callus culture of *Iris ensata* Thunb. Plant Physiology, 34: 446-450.
8- Chen W.H., Davey M.R., Power J.B. and Cocking E.C. 1988. Control and maintenance of plant-regeneration in sugarcane callus cultures. Journal of Experimental Botany, 39:251-261.
9- Chengalrayan K., Abuzid A. and Gallo-Meagher M. 2005. *In vitro* regeneration of plants from sugarcane seed-derived callus. *In vitro* Cellular & Developmental Biology, 41:477-482.
10- Ciomas J., Reflini K., Iswandar E. and Forster P. 2011. Effects of Picloram in Inflorescence culture of Oil Palm. Plant Cell Tiss Organ Culture, 10: 71-78.
11- Daffalla H., Abdellatef E., Elhadi A. and Khalafalla M. 2010. Effect of Growth Regulators on *In Vitro* Morphogenic Response of *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. Poir. Using Mature Zygotic Embryos Explants. Biotechnology Research International, 1-8.
12- Demiralay A., Yalcin-Mendi Y., Aka-kacar Y. and Cetiner S. 1998. *In vitro* propagation of *Ficus Carica* L. var. Bursa siyahi through meristem culture. Acta Horticulture, 480: 165-167.
13- Fitch M. M., Moore P. H. 1990. Comparison of 2,4-D and picloram for selection of long-term totipotent green callus cultures of sugarcane. Plant Cell Tiss. Organ Cult. 20:157–163.
14- Han J.G., Ni X.Q., Mao P.S., Pu X.C., and Du G.P. 1996. Method to break dormancy in *Zoysia japonica* seed. Acta Agrestia Sinca, 4: 246-250.
15- Ho W. J., Vasil I. K. 1983. Somatic embryogenesis in sugarcane (*Sacharrum officinarum* L.). I. The morphology and ontogeny of somatic embryos. Protoplasma, 118:169-180.
16- Huang X.Q., Wei Z.M, 2004. High-frequency plant regeneration through callus initiation from mature embryos of maize (*Zea Mays* L.). Plant Cell Report, 22:793-800.
17- Johri M.M., Mitra D. 2001. Action of plant hormones. Current Science, 80(2); 199-205.
18- Ichihashi S., Kato S. 1986. Clonal Propagation of *Iris kaempferi* by means of flower organ culture. Bulltein Aichi University Edu, 35: 135-143.
19- Jarvis B.C., Yasmin S. 1987. Plant growth regulators and adventitious root development in relation to auxin. Biologia Plantarum, 29: 189-198.
20-Jehan H., Courois D., Ehret C., Lerch K. and Petiard V. 1994. Plant regeneration of *Iris pallida* Lam. and *Iris germanica* L. via somatic embryogenesis from leaves, apices and young flowers. Plant Cell Reports, 13: 671-675.
21- Jevremovic S., Radojevic L. 2002. Plant regeneration from suspension cultures of *Iris pumila* L. Acta Horticulture, 572: 59-65.
22- Kamo K. Chen J. and Lawson R. 1990. The establishment of cell suspension cultures of gladiolus that regenerate plants, *in vitro* cell development. Biol. Plant. 26: 425- 430.
23- Kedra M., Bach A. 2004. Morphogenesis of *Lilium martagon* L. explants in callus culture. Acta Biologica, 47: 65-73.
24- Keshtkar A.R., Keshtkar H.R., Razavi S.M., and Dalfardi S. 2008. Methods to break seed dormancy of *Astragalus cyclophyllon*. African Journal of Biotechnology, 7(21): 3874-3877.
25- Kim S.K., Lee J.S., Haung K.H. and Ahn B.J. 2003. Utilization of embryogenic cell cultures for the mass production of bulblets in oriental and easter lilies. Acta Horticulture, 625: 253-259.
26- Kim T., Ahn C., Bae K. and Choi V. 2009. The embryogenic competency and morphological changes during somatic embryogenesis in *Iris pseudacorus*. Korean Society for Plant Biotechnology and Springer, 3: 251-257.
27- Kumar S., Kashyap M. and Sharma D. R. 2005. *In vitro* regeneration and bulblet growth from lily bulbscale explants as affected by retardants, sucrose and irradiance. Biologia Plantarum. 49(4): 629 - 632.
28- Kumar O., Rupavati T. 2002. *In vitro* inductiom of callusogenesis in chilli peper (*Capsicum annum* L.). International Journal Of Current Reseaech, 3: 42-45.
29- Malik K.A., Saxena P.K. 1992. Thidiazuron induces high frequency of shoot regeneration in intact seedlings of pea (*Pisum sativum*), chickpea (*Cicer arietinum*) and lentil (*Lens culinaris* Medik). Australian Journal of Plant

Physiology, 19: 731-740.
30- Mares D.J. 2005. Quarterly reports on plant growth regulation and activities of the PGRSA. 32nd Annual conference the Plant Growth Regulation Society of America, 33(2): 78-89.
31- Mielke K.A. and Anderson W.C. 1989. *In vitro* bulblet formation in Dutch Iris. Hort science, 24: 1028-1031.
32- Mujib A., Pal A.K. 1995. Inter-varietal variation in response to *in vitro* cloning of carnation. Crop Research, 10: 190-194.
33- Radojevic L., Subotic A. 1992. Plant regeneration of *Iris setosa* Pall. through somatic embryogenesis and organogenesis. J. Plant Physiology, 139: 690-696.
34- Ramey V. 2001. *Iris pseudacorus*. Center for aquaticand Invasive Plants, University of Florida.
35- Rzepka-Plevnes D., Kurek J. 2001. The influence of media composition on the proliferation and morphology of *Ficus benjamina* plantlets. Acta Horticulture, 560: 473-476.
36- Şener O., Can E., Arslan M. and Çeliktaş N. 2008. Effects of genotype and picloram concentrations on callus induction and plant regeneration from immature inflorescence of spring barley cultivars *(Hoerdeum vulgare* L.). Biotechnology & Biotechnological Equipment, 22: 915-920.
37- Shibli R.A., Ajlouni M.M. 2000. Somatic embryogenesis in the endemic black iris. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 61: 15-21.
38- Shimizu S., Tanaka M. and Mori H. 2009. Auxin-cytokinin interactions in the control of shoot branching. Plant Molecular Biology, 69(4): 429-435.
39- Stoltz L.P. 1968. Iris seed dormancy. Physiol. Plant. 21: 1328-1331.
40- Sun Y., Zhang Y. and Wang K. 2006. NaOH scarification and stratification improve germination of *Iris lacteal* var. chinensis seed. Hort Science, 41(3): 773-774.
41- Tribulato A., Remotti P., Loeffler H. and Vantuyl J. 1997. Somatic embryogenesis and plant regeneration in *Lilium longiflorum* Thunb. Plant Cell Reports, 17: 113-118.
42- Villasen˜or CJ., De Lucas MA., Gómez GR. and Mena SJ. 2007. A comparative study of five horizontal subsurface flow constructed wetlands using different plant species for domestic wastewater treatment. Environ Technol. 28: 1333–1343.
43- Wu B.H., Yan J., Zhou Y.H., and Zuo W.X. 1998. Inhibitory effects of seed coat on seed germination in *Iris confuse* and its hybrid. J. Scichan. Agricultural Science in Finland, 16(3): 337-340.
44- Zare S., Tavili A.and Darini M. 2010. Effects of different treatments on seed germination and breaking seed dormancy of *Prosopis koelziana* and *Prosopis Juliflora*. Journal of Forestry Research, 22(1): 35-38.
45-Zheng S., Henken B., Sofiari E., Keizer P., Jacobsen E., Kik C. and Krens F. 1999. Effect of cytokinins and Lines on Plant Regeneration from Long-Term callus and Suspension cultures of *Allium cepa*, L. Euphytica, 108: 83-90.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۸۶-۷۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 79-86
ISSN: 2008 - 4730

ارزیابی تأثیر روش ضدعفونی ونوع بسته‌بندی برشاخص‌های کیفی رطب رقم برحی (*Phoenix dactylifera* cv. Barhee)

فاطمه روشنی[۱]- سیدمحمدحسن مرتضوی[۲*]- احمد مستعان[۳]- ناجی صیاحی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۴/۱۸

چکیده

رقم برحی یکی از مهم‌ترین ارقام تجاری خرما می‌باشدکه تولید آن در ایران عمدتاً در استان خوزستان صورت می‌گردد. این رقم در هر سه مرحله پایانی نمو به‌ویژه مرحله رطب، طرفداران زیادی دارد. بافت میوه خرما در مرحله رطب نرم بوده و به علت رطوبت و قند بالا، خیلی زود توسط میکروارگانیسم‌ها آلوده شده و عمر نگهداری کوتاهی دارد. استفاده از روش‌های نوین جهت ضدعفونی و بسته‌بندی مناسب می‌تواند با کاهش این محدودیت‌ها، سبب گسترش بازار مصرف این محصول با ارزش شود. در این پژوهش میوه‌های خرمای رقم برحی در مرحله رطب برداشت و پس از ضدعفونی به دو روش پاستوریزاسیون با حرارت و پرتودهی فرابنفش در بسته‌های از جنس پلی‌پروپیلن به دو روش کاملاً بسته (سیل) و منفذدار بسته‌بندی شدند. میوه‌ها در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و پس از گذشت سه ماه از نظر خصوصیات بیوشیمیایی و کیفی شامل درصدکاهش وزن، درصد آب بافت، غلظت مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، غلظت ترکیبات فنولی، میزان کلنی کپک رشد یافته و رنگ ظاهری آنالیز شدند. این پژوهش بصورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار طراحی و اجرا شد. نتایج نشان دادکه ضدعفونی میوه‌ها به هر دو روش سبب کنترل قابل توجه بار میکروبی میوه رطب گردید و میوه‌های ضدعفونی شده با پرتو فرابنفش، کم‌ترین تغییرات از نظر رنگ سطحی، درصد کاهش وزن، اسیدیته قابل تیتر و غلظت مواد جامد محلول راداشتند. هم‌چنین میوه‌های قرار گرفته در بسته‌بندی سیل کاهش وزن ناچیزی داشته، و به دلیل عدم قرار گرفتن در معرض هوای محیط، از تغییرات رنگ و آلودگی میکروبی ناچیزی برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: خرما، رطب، پرتودهی فرابنفش، پاستوریزاسیون، بسته‌بندی و کیفیت

مقدمه

نخل خرما با نام علمی *Phoenix dactylifera* L.، گیاهی تک‌لپه و بومی نواحی گرم وخشک به شمار می‌آید. میوه خرما از نظر گیاه‌شناسی یک سته تک‌بذر است که از پنج قسمت اصلی اپیکارپ مومی و قابل پوسته شدن، مزوکارپ گوشتی، اندوکارپ الیافی و متمایل به سفید، هسته وکلاهک تشکیل شده است (۱۲). از زمان تلقیح تا رسیدن کامل میوه، حدود ۲۰۰ روز طول می‌کشد، که این دوره نمویی شامل ۵ مرحله مجزا به نام‌های حبابوک، کیمری، خلال، رطب و تمار می باشد. میوۀ خرما درسه مرحله آخر نمو قابل مصرف است ولی مطلوب‌ترین شکل مصرف خرما در بیشتر ارقام، مرحله رطب می‌باشد. در این مرحله میوه نرم، قسمتی از آن تا تماماً قهوه‌ای شده و میزان آب آن به ۴۵-۳۰ درصد کاهش می‌یابد (۸). مهم‌ترین ارقام خرمای ایران که درمرحله رطب مصرف می‌شوند مضافتی، شاهانی و برحی می باشند. رقم برحی[5] یکی از مهم‌ترین ارقام تجاری دنیا و نواحی جنوب‌غرب کشور می باشد که در هر سه مرحلۀ خلال، رطب و تمار قابل مصرف است. میوه در مرحله رطب به علت درصد رطوبت و قند بالا و برخورداری از بافتی نرم، عمر نگهداری کوتاهی داشته و خیلی سریع توسط میکروارگانیسم‌هایی مثل مخمرها و کپک‌ها آلوده می‌گردد (۶). استفاده از مواد شیمیایی و قارچ‌کش‌های سنتزی جهت کاهش بار میکروبی میوه رطب، به علت اثرات باقیمانده این مواد روی میوه و عدم امکان شستشوی میوه در زمان مصرف، امکان‌پذیر نمی‌باشد. بهترین روش برای حفظ طولانی‌مدت رطب

۱و۲- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(* -نویسنده مسئول: Email: mortazavi_mh@scu.ac.ir)
۳- هیات علمی مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری
۴- کارشناس ارشد مؤسسه غذا و داروی استان خوزستان

5- Barhee

برحی، نگهداری آن درون فریزر و خروج آن از فریزر چند ساعت قبل از مصرف می‌باشد که این روش بسیار هزینه‌بر بوده و از نظر اقتصادی برای بسیاری از تولیدکننده‌ها، فروشندگان و مصرف‌کننده‌های محصول قابل استفاده نیست (۷). اگر چه کاهش دمای نگهداری، امکان رشد میکروارگانیسم‌ها بر روی میوه را کاهش می‌دهد ولی نگهداری درون سردخانه (دماهای نزدیک صفر درجه سانتی‌گراد) ماندگاری رطب برحی را حداکثر یک یا چند هفته افزایش می دهد و آلودگی و تغییر طعم میوه به تدریج صورت می گیرد (۱۲). بر همین اساس تعریف واعمال تیمارهایی که به کمک آن‌ها بتوان از آلودگی و بار میکروبی میوه‌ها کاست و بدین ترتیب امکان نگهداری آنها را بیشتر نمود، اهمیت زیادی دارد. در زمینه کمتر نمودن امکان آلودگی میوه خرما در مرحله رطب، آبگیری (دهیدراسیون) از جمله روش های متداول برای برخی ارقام خرما می باشد که ازجمله مشکلات این روش می توان به تغییر رنگ و بافت میوه اشاره نمود به گونه‌ای که ازکیفیت خوراکی آن کاسته می‌شود (۷). از دیگر روش‌هایی که به کمک آن می توان با کاهش بار میکروبی میوه خرما، ماندگاری آن‌را افزایش داد، پاستوریزه نمودن میوه رطب می باشدکه کمتر مورد توجه قرار گرفته است. فرآیند پاستوریزاسیون که شامل گرمادهی خوراکی ها به ویژه مایعات در دما و زمانی معین و سپس خنک کردن فوری آن هاست باعث کاهش رشد میکروب‌های بیماری‌زا تا حد امکان می‌شود (۱۷). هم‌چنین پرتودهی محصولات باغی با اشعه گاما و فرابنفش توانسته در موارد زیادی، به عمر نگهداری پس از برداشت آن‌ها کمک نماید. تیمار امواج فرابنفش با طول موج کوتاه (۲۸۰-۱۰۰ نانومتر) سبب تولید ترکیبات ضدقارچی، کاهش خسارت سرمازدگی و کاهش نرم‌شدگی میوه‌ها می‌گردد (۱۱). هم‌چنین نتایج منتشر شده توسط محققین مختلف، نشان‌دهنده اثر مثبت پرتودهی فرابنفش بر کنترل آلودگی‌های پس از برداشت میوه نارنگی (۳)، خربزه درختی (۱۵)، کیوی‌فروت (۱۰) و توت‌فرنگی (۴) می‌باشد. با توجه به کیفیت خوراکی مطلوب میوه خرما رقم برحی، درصورتی که بتوان این میوه را در مرحله رطب که حساس ترین مرحله برای انبارداری و حمل و نقل است به بهترین شکل به دست مصرف‌کننده رساند، می توان به بهبود جایگاه آن در بازارهای داخلی و جهانی کمک مؤثری نمود. در این تحقیق تلاش گردید تا اثرات پاستوریزاسیون و پرتودهی فرابنفش بر کاهش بار میکروبی، حفظ کیفیت و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه خرما رقم برحی، مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

این پژوهش در تابستان، پاییز و زمستان سال ۱۳۹۰ در آزمایشگاه فیزیولوژی گروه علوم باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز و کارگاه الگویی بسته بندی خرما (واقع در موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور) انجام گردید. بدین منظور میوه‌های خرما در مرحله رطب از کلکسیون نخیلات مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور واقع در شهرستان اهواز با مشخصات جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی تهیه شدند. پس از انتقال خوشه‌های حاوی خرما به آزمایشگاه، میوه‌های رطب سالم و یکنواخت جدا شده و جهت اعمال تیمارهای ضدعفونی پاستوریزاسیون، پرتودهی فرابنفش و شاهد به سه گروه تقسیم شدند.

اعمال تیمارهای ضدعفونی

جهت اعمال تیمار پاستوریزاسیون، میوه‌ها به صورت یک‌ردیفه در سینی چیده شده و سپس به مدت ۱ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۰ درصد قرار گرفتند. این زمان و دما بر اساس انجام چندین پیش‌تیمار انتخاب گردید. به منظور پرتودهی میوه‌ها با پرتو فرابنفش، میوه‌ها به صورت یک ردیفه در سینی‌های ضدعفونی شده چیده و هر دو سمت میوه، مجموعاً ۸ دقیقه توسط لامپ‌های UV-C مدل F20WT8GL تعبیه شده درقفسه فلزی پوشیده شده با ورق آلومینیوم و باشدت پرتو ۰/۷۲ ژول بر متر مربع تیمار شدند.

بسته‌بندی

بلافاصله پس از هر تیمار ضدعفونی، ۱۴ عدد میوه در ظروف بسته‌بندی که قبلاً به مدت ۱۲ ساعت زیر هود مجهز به لامپ UV و جریان هوای استریل بودند، قرارداده شد. سپس هر سه گروه میوه‌های ضدعفونی شده با گرمای مرطوب (پاستوریزه شده)، پرتودهی شده با نور UV-C و شاهد توسط دستگاه Tecnova، مدل T520 در ظروف یکسان از جنس پلی‌پروپیلن بسته‌بندی شدند. نیمی از بسته‌های هر تیمار به صورت کاملاً سیل و نیم دیگر به صورت منفذدار ایجاد گردید. عمل دوخت (سیل) به صورت اتوماتیک و توسط دستگاه انجام شد و برای ایجاد منفذ به کمک پانچ در هر بسته ۱۶ سوراخ ایجاد شد. بسته‌های تهیه شده به سردخانه با دمای ۵ درجه سانتی‌گراد انتقال یافتند و به صورت تصادفی درقفسه‌های سردخانه چیده شدند.

آنالیز کیفی

در روز آغاز انبارداری (روز صفر) و سه ماه پس از آن، میوه‌ها از نظر فاکتورهای مختلفی مثل درصد کاهش وزن، درصد آب بافت، غلظت مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، غلظت ترکیبات فنولی، میزان کلنی کپک رشد یافته و رنگ ظاهری ارزیابی و مقایسه شدند. درصد کاهش وزن میوه‌ها با اندازه‌گیری وزن بسته قبل و پس از انبارداری محاسبه شد. برای

اندازه‌گیری محتوای آب بافت، ۱۰۰ گرم از بافت گوشت میوه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و اختلاف وزن آنها پیش و پس از خشک شدن بدین منظور مورد استفاده قرار گرفت. برای اندازه‌گیری پارامترهای غلظت مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و رنگ عصاره، عصاره میوه ها تهیه شد. بدین منظور ۳ گرم از مخلوط هموژن حاصل از ۵ میوه در هاون چینی له شده و پس از اضافه نمودن ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن، توسط پمپ خلأ صاف گردید تا عصاره شفافی حاصل شود. میزان مواد جامد محلول موجود در عصاره میوه توسط قند سنج دیجیتال Atago و اسیدیته قابل تیتر بر اساس میزان سود ۰/۰۱ نرمال مصرفی تا رسیدن به پ‌هاش ۸/۱ و بر اساس میلی‌گرم اسید مالیک در ۱۰۰ گرم بافت میوه محاسبه شد (۸). مواد فنولی کل بر اساس آزمون Folin–Ciocalteu اندازه گیری گردید. بدین منظور ابتدا عصاره متانولی بافت میوه استخراج و ۱۰۰ میکرولیتر از روشناور حاصل از سانتریفیوژ نمونه به ۷۵۰ میکرولیتر معرف فولین ۱۰ بار رقیق شده درون لوله آزمایش اضافه شد. مخلوط واکنش به مدت ۱۰ دقیقه در محیط آزمایشگاه قرار گرفت و سپس ۷۵۰ میکرولیتر از محلول کربنات سدیم ۶ درصد به آن اضافه شده و به مدت ۹۰ دقیقه در محیط آزمایشگاه قرارگرفت؛ در ادامه میزان جذب مخلوط واکنش در طول موج ۷۲۵ نانومتر قرائت شده و نتایج بر اساس نمودار استاندارد بدست آمده برای میلی گرم در ۱۰۰ گرم اسیدگالیک در بافت زنده گزارش شد (۱۳). فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها نیز بر اساس روش FRAP انجام گرفت. بدین منظور ۱۰۰ میکرولیتر از روشناور عصاره متانولی میوه پس از سانتریفیوژ، با ۲/۵ میلی‌لیتر از واکنشگر تازه تهیه شده FRAP مخلوط شد. مخلوط حاصله به مدت ۵۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و سپس میزان جذب در طول موج ۵۹۳ نانومتر قرائت شده و نتایج بر اساس میلی‌مول آهن II بر گرم وزن تر گزارش‌شد (۱۴). میزان کلنی کپک نمونه‌ها با روش کشت سطحی و با استفاده از محیط کشت YGC ارزیابی شد. رنگ ظاهری میوه‌ها بر اساس فواصل رنگی L، a و b به دست آمد و پس از تبدیل به زاویه هیو با استفاده از رابطه (arctan(b*/a* گزارش گردید (۲۷).

آنالیز آماری

این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار طراحی و اجرا شد. تجزیه داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC و مقایسه میانگین داده‌ها به روش آزمون LSD انجام گردید. به منظور تعیین رابطه میان صفات اندازه‌گیری شده و میزان تغییرات مشترک آنها از ضریب همبستگی پیرسون با استفاده از مقدار عددی مشاهدات در هر تیمار استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز کیفی میوه‌ها پیش از انبارداری در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱- صفات کیفی مورد بررسی در میوه‌های رقم برحی خرما در ابتدای آزمایش

صفت کیفی	مقدار
درصد کاهش وزن	۰ درصد
درصد آب بافت	۲۹/۹۷ درصد
غلظت مواد جامد محلول	۵۲/۲۰ درصد
اسیدیته قابل تیتراسیون	۴۵/۸۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	۹۵/۶۱ میلی‌مول آهن II در ۱۰۰ گرم بافت
غلظت ترکیبات فنولی	۶۵۲/۸۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر
میزان کلنی کپک رشد یافته	۰ cfu بر گرم وزن تر
رنگ سطحی (زاویه هیو)	۶۳/۵۲ درجه

درصد کاهش وزن و درصد آب بافت

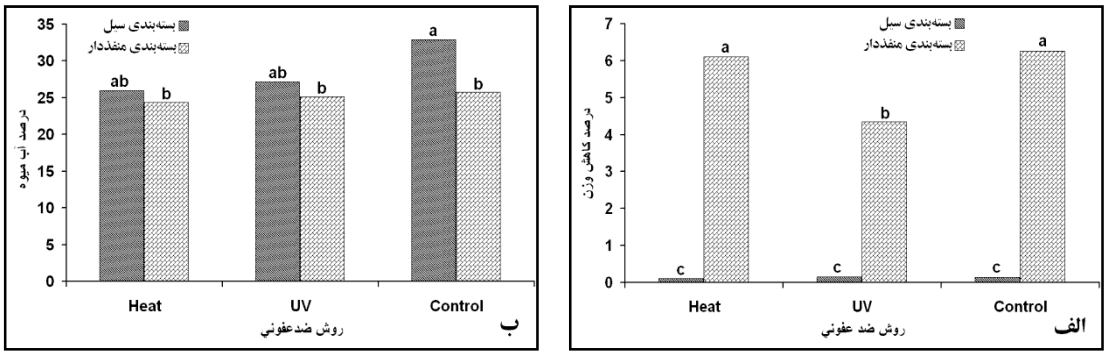
از جمله صفات کیفی مهم و قابل توجه در نگهداری محصولات باغی، درصد کاهش وزن فرآورده می‌باشد. همانطور که در شکل ۱- الف نشان داده شده است، در بسته‌های منفذدار کاهش وزن به نحو قابل توجه‌ای بیشتر بود به گونه‌ای که ۶/۳-۴/۳ درصد وزن میوه‌ها در این بسته‌ها کاهش یافته بود. مقدار کاهش وزن در بسته‌های سیل بسیار اندک و در محدوده ۰/۵۱ درصد قرار داشت. همچنین مشخص گردید که در میوه‌های تیمار شده با پرتو فرابنفش، کاهش وزن کمتر از دو تیمار شاهد و پاستوریزه شده با حرارت بود. دلیل بیشتر بودن درصد کاهش وزن میوه‌های موجود در بسته‌های منفذدار را می‌توان به خروج بیشتر رطوبت از بسته و هم‌چنین کاهش وزن کمتر میوه‌های موجود در بسته های سیل را اتمسفر اشباع از رطوبت محیط درون بسته دانست (۲۰). در واقع پوشش‌های بسته‌بندی با داشتن درجات مختلفی از نفوذپذیری نسبت به بخار آب، بر روی خروج رطوبت از بسته و میزان کاهش وزن میوه طی دوره نگهداری تأثیر می‌گذارند (۲۵). اثر مثبت و قابل توجه بسته‌بندی سیل در جلوگیری از کاهش وزن میوه‌های توت‌فرنگی نیز به اثبات رسیده است (۲۴). در این تحقیق، پرتودهی با UV-C به عنوان یک روش ضدعفونی، موجب کنترل درصد کاهش وزن گردید. در زمینه اثرات بازدارنده پرتو UV-C بر کاهش وزن میوه‌های کیوی‌فروت (۱۰) و هلو (۱۸)، گزارش‌هایی وجود دارد. به نظر می‌رسد پرتو فرابنفش با کمتر کردن تولید اتیلن و شدت تنفس میوه، سبب کاهش مصرف ذخایر کربوهیدراتی و کنترل درصد کاهش وزن میوه می‌شود. قسمت اعظم میوه‌ها و سبزی‌ها را آب تشکیل می‌دهد و در خرما نیز پس از ترکیبات قندی، بیشترین درصد تشکیل‌دهنده میوه خرما آب است (۸).

میزان رطوبت خرما طی رسیدن میوه کاهش می‌یابد و رطوبت بافت ارتباط مستقیمی با کیفیت خوراکی میوه خرما به خصوص در مرحله رطب داشته، به گونه‌ای که میوه‌هایی که رطوبت بیشتری از دست می‌دهند به تدریج بافت سفت‌تری پیدا می‌کنند. همان‌گونه که در شکل ۱-ب دیده می‌شود، بسته‌بندی سیل توانست با کاهش از دست‌دهی آب، رطوبت بافت را به نحو مطلوبی حفظ نماید. در این زمینه عاشور و همکاران (۹) نیز نشان دادند اگر چه محتوای رطوبت خرما طی زمان انبارداری کاهش می‌یابد ولی روند این کاهش در میوه‌های قرار گرفته در بسته‌بندی تحت خلا و اتمسفر تغییر یافته کُندتر بود. نوع روش فرآوری محصول نیز بر محتوای رطوبت آن تأثیر بسزایی دارد، به بیان دیگر اگر قرار است از روشی برای ضدعفونی محصول استفاده شود، بهتر است روش به‌کار برده شده صدمه ای به آب بافت و خصوصیات کیفی میوه وارد نکند. در این تحقیق، استفاده از دمای بالا و پاستوریزاسیون به عنوان یک روش ضدعفونی، اگر چه موجب کاهش محتوای رطوبت میوه‌ها گردید ولی این اختلاف معنی‌دار نبود.

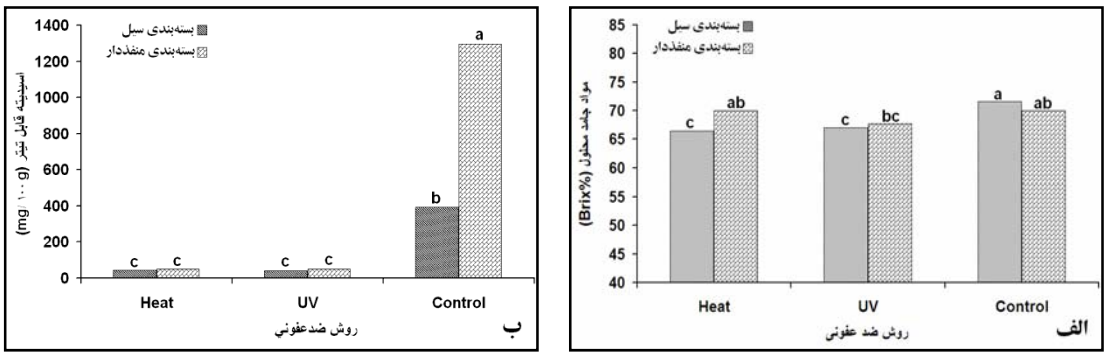
غلظت موادجامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون

منظور از مواد جامد محلول، قندها، مواد معدنی و آلی هستندکه به صورت محلول درسلول‌های بافت میوه وجود دارند. میوه‌هایی که در بسته‌بندی منفذدار قرار داشتند نسبت به میوه‌های قرار گرفته در بسته‌بندی سیل از غلظت مواد جامد محلول بیشتری برخوردار بودند (شکل ۲-الف). قرار دادن میوه کیوی‌فروت به مدت ۱۰ دقیقه درمعرض پرتو فرابنفش، به علت اثر تاخیری این تیمار بر روند رسیدگی و بلوغ میوه به طور غیر مستقیم از افزایش میزان مواد جامد محلول در طی دوره انبارداری جلوگیری نمود (۱۰). به نظر می‌رسد افزایش غلظت مواد جامد محلول به دلیل از دست دادن آب بیشتر و نیز وجود شرایطی برای تبدیل رطب به خرما رخ داده است. در واقع افزایش دما و یا قرار گرفتن در معرض هوای محیط سبب خروج بیشتر آب از میوه، غلیظتر شدن شیره سلولی و افزایش غلظت مواد جامد محلول در محصول می‌شود (۱).

اسیدیته قابل تیتر از دیگر صفات کیفی مورد بررسی در این پژوهش بود. اسیدهای آلی در کنار قندها نقش مهمی در تعیین طعم و مزه میوه ایفا می‌کنند. نتایج مندرج در شکل ۲-ب، نشان می‌دهد که در میوه‌های مربوط به هر دو روش ضدعفونی با پرتو UV و یا دمای بالا (پاستوریزاسیون)، اسیدیته قابل تیتر به نحو چشمگیری کمتر از شاهد بود. این اختلاف برای میوه‌هایی که در بسته‌های باز قرار داشتند بیشتر بود. دلیل آن را می‌توان به اثر مثبت هر دو روش ضدعفونی در کنترل رشد میکروارگانیسم‌هایی نسبت داد که فعالیت آن‌ها سبب تبدیل قند میوه به اسید و ترش شدن میوه رطب می‌شود (۷).



شکل ۱- اثر متقابل روش ضد عفونی و نوع بسته بندی بر درصد کاهش وزن (الف) و درصد آب میوه (ب) در خرما رقم برحی



شکل ۲- اثر متقابل روش ضد عفونی و نوع بسته بندی بر مواد جامد محلول (الف) و اسیدیته قابل تیتراسیون (ب) در میوه خرما رقم برحی

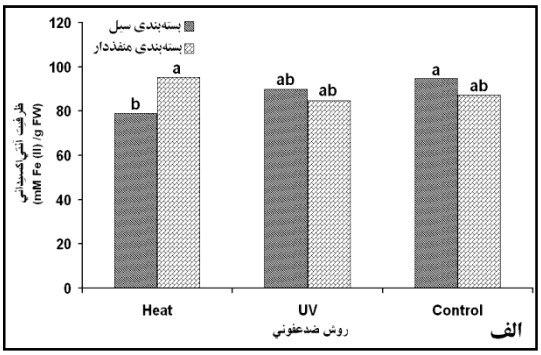
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی وغلظت ترکیبات فنولی

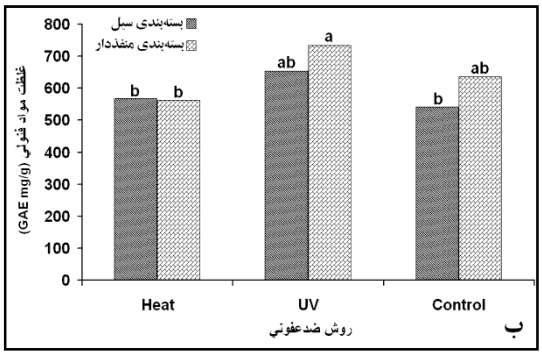
بخش مهمی از ارزش غـذایی میـوه هـا مربـوط بـه ترکیبـات بـا خاصیت آنتی اکسیدانی می باشـد. ایـن ترکیبـات بـه گروهـی اطـلاق می‌گردد که از طریق واکنش با رادیکال‌هـای آزاد و گونـه‌هـای فعـال اکسیژن که برای سلول‌های زنده خطرناک مـی‌باشـند، خسـارت‌هـای اکسایشـی وارده بـه موجـود زنـده را بـه حـداقل مـی‌رسـانند (۲۶). ویتامین ها، کارتنوئیدها، آنتوسیانین هـا، گلوتـاتیون و ترکیبـات فنـولی گروهی از آنتی‌اکسیدان‌ها هستند که در رژیم غذایی مشتمل بـر مـواد گیاهی، به وفور یافت می‌شوند. بر اساس نتایج بدست آمـده، اگـر چـه روش ضدعفونی و نوع بسـته‌بنـدی تـأثیر قابـل تـوجهی بـر ظرفیـت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های تیمار شده داشتند ولی این اختلاف اندک بـود (شکل ۳-الف). غلظت ترکیبات فنـولی تحـت تـأثیر سـطوح مختلـف روش ضدعفونی و نوع بسته بندی قرار گرفت، به گونه‌ای کـه غلظـت ترکیبات فنولی میوه هـای پرتـودهی شـده بـا پرتـو فـرابنفش کـه در بسته‌های منفذدار قرار داشتند بالاتر بـود (شـکل ۳-ب). دلیـل بـالاتر بودن غلظت مواد فنولی میوه‌های پرتودهی شده را می‌توان بـه پدیـده هرمسیس نسبت داد. در این رویداد پرتو فرابنفش، با اعمال تنش های خفیف اکسایشی به سلول، باعـث تجمـع ترکیبـات آنتـی‌اکسـیدانی از جمله ترکیبات فنولی می‌شود. تأثیر مثبت پرتـو فـرابنفش بـر افـزایش غلظت ترکیبات فنولی در میوه توت‌فرنگی نیز گزارش شده اسـت کـه این افزایش به اثر پرتو فرابنفش در تجمع پلی‌آمین‌هـا و فعـال شـدن آنزیم‌های مانند فنیل‌آلانین‌آمونیالایز نسبت داده می‌شود که در تولیـد ترکیبات فنولی نقش دارند (۴). همچنین انبه‌های برش خورده‌ای کـه در معرض پرتو فرابنفش قرار گرفتند نسبت بـه نمونـه‌هـای شـاهد، از ترکیبـات فنـولی بـالاتری برخـوردار بودنـد (۱۹). در مـورد اثـر نـوع بسته بندی بر میزان ترکیبات فنولی باید گفت که بسته بنـدی منفـذدار میوه‌ها باعث افزایش معنی‌دار میزان غلظت این ترکیبات در محصـول شد. این نتیجه با گزارش عشورنژاد و قاسم‌نژاد (۵) که گزارش دادند با گذشت زمان ترکیبات فنلی میوه ازگیل ژاپنی بسته بندی شـده نسـبت به میوه‌های بدون پوشش کاهش کمتری داشت مغایرتدارد.

میزان کلنی کپک رشد یافته و رنگ سطحی

بیماری‌های ناشی از غذا، یکی از شایع‌ترین مشکلات بهداشـتی و تغذیه ای در جهان امروز است که بار سنگین بهداشـتی و اقتصـادی را بر انسان ها تحمیل کرده اسـت. بـاکتری هـا، کپـک هـا و مخمرهـا از مهم‌ترین عوامل ایجادکننده بیماری‌های ناشی از مواد غذایی می‌باشند (۲۲). ازجمله روش های کنترل فساد میکروبی به کاربردن روش هـای نوین ضـدعفونی و بسـته‌بنـدی محصـول اسـت. یکـی از روش‌هـای ضدعفونی میوه ها که به علت محفوظ ماندن بافت، نسبت به شستشـو با آب و مواد شـوینده برتـری دارد، پرتـودهی میـوه بـا نـور فـرابنفش می‌باشد.

نتایج این تحقیق نشان داد که در میوه‌های ضدعفونی شده به هر دو روش پرتـودهی و پاستوریزاسـیون کـه در بسـته‌هـای سـیل قـرار داشتند، پس از سه ماه نگهداری در سردخانه، هیچ‌گونه آثاری از رشـد کپک مشاهده نشد ولی در میوه‌های قرار گرفته در ظروف منفذدار، بـه خصوص آن‌هایی که ضدعفونی نشده بودند، شدت آلودگی کپک قابل توجه بود (شکل ۴-الف). این نتایج حائز اهمیت زیادی می‌باشـد زیـرا نشان می‌دهد که در صورت ضدعفونی میوه رطب و قـرار دادن آن در ظروف دربسته، امکان تغییر کیفیت و آلودگی آنها بسیار کم اسـت. در زمینه تأثیر مثبت پرتو فرابنفش بـر کنتـرل آلـودگی پـس از برداشـت محصولات باغی گزارشات زیادی وجود دارد. در واقع این پرتو به علت ایجاد جهش در ژنوم میکروارگانیسم‌ها (۲۳) و القای آنزیم‌های کلیدی در مسـیر متابولیـت‌هـای ثانویـه از قبیـل فنیـل‌آلانـین‌آمونیـالایز و پروکسیداز و درنتیجه تجمع ترکیبات ضـد قـارچی (۱۶) باعـث ایجـاد مقاومت میوه در برابر نفوذ میکروارگانیسم ها می شود. در همین زمینـه مـارکوینی (۲۳) نشـان داد کـه رشـد قـارچ‌هـای گسـترش یافتـه بـر توت فرنگی، با پرتودهی نور فرابنفش به میزان ۵ کیلوژول بر متر مربع محدود شد.



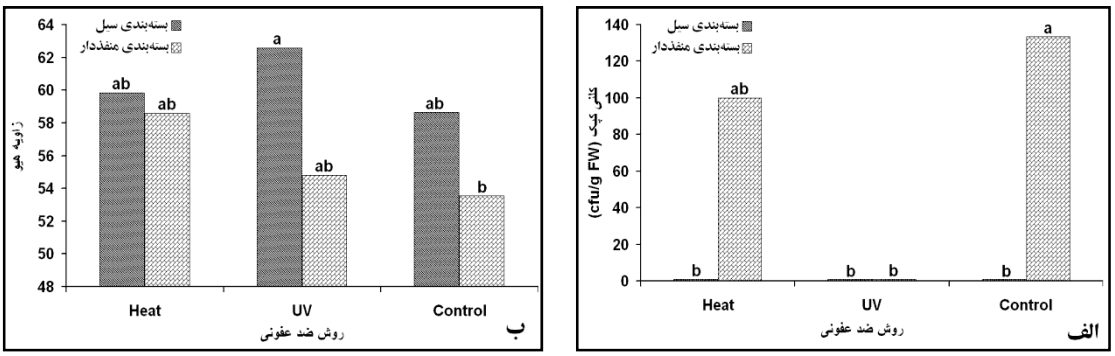


شکل ۳- اثر متقابل روش ضد عفونی و نوع بسته بندی بر ظرفیت آنتی اکسیدانی (الف) و غلظت مواد فنولی (ب) در میوه خرما رقم برحی

ضمن اینکه بیان کردند مقدار جهش ایجاد شده در ژنوم میکروارگانیسم ها به دُز پرتو و سطح تابش بستگی دارد. در مورد اثر بسته بندی بر میزان آلودگی میکروبی محصول باید گفت که پوشش بسته‌بندی با جلوگیری از نفوذ رطوبت و اسپور قارچ‌ها به درون بسته از رشد میکروارگانیسم‌ها جلوگیری می‌کند. در این خصوص راحمی و زارع (۲) با بررسی اثر کیسه‌های فاقد سوراخ و سوراخ‌دار بر میزان آلودگی قارچی انجیر خشک، دریافتند که میزان آلودگی قارچی میوه‌های موجود در بسته‌های منفذدار نسبت به بسته‌های بدون منفذ بالاتر بود.

از جمله معیارهایی که در جلب نظر مثبت مشتری تأثیر به سزایی دارد، رنگ ظاهری مطلوب میوه می‌باشد. ضمن این‌که این شاخص در تشخیص بلوغ تجاری میوه هم نقش دارد. یکی از مؤلفه‌هایی که با آن تغییرات رنگ ظاهری ارزیابی می‌شود زاویه هیو می‌باشد، که مقدار آن نشان‌دهنده رنگ پوست میوهاست. همچنان که از نتایج این آزمایش برمی‌آید، مقدار زاویه هیو برای میوه‌های قرار گرفته در بسته‌های سیل بیشتر بود. در خرما، گذشت زمان منجر به تیره شدن رنگ ظاهری و کمتر شدن زاویه هیو می‌شود، به عبارتی بسته‌بندی سیل میوه ها و ضدعفونی آن‌ها با روش پرتودهی توانست به حفظ کیفیت رنگ ظاهری آن‌ها کمک شایانی کند. بیشترین کاهش زاویه هیو در میوه‌های قرار گرفته در بسته‌های منفذدار و به خصوص میوه‌های ضدعفونی نشده مشاهده شد (شکل ۴–ب). تغییر رنگ میوه و تیره‌تر شدن رنگ سطحی خرما به فعالیت آنزیم‌های تولیدکننده ترکیبات پلی‌فنولی نسبت داده می‌شود (۲۱).

بررسی ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی در این آزمایش (جدول ۲) نشان داد که بین بیشتر آن‌ها همبستگی معنی‌داری وجود داشت. به عنوان مثال درصد کاهش وزن میوه با مقدار آب بافت و زاویه هیو رابطه منفی و با صفات غلظت مواد جامد محلول و میزان رشد کپک همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. این همبستگی بیانگر این است که تیمارهایی که سبب از دست دادن آب بیشتر شده بودند، شیره سلولی غلیظ‌تر و مواد جامد محلول آن‌ها بیشتر شد، ضمن اینکه شرایط منجر به کاهش آب میوه‌ها، تماس بیشتر آن‌ها با هوای محیط و در نتیجه آلودگی بیشتر میکروبی آن‌ها بوده است. هم‌چنین همبستگی مثبت و معنی‌دار آلودگی کپک و اسیدیته میوه، حاکی از ترش شدن رطب‌هایی است که توسط کپک‌ها آلوده شده بودند.



شکل ٤- اثر متقابل روش ضد عفونی و نوع بسته بندی بر میزان کلنی کپک (الف) و زاویه هیو (ب) در میوه خرما رقم برحی

جدول ۲- ضرائب همبستگی بین صفات کیفی مورد بررسی

صفات کیفی	درصدکاهش وزن	درصد آب بافت	مواد جامدمحلول	اسیدیته قابل تیتر	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	غلظت مواد فنولی	کلنی کپک	زاویه هیو
کاهش وزن	۱							
درصد آب بافت	-۰/۵۰*	۱						
مواد جامد محلول	۰/۲۸ns	۰/۵۲*	۱					
اسیدیته قابل تیتر	۰/۴۳*	۰/۰۸ns	۰/۴۲*	۱				
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	۰/۱۲ns	۰/۱۹ns	۰/۲۸ns	۰/۰۳ns	۱			
غلظت مواد فنولی	۰/۲۲ns	-۰/۳۳ns	-۰/۱۷ns	۰/۰۰ns	-۰/۲۵ns	۱		
کلنی کپک	۰/۵۶**	-۰/۲۱ns	۰/۲۰ns	۰/۴۷*	۰/۴۰*	-۰/۰۵ns	۱	
زاویه هیو	-۰/۴۵*	۰/۴۱*	۰/۰۴ns	-۰/۳۹ns	۰/۱۰ns	-۰/۰۴ns	-۰/۰۴ns	۱

ns غیرمعنی دار،**معنی دار در سطح احتمال۱٪و *معنی دار در سطح ۵٪

رابطه منفی میان زاویه هیو و درصد کاهش وزن و رابطه مثبت این شاخص با درصد آب بافت حاکی از بیشتر بودن زاویه هیو و حفظ رنگ میوه در تیمارهایی است که به حفظ آب بافت کمک نمودند که از آن جمله می‌توان به بسته‌بندی در ظروف سیل اشاره نمود.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بسته‌بندی در ظروف سیل می‌تواند به طور مؤثری از دست‌دهی آب بافت و آلودگی میکروبی را کنترل نموده و با محدود نمودن تماس میوه با هوای اطراف، تولید ترکیبات پلی‌فنولی قهوه‌ای را کاهش و به حفظ رنگ ظاهری میوه کمک نماید. عدم ضد عفونی میوه رطب سبب آلودگی شدید میکروبی آن، ترش شدن بافت و تغییر رنگ شدید آن می‌شود. در مقابل، هر دو روش ضدعفونی به نحو مؤثری ضمن کاهش آلودگی، از تغییر طعم مطلوب رطب پیشگیری می‌نماید. مهم‌ترین تفاوت دو تیمار ضدعفونی به روش پاستوریزاسیون در دمای بالا و پرتودهی فرابنفش، حفظ بهتر آب بافت در میوه‌های ضد عفونی شده با پرتو فرابنفش بود. نتایج بدست آمده از این پژوهش مؤید امکان استفاده کاربردی ضدعفونی به خصوص پرتودهی فرابنفش در کنترل آلودگی‌های پس از برداشت رطب و امکان گسترش بازارهای اقتصادی این محصول با ارزش می‌باشد.

منابع

۱- چراغی دهدزی س. و همدمی ن. ۱۳۹۰. بررسی تغییرات رنگ و بافت خرمای (رقم کبکاب) بسته‌بندی شده تحت فشار اتمسفری یا خلأ طی انبارداری در دماهای مختلف. مهندسی بیوسیستم ایران، ۴۲ (۲): ۲۲۵-۲۳۱.

۲- راحمی م. و زارع ح. ۱۳۸۱. تاثیر نوع بسته‌بندی و دماهای مختلف بر ضدعفونی و نگهداری انجیر خشک استهبان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۶ (۲): ۲۹-۴۱.

۳- رمضان‌نژاد م. معلمی ن.، مرتضوی س.م.ح. و حیاتی ج. ۱۳۹۱. مدیریت تلفیقی کیفیت پس از برداشت نارنگی (پرتانجلو) با استفاده از پرتو فرابنفش و اسانس اکالیپتوس. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۳ (۲): ۱۳۹-۱۵۲.

۴- سیروئی‌نژاد ب، مرتضوی س.م.ح.، معلمی ن. و عشقی س. ۱۳۹۲. تأثیر کاربرد پس از برداشت پوترسین و پرتوتابی فرابنفش بر کیفیت میوه توت‌فرنگی رقم "سلوا". مجله تولیدات گیاهی، ۳۶ (۱): ۱۱۷-۱۲۷.

۵- عشورنژاد م. و قاسم نژاد م. ۱۳۹۱. اثر بسته بندی با فیلم سلوفان و انبارداری سرد بر کیفیت نگهداری و عمر انبارمانی (*Eriobotrya japonica*) میوه ازگیل ژاپنی. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. ۷ (۲): ۹۵-۱۰۲

۶- کریمی‌پور فرد ه. ۱۳۸۰. پوسیدگی و ترشیدگی میوهٔ خرما و راهکارهای کنترل آن. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مؤسسهٔ تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور، ۱۴ ص.

۷- مرتضوی س.م.ح.، ارزانی ک. و برزگر م. ۱۳۸۷. تاثیر زمان و دمای آبگیری بر خصوصیات کیفی خرمای رقم برحی در مرحله رطب. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۲۱ (۲): ۱۸۷-۱۹۳.

۸- مرتضوی س.م.ح.، ارزانی ک. و برزگر م. ۱۳۹۰. بررسی الگوی رشد و تغییرات فیزیکوشیمیایی میوه‌های نرمال و بکربار خرما رقم برحی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۲ (۲): ۱۳۱-۱۴۸.

9- Achour M., Amara S., Salem N., Jebali A. and Hamdi M. 2003. Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on Deglet Nour date storage in Tunisia. Fruits, 58: 205-212.

10- Bal E. and Kok D. 2009. Effect of UV-C treatment on kiwifruit quality during the storage period. Journal of Central European Agriculture, 10: 375-382.

11- Barka M., Mercier J., Corcuff R., Castaigne F., and Arul J. 1999. Photochemical treatment to improve storability of fresh strawberries. Journal of Food Science, 64: 1068-1072.

12- Barreveld W.H. 1993. Date Palm Products. Agricultural Services Bulletin, No 101. 216 p. F.A.O., Rome.

13- Benzie I.F.F. and Strain J.J. 1996. Ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. Analytical Biochemistry, 239: 70-76.

14- Biglari F., Alkarkhi A.F.M. and Easa A.M. 2008. Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. Food Chemistry, 107: 1636-1641.

15- Cia P., Pascholati S.F., Benato E.A. Camili E.C. and Santos C.A. 2007. Effects of gamma and UV-C irradiation on the post harvest control of papaya anthracnose. Postharvest Biology and Technology, 43: 366-373.

16- Droby S., Chalutz E., Horev B., Cohen L., Gaba V., Wilson C.L. and Wisniewski M. 1993. Factors affecting UV-C induced resistance in grapefruit against green mould decay caused by *Penicillium digitatum*. Plant Pathology, 42:

418-424.
17- Fan X., Annous B.A., Beaulieu J.C. and Sites J.E. 2008. Effect of hot water surface pasteurization of whole fruit on shelf life and quality of fresh-cut cantaloupe. Journal of Food Science, 73: 91-98.
18- Gonzalez Aguilar G., Wang C.Y. and Buta G.J. 2004. UV-C Irradiation reduces break down and chilling injury of peaches during cold storage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 84: 415–422.
19- González Aguilar G.A., Villegas-Ochoa M.A., Martínez-Téllez M.A., Gardea A.A. and Ayala-Zavala J.F. 2007. Improving antioxidant capacity of fresh-cut mangoes treated with UV-C. Journal of Food Science, 72: 197-202.
20- Kader A.A. 1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. Food Technology, 34: 99-104.
21- Khali M., and Selselet-Attou G. 2007. Effect of heat treatment on polyphenol oxidase and peroxidase activities in Algerian stored dates. African Journal of Biotechnology, 6: 790-794.
22- Loir Y.L., Baron F. and Gautier M. 2003. Staphylococcus aureus and food poisoning. Genetics and Molecular Research, 2: 63-76.
23- Marquenie D., Michiels C., Geeraerd A.H., Schen K.A., Soontjens C., VanImpe J.F., and Nicola B.M. 2002. Using survival analysis to investigate the effect of UV-C and heat treatment on storage life strawberry and sweet cherry. International Journal of Food Microbiology, 73: 187-196.
24- Nielsen T. and Leufven A. 2008. The effect of modified atmosphere packaging on the quality of Honeoye and Korona strawberries. Food Chemistry, 107: 1053-1063.
25- Sandhya 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce: current status and future needs. Food Science and Technology, 43: 381-392.
26- Vicente A.R., Civello P.M., Matinez G.A., Powell A.L.T., Labavitch J.M. and Chavez A.R. 2005. Control of postharvest spoilage in soft fruit. Stewart postharvest Review, 1: 1-11.
27- Yam K.L. and Papadakis S.E. 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. Journal of Food Engineering. 61: 137-142.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۹۴-۸۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 87-94
ISSN: 2008 - 4730

کلروفیل، قند محلول و وزن خشک گل بابونه آلمانی در واکنش به متی‌جاسمونات درشرایط تنش شوری

فاطمه سلیمی[1*]- فرید شکاری[2]- جواد حمزه‌ئی[3]

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۰۳/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۷/۰۲

چکیده

استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در شرایط محیطی تنش‌زا می‌تواند رشد گیاه و تولید محصول را بهبود بخشد. بنابراین، در این آزمایش واکنش سرعت فتوسنتز، کلروفیل، میزان قند محلول و عملکرد بابونه آلمانی به متیل‌جاسمونات در سطوح مختلف شوری مطالعه شد. مقادیر ۰، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات به همراه سطوح شوری ۲، ۶، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار ارزیابی شد. اثر متیل‌جاسمونات و شوری بر سرعت فتوسنتز، اختلاف دمای برگ، محتوای رطوبت نسبی (RWC)، کلروفیل a، b و کلروفیل‌کل، میزان قند محلول و وزن خشک گل معنی‌دار شد. اثر متقابل متیل‌جاسمونات در شوری نیز بر تمامی صفات به جز اختلاف دمای برگ معنی‌دار بود. بیشترین میزان سرعت فتوسنتزی (۹/۹۹ میکرومول CO_2 در متر مربع در ثانیه)، RWC (۹۱/۷۳ درصد)، کلروفیل a، b و کلروفیل‌کل به ترتیب ۵/۹۸، ۴۱/۱۸ و ۴۵/۱۰ میلی‌گرم در گرم و وزن خشک گل (۳/۷۳ گرم در گلدان) مربوط به تیمار ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات و شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر بود. ولی، این تیمار با تیمار ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر از نظر RWC و وزن خشک‌گل تفاوت نداشت. بیشترین میزان قند محلول نیز از تیمار ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات و سطح شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر حاصل شد. در مجموع، کاربرد متیل‌جاسمونات منجر به افزایش RWC و کاهش اثرات سوء تنش شوری گردید. با کاهش RWC، میزان فتوسنتز، کلروفیل و وزن خشک‌گل کاهش و به دنبال آن اختلاف دمای برگ با محیط نیز بیشتر ارزیابی گردید.

واژه‌های کلیدی: بابونه آلمانی، تنش‌شوری، صفات فیزیولوژیک، عملکرد گل، متیل‌جاسمونات

مقدمه

جاسمونات‌ها، ترکیبات شناخته شده‌ای با عنوان اکسی لیپین‌ها هستند که در تنظیم رشد گیاهان زراعی و باغی و نیز در بهبود سیستم دفاعی آن‌ها در برابر تنش‌های محیطی، از نقش بسیار مهمی برخوردارند. جاسمونات‌ها به‌طور معمول در گیاهان وجود دارند. زیست‌سنجی رادیویی[4] در بیش از ۱۶۰ خانواده از نهان دانگان و بازدانگان و همچنین در جلبک‌های سبز و قرمز و بسیاری از قارچ‌ها وجود جاسمونات‌ها را اثبات کرده است (۴۳). تعدادی مستندات حاکی از آن است که استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی باعث افزایش رشد در گیاهان می‌گردد. از جمله تیمار گیاهان با سالیسیلیک‌اسید منجر به افزایش تقسیم یاخته‌ای در مریستم راس ریشه گردیده و رشد گیاه را افزایش می‌دهد (۴۰).

در حال حاضر، بیشترین توجه محققین بر این است که عملکرد را در واحد سطح بالا برده و تا حد امکان خسارات و مضرات ناشی از عوامل نامساعد محیطی از جمله تنش‌های غیر زیستی را به حداقل برسانند. از رهیافت‌های نوین در بهبود عملکرد محصولات کشاورزی در محیط‌های تنش‌زا، استفاده از هورمون‌های رشد گیاهی نظیر جاسمونات‌ها می‌باشد. این ترکیبات در بهبود مقاومت و تحمل به تنش‌های غیر زنده بویژه شوری و خشکی، دارای اثرات مثبتی هستند (۱۵، ۲۱ و ۴۴). تنش‌های محیطی از عوامل محدودکننده تولیدات زراعی می‌باشند که با مختل ساختن متابولیسم طبیعی گیاه، رشد را محدود و در نهایت محصول را کاهش می‌دهند. دو تنش محیطی مهم که تولید محصولات زراعی را کاهش می‌دهند، خشکی و شوری می‌باشد (۲۳). آسیمیلاسیون خالص CO_2 از طریق فرآیند فتوسنتز،

۱و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
(*- نویسنده مسئول: Email: fatemesalimi18@yahoo.com)
۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

4- Radioimmunoassay

اولین مرحله تولید زی‌توده است (۱۲). شوری باعث کاهش سرعت فتوسنتز خالص گیاهان می‌شود (۱۱). حساسیت فتوسنتز به شوری در ژنوتیپ‌های مختلف گندم، گزارش شده است. به‌طوری‌که کاهش فتوسنتز یکی از عوامل اصلی کاهش رشد در این گیاه به شمار می‌رود (۱۶). عوامل محدود کننده فتوسنتز در شرایط تنش به دو دسته عوامل روزنه‌ای و غیر روزنه‌ای طبقه‌بندی می‌گردد. از عوامل محدود کننده غیر روزنه‌ای می‌توان به کاهش یا توقف تولید رنگریزه‌های فتوسنتزی از جمله کلروفیل‌ها و کارتنوئیدها اشاره کرد (۳۶). یکی از اثرات مهم تنش شوری تسریع پیری برگ‌ها می‌باشد و این امر از کاهش محتوای کلروفیل برگ‌ها در شرایط تنش شوری ناشی می‌شود (۳۵). کاهش در سرعت فتوسنتز را به کاهش محتوای کلروفیل در شرایط کمبود شدید آب نسبت داده‌اند. محتوای نسبی آب یکی از پارامترهای فیزیولوژیکی پاسخ دهنده به تنش‌های غیر زیستی است که همبستگی خوبی با تحمل به این نوع تنش‌ها نشان می‌دهد (۹). کاهش پتانسیل آب مانع از تقسیم سلولی، رشد اندام، فتوسنتز خالص و سنتز پروتئین شده و تعادل هورمونی بافت‌های اساسی گیاه را تغییر می‌دهد. به‌خوبی اثبات شده است که طی تنش‌هایی نظیر شوری، محتوای نسبی‌آب، پتانسیل آب برگ و پتانسیل اسمزی سلول‌ها کاهش می‌یابد (۱۴، ۲۷ و ۳۴).

استفاده روز افزون از گیاهان دارویی را می‌توان به عوامل فرهنگی و عدم امکان تولید مصنوعی برخی از مواد موثره طبیعی، عوارض جانبی نامطلوب مواد دارویی شیمیایی، لزوم استفاده از اسانس‌ها و مواد موثره طبیعی در ساخت عطرها، صابون‌ها و خوشبوکننده‌ها نسبت داد (۳۰). بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) یکی از مهم‌ترین و پر مصرف‌ترین گیاهان دارویی است که از قدیم‌الایام شناخته شده است (۲) و به جهت اهمیت زیاد به ستاره گیاهان دارویی معروف است (۸). **بابونه** گیاهی یک ساله از تیرهٔ کاسنی[1] است که از گل‌های آن در صنایع داروسازی، آرایشی بهداشتی و صنایع غذایی استفاده می‌شود (۲).

عوامل محیطی تاثیر به‌سزایی بر روی کمیت و کیفیت گیاهان دارویی می‌گذارند. در این بین تنش شوری از جمله عواملی است که نقش اساسی در عدم دستیابی به حداکثر عملکرد کمی و کیفی در گیاهان دارویی ایجاد می‌کند. زمین یک سیاره نمکی با بیشترین مقدار آب، حاوی ۳۰ گرم بر لیتر کلرید سدیم می‌باشد. این محلول نمک به طور مداوم در زمین افزایش یافته و بر رشد گیاهان زراعی تاثیر می‌گذارند (۲۰). طبق آمار فائو، کل زمین‌های کشاورزی ایران ۱۹/۴میلیون هکتار می‌باشد که از این میزان حدود ۲/۱ میلیون هکتار در اراضی آبی و حدود ۶۰۰ هزار هکتار در اراضی دیم، شور می‌باشد. درکل در حدود ۲/۷ میلیون هکتار از زمین‌های کشاورزی ایران شور می‌باشد (۱۷). با توجه به اهمیت گیاهان دارویی از جمله بابونه آلمانی و وجود شوری در اراضی کشورمان، ضرورت انجام پژوهش در زمینه دست یابی به روشی مناسب در خصوص بهبود کمیت و کیفیت این گیاهان در خاک‌های شور بیش از پیش احساس می‌شود. از این رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر متیل‌جاسمونات بر کاهش اثرات مخرب شوری روی سرعت فتوسنتز، کلروفیل، میزان قند محلول، محتوای آب نسبی و عملکرد بابونه آلمانی به اجرا درآمد.

مواد و روش ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۸ در محل گلخانه تحقیقاتی دانشگاه زنجان واقع در ۶ کیلومتری جاده تبریز، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل محلول پاشی با متیل‌جاسمونات در ۵ سطح ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵، ۳۰۰ میکرومولار و یک تیمار بدون محلول‌پاشی به عنوان شاهد و سطوح شوری بکار برده شده در ۴ سطح ۲ (شاهد)، ۶، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر بود. عمل محلول پاشی متیل‌جاسمونات در سه مرحله از رشد بابونه (۴-۳ برگی، ساقه روی و گل دهی) صورت گرفت. برای اعمال تیمار شوری نیز از رابطه $TDS = EC \times 640$ استفاده شد. به این صورت که بعد از تعیین هدایت الکتریکی خاک در آزمایشگاه، کمبود نمک برای دستیابی به تیمارهای مورد نظر از طریق فرمول محاسبه و میزان نمک مورد نیاز به خاک اضافه گردید. سپس جهت کنترل، مقدار هدایت الکتریکی خاک‌های تهیه شده در چهار نمونه ۲۵۰ گرمی ارزیابی شد و نمک مورد نیاز به خاک گلدان‌ها اضافه گردید. در رابطه مذکور TDS کل مواد جامد محلول در خاک بر حسب میلی گرم در لیتر و EC نیز هدایت الکتریکی خاک بر حسب میلی موس بر متر می‌باشد. گلدان‌های مورد استفاده به قطر ۲۵ و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر بود. تعداد ۲۵ بذر در هر گلدان به‌صورت سطحی کشت و مقداری ماسه و کود دامی روی آن‌ها قرار گرفت. خاک درون هر گلدان مخلوطی از خاک زراعی، ماسه و کود دامی پوسیده به نسبت ۱:۳:۶ بود. بافت خاک مورد استفاده لومی بود. در مرحله ۴-۳ برگی، بوته‌ها تنک شدند و تعداد ۶ بوته در هر گلدان نگه داشته شد. در این پژوهش صفات سرعت فتوسنتز، اختلاف دمای برگ و محیط، محتوای رطوبت نسبی (RWC; Relative Water Content)، کلروفیل a، b و کلروفیل‌کل، میزان قند محلول، وزن خشک گل در اواسط گلدهی اندازه گیری شد.

میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ با استفاده از دستگاه IRGA (دستگاه پرتابل سنجش فتوسنتز، مدل LCA4) اندازه گیری و به طور جداگانه برای هر واحد آزمایشی ثبت گردید. جهت اندازه‌گیری محتوای نسبی آب (RWC)، یک برگ مشخص از تمام بوته‌ها انتخاب و به آزمایشگاه منتقل و وزن تر آنها اندازه گیری شد. سپس

1- Astraceae

برگ‌ها در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت غوطه‌ور شدند و پس از این مدت، وزن آماسیده اندازه‌گیری شد. سپس جهت اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفتند و سپس RWC بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید.

$$RWC = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100$$

در این رابطه FW، TW و DW به ترتیب وزن تر، وزن آماسیده و وزن خشک برگ است (۳۸). اختلاف دمای برگ و محیط (ΔT) نیز با بهره گیری از دماسنج لیزی مدل Minitemp-Laser Radiation اندازه‌گیری شد. برای تعیین دمای گلخانه (دمای هوا) نیز از دماسنج دیجیتالی استفاده گردید. سپس، ΔT برای هر واحد آزمایشی با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید.

$$\Delta T = T_L - T_A$$

T_L و T_A به ترتیب دمای برگ و دمای محیط می‌باشد (۲۵). میزان کلروفیل a و b برگ‌های بابونه بر اساس روش میدنر (۳۱) تعیین گردید. در این روش جهت تهیه عصاره آبی، مقدار ۰/۱ گرم از برگ له شده به داخل فالکون ریخته و پنج میلی‌لیتر استون به آن اضافه گردید و به مدت چند دقیقه به شدت تکان داده شد. فالکون به مدت ۱۰ دقیقه ساکن نگه‌داشته شد، سپس سه میلی‌لیتر آب مقطر و سه میلی‌لیتر اتر به آن اضافه شد. جهت جداسازی حلال، نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفتند. آنگاه یک میلی‌لیتر از محلول سوپرناتانت با پیپت برداشته و داخل فالکون جداگانه ریخته شد و مجددا ۹ میلی‌لیتر استون به آن اضافه گردید و به شدت تکان داده شد تا محلول یکدست تهیه شود. سپس توسط پیپت سه میلی‌لیتر از محلول داخل کیووت ۳ میلی‌لیتری ریخته شد و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Spectrophotometer, Type: Z206A Hermle Labortechnik GmbH German) میزان جذب محلول در طول موج‌های ۶۴۵ نانومتر و ۶۶۳ نانومتر قرائت گردید. سپس برای تعیین میزان کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن تر)، میزان کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن تر) و میزان کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر) به ترتیب از روابط زیر استفاده شد.

$$\frac{V \times [(A_{663} \times 12.7) - (A_{645} \times 2.69)]}{W \times 1000}$$

$$\frac{V \times [(A_{645} \times 22.9) - (A_{663} \times 4.69)]}{W \times 1000}$$

$$\frac{V \times [(A_{645} \times 20.2) + (A_{663} \times 8.02)]}{W \times 1000}$$

در این معادلات W، V، A_{645} و A_{663} به ترتیب وزن تر نمونه بر حسب گرم، حجم نهایی نمونه بر حسب میلی لیتر، جذب در ۶۴۵ نانومتر و جذب در ۶۶۳ نانومتر است (۱۰).

همچنین، اندازه گیری قند محلول به روش فنل- سولفوریک اسید انجام شد. به این صورت که ۰/۱ گرم برگ خشک و سائیده‌شده در داخل ارلن قرار گرفت و ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد به آن اضافه گردید. ارلن به مدت ۱۵ دقیقه در داخل حمام آب گرم قرار گرفت. محلول حاصل از کاغذ صافی واتمن عبور داده شد و به منظور حذف رنگیزه‌های موجود در عصاره، ۳/۵ میلی‌لیتر سولفات روی ۵ درصد و ۳/۵ میلی‌لیتر هیدروکسید باریم ۰/۳ نرمال به آن اضافه شد. محلول حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در سانتریفوژ ۳۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت. از محلول حاصل دو میلی‌لیتر جدا و یک میلی‌لیتر فنل ۵ درصد و ۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک کنسانتره با فشار به آن اضافه گردید و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد تا خنک شود. سپس میزان جذب محلول در طول موج ۴۸۵ نانومتر، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید و مقدار آن به عنوان میزان قند محلول ثبت گردید. منحنی کالیبراسیون با استفاده از محلول‌هایی با غلظت صفر تا ۱۰۰ میلی‌گرم گلوکز که همان روز تهیه شده بود، رسم گردید. منحنی استاندارد (R^2=۰/۹۹) براساس معادله C=ABC.K+B رسم شد. در این معادله C غلظت، ABC جذب و K و B اعداد ثابت هستند (۲۲). در طول فصل رشد و در طی دوره گلدهی، گل‌های شکفته شده به‌صورت روزانه برای هر گلدان، جمع‌آوری گردید و پس از خشک شدن در آخر دوره رشد، مجموع آن‌ها به عنوان وزن خشک کل برای هر گلدان ثبت گردید. محاسبات آماری و مقایسه میانگین داده ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد، با بهره گیری از نرم افزار MSTAT-C انجام گرفت و جهت رسم شکل‌ها از نرم افزارهای Excel استفده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) حاکی از این بود که وزن خشک گل و صفات فیزیولوژیکی اندازه گیری شده به طور معنی‌داری تحت تاثیر اثر متقابل متیل‌جاسمونات و شوری قرار گرفتند، به استثنای اختلاف دمای برگ با محیط (ΔT) که تحت تاثیر اثر اصلی این تیمارها قرار گرفت. کمترین مقدار فتوسنتز، محتوای نسبی آب، میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل مربوط به تیمارهای واقع در سطح شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر با غلظت‌های فراتر از ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات بود. در حالی‌که بیشترین قند محلول نیز در همین سطح از شوری (۱۴ دسی زیمنس بر متر) با کمترین غلظت متیل‌جاسمونات (۷۵ میکرومولار) مشاهده گردید (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر متیل‌جاسمونات و شوری بر برخی صفات فیزیولوژیک و وزن خشک گل در بابونه آلمانی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		سرعت فتوسنتز	اختلاف دمای برگ و محیط	محتوای آب نسبی	کلروفیل b	کلروفیل a	کلروفیل کل	قند محلول	وزن خشک گل
تکرار	۲	۰/۵۱^{ns}	۱/۳۴^{ns}	۶/۹۷^{ns}	۰/۳۲^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۲۴۵^{ns}	۰/۷۴^{ns}	۰/۰۳^{ns}
متیل‌جاسمونات	۴	۲۴/۴۱**	۱/۰۰*	۱۱۱۰/۸۷**	۸۲۲/۶۷*	۲۳/۶۰**	۱۰۷۶/۱۱**	۲۰/۴۱**	۳/۴۷**
شوری	۳	۶۹/۲۳**	۲/۹۳**	۶۹۴/۵۹**	۲۶۶/۰۰**	۴/۴۷**	۲۹۲/۰۴**	۱۱۴/۹۷**	۲/۶۵**
متیل-جاسمونات×شوری	۱۲	۰/۹۹*	۰/۳۵^{ns}	۱۷/۸۴**	۹۱/۶۴**	۱/۸۵**	۱۰۳/۸۹**	۱۰۳/۸۹**	۰/۱۳*
اشتباه آزمایشی	۳۸	۰/۴۵	۰/۳۰	۸/۱۹	۰۲/۱	۰۸/۰	۶۰۵/۰	۰/۱۸	۰۶/۰

ns، * و **- به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل متیل‌جاسمونات و شوری بر برخی صفات فیزیولوژیک و وزن خشک گل در بابونه آلمانی

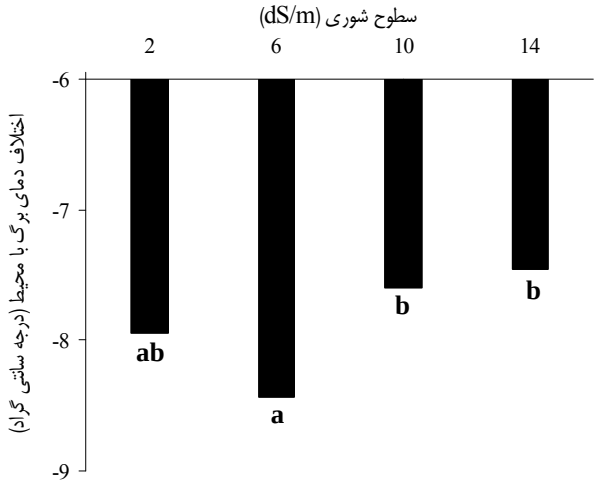
متیل‌جاسمونات (میکرومولار)	شوری (دسی زیمنس بر متر)	سرعت فتوسنتز ($\mu molCO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)	محتوای آب نسبی (٪)	کلروفیل b ($mg\ g^{-1}$)	کلروفیل a ($mg\ g^{-1}$)	کلروفیل کل ($mg\ g^{-1}$)	قند محلول ($mg\ g^{-1}$)	وزن خشک گل (g)
صفر	۲	۴/۶۴^{df}	۷۵/۰۰^{b}	۳/۷۱^{dg}	۱/۳۸^{cd}	۵/۷۶^{ef}	۰/۱۴^{j}	۲/۲۷^{ce}
	۶	۷/۷۷^{b}	۷۶/۲۲^{b}	۴/۹۷^{de}	۰/۳۴^{d}	۴/۶۶^{fg}	۰/۳۱^{j}	۲/۶۱^{bd}
	۱۰	۳/۰۶^{hj}	۶۷/۰۰^{ce}	۰/۹۹^{h}	۰/۲۱^{d}	۱/۲۲^{jk}	۲/۶۴^{fg}	۱/۷۷^{ei}
	۱۴	۲/۳۳^{ik}	۶۰/۱۹^{fg}	۱/۲۱^{gh}	۰/۲۱^{d}	۱/۴^{ik}	۸/۰۱^{b}	۱/۷۲^{ei}
۷۵	۲	۷/۰۰^{b}	۸۷/۶۲^{a}	۱۹/۶۶^{b}	۳/۹^{b}	۲۳/۶۴^{b}	۲/۰۷^{gh}	۳/۰۵^{ab}
	۶	۹/۹۹^{a}	۹۱/۷۳^{a}	۴۱/۱۸^{a}	۵/۹۸^{a}	۴۵/۱۰^{a}	۴/۴۸^{de}	۳/۷۶^{a}
	۱۰	۵/۵۷^{cd}	۷۶/۸۲^{b}	۱۱/۹۲^{c}	۳/۰۳^{bc}	۱۵/۶۸^{c}	۶/۱۵^{c}	۲/۶۷^{bc}
	۱۴	۳/۶۵^{fh}	۶۹/۲۳^{cd}	۱۱/۰۴^{c}	۱/۶۹^{cd}	۱۲/۲۶^{d}	۹/۵۶^{a}	۲/۰۳^{ch}
۱۵۰	۲	۴/۲۶^{eg}	۶۵/۱۰^{df}	۲/۷۹^{eh}	۰/۳۴^{d}	۲/۹۳^{gj}	۰/۵۶^{ij}	۱/۷۳^{ef}
	۶	۶/۶۰^{bc}	۷۱/۲۱^{c}	۳/۸۹^{df}	۰/۴۶^{d}	۴/۰۴^{fh}	۲/۴۹^{fg}	۲/۰۶^{cg}
	۱۰	۳/۲۵^{gi}	۶۳/۲۴^{ef}	۱/۵۱^{fh}	۰/۶۴^{d}	۲/۵۱^{hj}	۴/۳۹^{e}	۱/۸۰^{eh}
	۱۴	۱/۸۸^{jk}	۵۷/۳۲^{fg}	۰/۸۵۸^{h}	۰/۳۳^{d}	۱/۳۵^{jk}	۷/۴۰^{b}	۱/۲۹^{hi}
۲۲۵	۲	۲/۷۳^{hk}	۶۳/۵۶^{ef}	۲/۰۵^{fh}	۰/۸۷^{d}	۳/۳۹^{gi}	۰/۳۸^{j}	۱/۹۰^{dh}
	۶	۶/۶۶^{bc}	۶۶/۳۸^{ce}	۵/۳^{d}	۱/۳۴^{cd}	۶/۹۵^{e}	۲/۲۶^{gh}	۲/۱۲^{cf}
	۱۰	۲/۳۷^{ik}	۵۷/۶^{gh}	۱/۵۸^{fh}	۰/۳۱^{d}	۱/۸۹^{ik}	۳/۴۴^{f}	۱/۷۸^{ei}
	۱۴	۱/۶۴^{k}	۵۳/۲۷^{hi}	۰/۳۶^{h}	۰/۰۴۴^{d}	۰/۳۸^{k}	۵/۴۳^{cd}	۱/۳۳^{gi}
۳۰۰	۲	۲/۳۳^{ik}	۵۵/۹۵^{gh}	۱/۴۵^{fh}	۰/۴۱^{d}	۱/۹۹^{ik}	۰/۱۲^{j}	۱/۷۰^{ei}
	۶	۵/۱۴^{de}	۶۴/۸۷^{df}	۵/۴۳^{d}	۰/۷۴^{d}	۵/۸۵^{ef}	۱/۴۵^{hi}	۱/۸۴^{eh}
	۱۰	۲/۳۲^{ik}	۵۴/۶^{hi}	۱/۷۷^{fh}	۰/۳۴^{d}	۲/۱۱^{ik}	۲/۱۲^{gh}	۱/۴۴^{fi}
	۱۴	۱/۶۴^{k}	۴۲/۷۹^{i}	۱/۱۵^{h}	۰/۳۲^{d}	۱/۵۷^{ik}	۵/۲۳^{ce}	۱/۰۳^{i}

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند.

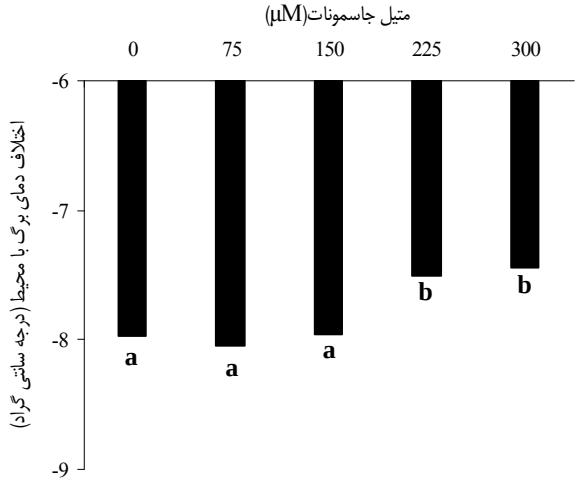
بیشترین مقدار سرعت فتوسنتزی (۹/۹۹ میکرومول CO_2 در متر مربع در ثانیه)، محتوای نسبی آب (۹۱/۷۳ درصد)، میزان کلروفیل a (۵/۹۸، میلی‌گرم در گرم وزن تر)، کلروفیل b (۴۱/۱۸ میلی‌گرم در گرم) و کلروفیل کل (۴۵/۱۰ میلی‌گرم در گرم) و وزن خشک گل (۳/۷۳ گرم در گلدان) در تیمار سطح شوری ملایم (۶ دسی زیمنس بر متر) با کمترین مقدار متیل‌جاسمونات مورد آزمون (۷۵ میکرومولار) مشاهده گردید (جدول۲). اثر اصلی تیمارهای مورد آزمایش تاثیر معنی‌داری بر ΔT نشان داد. در سطح شوری ۶ دسی زیمنس بر متر و

غلظت ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات، گیاهان در وضعیت مناسبی از نظر دما قرار داشتند (شکل‌های ۱ و ۲). با افزایش شوری و غلظت متیل‌جاسمونات مصرفی، میزان فتوسنتز، محتوای نسبی آب، کلروفیل a، b و کلروفیل کل کاهش و میزان ΔT افزایش یافت. سرعت فتوسنتز با صفات محتوای نسبی آب، میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل همبستگی مثبت و معنی‌دار و با اختلاف دمای برگ و محیط همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد. هم‌چنین، بین وزن خشک گل و تمامی صفات مورد بررسی همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت. به غیر از صفت اختلاف دمای برگ و محیط که با عملکرد بابونه رابطه منفی و معنی دار داشت. قابل ذکر است که همبستگی قند محلول با هیچیک از صفات معنی‌دار نبود (جدول ۳).

رشد گیاهان فرایند پیچیده‌ای است که با فتوسنتز، تغذیه و پتانسیل آب در درون گیاه مرتبط است. تنش شوری باعث می‌شود که تمام روابط اخیر تحت تأثیر قرار گیرد. تنش شوری علاوه بر کاهش سطح برگ موجب تقلیل وزن خشک گیاه می‌شود که این امر دلیلی بر کاهش سطح فتوسنتز کننده و نیز بهم خوردن تعادل هورمونی درون گیاه است (۳۲). براساس تحقیق انجام شده بر روی سیب-زمینی‌شیرین، تیمار برگ با تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی سرعت فتوسنتز را در این گیاه افزایش داد (۴۲) . هم‌چنین گزارش شده است که کاربرد متیل‌جاسمونات در شرایط تنش شوری به افزایش سرعت فتوسنتزی نخودفرنگی منجر گردید (۱۹).



شکل ۱- اثر تنش شوری بر اختلاف دمای برگ بابونه آلمانی با محیط



شکل۲- اثر متیل‌جاسمونات بر اختلاف دمای برگ بابونه آلمانی با محیط

جدول۳- ضرایب همبستگی بین برخی صفات فیزیولوژیک و وزن خشک گل در گیاه بابونه آلمانی

	سرعت فتوسنتز	اختلاف دمای برگ با محیط	محتوای آب نسبی	کلروفیل b	کلروفیل a	کلروفیل کل
اختلاف دمای برگ با محیط	-۰/۵۷۴**	۱				
محتوای آب نسبی	۰/۸۴۱**	-۰/۴۷۴**	۱			
کلروفیل b	۰/۶۸۱**	-۰/۲۹*	۰/۸۰۸**	۱		
کلروفیل a	۰/۶۶۶**	-۰/۲۷۵*	۰/۷۹۷**	۰/۹۶۲**	۱	
کلروفیل کل	۰/۷۲۶**	-۰/۳۱۰*	۰/۸۱۳**	۰/۹۵۵**	۰/۹۷۰**	۱
عملکرد گل	۰/۸۱۲**	-۰/۴۰۴**	۰/۹۱۳**	۰/۸۱۵**	۰/۷۹۹**	۰/۸۳۷**

* و **- به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

نشر حرارتی و تعرق دو مکانیزمی هستند که از افزایش درجه حرارت برگ جلوگیری می‌کنند. هنگامی که گیاه در معرض نور شدید آفتاب است و شرایط مناسبی نیز برای تعرق زیاد وجود دارد، به نظر می‌رسد که از یک سوم تا نصف انرژی تششعی جذب شده، در تعرق مصرف می‌شود. اگر جذب انرژی تششعی زیاد باشد ولی به علت کمبود آب و یا به دلایل دیگر شدت تعرق کم باشد، بیشتر انرژی جذب شده، بوسیله نشر حرارتی از بین می‌رود. پایین‌تر بودن نسبی دمای برگ در نتیجه مکانیزم‌هایی است که وضعیت آبی برگ را در شرایط مساعدتری نگه می‌دارند. از این رو روزنه‌ها بازتر می‌مانند و حفظ تعرق باعث خنک شدن گیاه می‌گردد (۲۶). به نظر می‌رسد دمای مناسب کانوپی به دلیل گشودگی مناسب روزنه‌ها و هدایت روزنه‌ای و متعاقب آن، تعرق بیشتر باشد که باعث خنک شدن برگ گردیده است. بخوبی مشخص شده است که طی تنش‌هایی همچون تنش شوری محتوای نسبی آب، پتانسیل آب برگ و پتانسیل اسمزی سلول‌ها کاهش می‌یابد (۱۴).

سینکلایر و لادلاو (۴۱) بیان کردند که RWC ممکن است تعادل بین آب تامین شده برای برگ و سرعت تعرق را بهتر از سایر اجزاء روابط آبی منعکس کند، لذا آن را شاخص مناسبی برای نشان دادن وضعیت آبی برگ دانسته‌اند. پس آبیدگی بافت‌های برگ، مانع از ساخته شدن کلروفیل و باعث تخریب آن می‌گردد، تشکیل پلاستیدهای جدید، کلروفیلa، کلروفیلb و کاروتن را کاهش می‌دهد (۴). کاهش مقدار کلروفیل در نعناع ژاپنی (۳۳) نیز گزارش شده است. حفظ کلروفیل برای انجام فتوسنتز تحت شرایط تنش ضروری است (۱۴). به نظر می‌رسد که کاهش میزان کلروفیل‌ها در اثر تنش شوری، به علت تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن باشد، که رادیکال‌های آزاد باعث تجزیه این رنگیزه‌ها می‌گردند (۳۹). می‌توان بالا بودن مقدار کلروفیل a، b و کل را از چندین جنبه توجیه نمود. اولا گیاه بابونه خود یکی از گیاهانی است که موادی با خاصیت آنتی اکسیدانی به نام فلاونوئیدها تولید می‌کند (۷) که این ترکیبات جمع‌آوری‌کننده رادیکال‌های آزاد هستند (۴۷). ثانیا متیل‌جاسمونات، قادر است ژن-های سنتزکننده فلاونوئید را القا کند (۱۵). بنابراین، گیاه بابونه علاوه بر این‌که در حالت عادی دارای مواد آنتی‌اکسیدان می‌باشد، استفاده از متیل‌جاسمونات، تولید این ماده را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر در بررسی تاثیر متیل‌جاسمونات در شرایط تنش روی نخودسبز گزارش شد که این ترکیب پایداری کلروفیل را افزایش داده، بطوریکه اثرات بازدارنده تنش شوری کاهش یافت (۴۵). ثالثا به نظر می‌رسد رابطه مثبتی بین محتوای نسبی آب و غلظت کلروفیل وجود دارد. تحت شرایط شوری، بعلت پایین آمدن پتانسیل اسمزی محیط ریشه، جذب آب با مشکل مواجه می‌شود. میزان آب بافت‌ها و سلول‌های برگ کاهش پیدا می‌کند و محتوای نسبی آب نیز کاهش پیدا می‌کند. با کاهش محتوای نسبی آب، آنزیم کلروفیلاز، کلروفیل را تجزیه می‌کند، بنابراین رابطه مثبتی بین میزان کلروفیل و محتوای نسبی آب وجود دارد (۱۳).

یکی از مکانیسم‌های مقاومت به شوری در گلیکوفیت‌ها، تجمع مواد اسمزی سازگار در سیتوپلاسم آن‌ها است. محلول‌های سازگار توسط همه گیاهان در پاسخ به تعدادی از عوامل محیطی تجمع می‌یابند که احتمالاً یکی از محلول‌های سازگار قندهای احیا کننده است. پرولین، پلی‌اول‌ها و گلایسن بتائین از دیگر ترکیبات اسمزی هستند (۳۷). تحت شرایط تنش از جمله شوری، کربوهیدرات‌ها از نظر تنظیم‌اسمزی، در نقاط رشدی از جمله برگ‌ها (۲۴) ایفای نقش می‌کنند. براساس گزارش پیرزاد و همکاران (۳) گیاه بابونه آلمانی در شرایط کمبود آب شدید از نظر تولید پرولین و قندهای محلول، تحت تاثیر قرار نگرفته است. علت این رویداد پرهزینه بودن تولید این مواد ذکر گردیده است که تولید زیاد آن‌ها سبب کاهش رشد می‌شود (۳). این گزارش با نتیجه آزمایش ما مغایرت داشت. به نظر می‌رسد به علت زیاد شدن فتوسنتز در شرایط شوری با کاربرد متیل‌جاسمونات، گیاه بابونه در تولید محلول‌های سازگار نظیر قند محلول و پرولین موفق‌تر عمل کرده است (۵). کاربرد متیل‌جاسمونات در هنگام تنش با تحریک فعالیت آنزیم‌های تولید کننده محلول‌های سازگار در تحمل شرایط تنش موثر بوده است (۱۸). متیل‌جاسمونات از هورمون‌هایی

است که در فرآیند گلدهی موثر است و جاسمونات‌ها یک نقش بدیع در تنظیم گلدهی ایفا می‌کنند (۴۶). جاسمونات‌ها برای توسعه گل و تکامل جنسی در گیاهان الزامی هستند. بنابراین، در حضور جاسمونات‌ها ممکن است رشد و تکامل گل‌ها سریعتر به وقوع بپیوندد (۲۹). شایان ذکر است نتایج آزمایشات مختلف انجام شده با استفاده از متیل‌جاسمونات روی گلدهی ضد و نقیض است، ولی آنچه که می‌تواند این تناقض‌ها را توجیه کند، توجه به زمان و غلظت استفاده از هورمون و نوع گیاه و نیز در برخی موارد اثرات بازدارنده (۲۸) و تحریک‌کننده (۴۶) این هورمون می باشد. علاوه بر آن، شوری ملایم در بعضی گیاهان باعث افزایش تولید ماده خشک می‌گردد (۱ و ۶).

منابع

۱- افضلی ف.، شریعتمداری ح.، حاج عباسی م. و معطر ف. ۱۳۸۶. تاثیر تنش‌های شوری و خشکی بر عملکرد گل و میزان فلاونول–o–گلیکوزیدها درگیاه بابونه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۳(۳): ۳۹۰–۳۸۲.

۲- امیدبیگی ر. ۱۳۷۹. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم. انتشارات آستان قدس رضوی. ۳۹۷ صفحه.

۳- پیرزاد ع. ۱۳۸۶. اثرات آبیاری و تراکم بوته بر روی برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک و مواد موثره بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*). پایان‌نامه‌دکتری. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز.

۴- حیدری‌شریف‌آباد ح. ۱۳۷۹. گیاه، خشکی و خشکسالی. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. تهران. ۲۰۰ صفحه.

۵- . سلیمی ف.، شکاری ف.، عظیمی م. و زنگانی الف. ۱۳۹۰. نقش متیل جاسمونات در بهبود مقاومت به شوری از طریق تأثیر بر برخی خصوصیات فیزیولوژیک (*Matricaria chamomilla* L.) در گیاه بابونه آلمانی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۷(۴): ۷۱۱–۷۰۰.

۶- شکاری ف. ۱۳۷۲. اثر تنش شوری روی تعدادی از گیاهان زراعی و مرتعی در مرحله رشد رویشی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه تبریز.

۷- عسگری ص.، نادری غ. و عسگری ن. ۱۳۸۴. اثرات حفاظتی فلاونوئیدها در مقابل همولیز گلبولی ناشی از رادیکال،های آزاد. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۱(۴): ۵۱۵–۵۰۵.

۸- میرحیدر ح. ۱۳۷۳. معارف گیاهی: کاربرد گیاهان در پیشگیری و درمان بیماری‌ها. جلد پنجم. چاپ اول. دفتر نشر فرهنگ اسلامی. ۵۲۷ صفحه.

9- Altinkut A., Kazan K., Ipekci Z., and Gozukirmizi G. 2001. Tolerance to paraquat is correlated with the associated with water stress tolerance in segregation F_2 populations of 6-barley and wheat. Euphytica, 121: 81-86.

10- Ashraf M. 1994. Breeding for salinity tolerance in plants. Journal of Plant Science, 13: 17-42.

11- Ashraf M. 2004. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. Flora, 199: 361-376.

12- Blanco I. A., Rajaram S., Kronstad W. E., and Reynolds M. O. 2000. Physiological performance of synthetic hexaploid wheat-derived populations. Journal of Crop Science, 40:1257- 1263.

13- Castrillo M., and Turujillo I. 1994. Ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase activity and chlorophyll and protein contents in two cultivars of french bean plants under water stress and rewatering. Photosynthtica Journal, 30: 175-181.

14- Chandrasekar V., Sairam R. K., and Srivastava G. C. 2000. Physiological and biochemical responses of hexaploid and tetraploid wheat to drought stress. Journal of Agronomy and Crop Science, 185: 219-227.

15- Creelman R., and Mullet G.E. 1997. Biosynthesis and action of jasmonate in plant. Journal of Annual Review of Plant Physiology, 48: 355-381.

16- El-hendawy S. E., Hu Y., and Schmidhalter U. 2005. Growth, ion content, gas exchange and water relations of wheat genotypes differing in salt tolerance. Australian Journal of Agricultural Research, 56: 123-134.

17- FAO. 2000. Extent and causes of salt-affected soils in participating countries. URL: http://www.fao.org/ag/AGL/agll/spuch/topic4.htm.

18- Fedina I.S., and Benderliev K.M. 2000. Response of *Secendesmus incrassatulus* to salt stress as affected by methyl jasmonate. Journal of Biologica Plantarum, 43(4): 625-627.

19- Fedina I.S., and Dimova L.M. 2000. Methyl jasmonate –induced polypeptides in *Pisum sativum* roots soluble proteins. Journal of Physiology Desert Plants, 53(10):59-65.

20- Flowers T. J. 2004. Improving crop salt tolerance. Journal of Experimental Botany, 55(396): 307-319.

21- Gao X.P., Wang X.F., Lu Y.F., Zhang L.Y., Shen Y.Y., Liang Z., and Zhang D.P. 2004. Jasmonic acid is involved in the water-stress-induced betaine accumulation in pear leaves, Plant Cell Environment, 27, 497–507.

22- Hellubust J.A., and Caraigie J.S. 1978. Handbook of physiological methods. Physiological and biochemical methods. Cambridge University Press.

23- Homaee M., Feddes R. A., and Dirksen C. 2002. A macroscopic water extraction model for no uniform transient salinity and water stress. Soil Science. Society of American Journal, 66: 1764-1772.

24- Irigoyen J.J., Emerich D.W., and Sanchez-Diaz M. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline

and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Journal of Plant Physiology, 55-60.
25- Kluitenberg G.J., and Biggar J.W. 1992. Canopy temperature as a measure of salinity stress on sorghum. Journal of Irrigation Science, 13: 115-121.
26- Kumar D. 2004. Breeding for drought resistance. In: Abiotic stress: Food Products Press. pp: 145-175.
27- Ma Q. Q., Wang W., Li Y. H., Li D.Q., and Zou Q. 2006. Alleviation of photo inhibition in drought stressed wheat (*Triticum aestivum*) by foliar applied glycinbetaine. Journal of Plant Physiology, 163: 165-175.
28- Maciejewska B., and Kopcewicz J. 2002. Inhibitory effect of methyl jasmonate on flowering and elongation growth in pharbitis nil. Journal of Plant Growth Regulation, 21:216–223.
29- Mandaokar A., Thines B., Shin B., Lange BM., Choi G., Koo YJ., and Yoo YJ. 2006. Transcriptional regulators of stamen development in Arabidopsis identified by transcriptional profiling. The plant Journal, 46: 984–1008.
30- Martins H. M., Martins M. L., Dias M. I., and Bernardo F. 2001. Evaluation of microbiological quality of medicinal plants used in natural infusions. International Journal of Food Microbiology, 58: 149-153.
31- Meidner, H. 1981. Class experiments in plant physiology, British library cataloging in publication data, London.
32- Munns R. 1988. Causes of varied differences in salt tolerance. Journal of Plant Physiologica, 42: 960-989.
33- Misra A., and.Srivastava N. K. 2000. Influence of water stress on Japanese mint. Journal of Herbs, Spice and Medicinal Plants, 7: 51-58.
34- Pettigrew W. T. 2004. Physiological consequences of moisture deficit stress in cotton. Crop Science, 44: 1265-1272.
35- Prakash M., and Ramachandran K. 2000. Effects of moisture stress and anti transpirations on leaf chlorophyll. Journal of Agronomy and Crop Science, 184: 153-156.
36- Oliviera-Neto C.F., Silva-Lobato A.K., Goncalves-Vidigal M.C., Costa R.C.L., Santos. Filho B.G., Alves G.A.R., Silva-Maia W.J.M., Cruz F.J.R., Neres H.K.B., and Santos Lopes M.J. 2009. Carbon compounds and chlorophyll contents in sorghum submitted to water deficit during three growth stages. Journal of Science and Technology, 7: 588-593.
37- Orcutt D. M., and Nilsen E. T. 2000. Physiology of Plants under stress soil and biotic factors. John Wiley and Sons Inc. KA/PP, p.177-235.
38- Ritchie S. W., Nguyen H. T., and Holaday A. S. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Journal of Crop Science, 30: 105-111.
39- Schutz M., and Fangmeir E. 2001. Growth and yield responses of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) to elevated CO_2 and water limitation. Journal of Environmental Pollution, 114:187-194.
40- Shakirova F., Sakhabutdinova A., Bezrukova M., Fatkhutdinova R., and Fatkhutdinova D. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Journal of Plant Science, 164: 317–322.
41- Sinclair T. R., and Ludlow M. M. 1985. Who taught plants thermodynamics? The unfulfilled potential of plant water potential. Australian Journal of Plant Physiology, 12: 213-217.
42- Spence J. A. and Humphries E. C. 1972. Effect of moisture supply, root temperature, and growth regulators on photosynthesis of isolated root and leaves of sweet potato (*Ipomoea batata*). Journal of Annals of Botany, 36: 115-121.
43- Srivastava L.M. 2002. Plant growth and development. Hormones and environment (chap.12: Jasmonates and other defense-related compounds). Acad. Press.
44- Walia H., Wilson C., Condamine P., Liu X., Ismail A., and Close T. 2007. Large-scale expression profiling and physiological characterization of jasmonic acid-mediated adaptation of barley to salinity stress. Plant, Cell Environment, 30(4): 410-421.
45- Velttchkova M., and Fedina I. 1998. Response of photosynthesis of *Pisum sativum* to salt stress as affected by methyl jasmonate. Journal of Photosyntica, 35(1):89-97.
46- Wang S.Y. 1999. Methyl Jasmonate reduces water stress in strawberry. Journal of Plant Growth Regulation, 18: 127-134.
47- Wei H., Tye, L., Bresnick E., and Birt D.F. 1990. Inhibitory effect of apigenin, a plant flavonoid, on epidermal ornithine decarboxylase and skin tumor promotion in mice1.Cancer Research, 50: 499-502.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۰۲-۹۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 95-102
ISSN: 2008 - 4730

اثر محلول پاشی عناصر ریز مغذی آهن، روی و منگنز بر عملکرد، اجزای عملکرد و روغن دانه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)

اسماعیل رضائی چیانه[1*]- سعید زهتاب سلماسی[2]- علیرضا پیرزاد[3] - امیر رحیمی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۵/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۴

چکیده

اگر چه مطالعات متعددی درباره تاثیر عناصر ریز مغذی بر رشد و عملکرد گیاهان مختلف انجام شده است، اما اطلاعات کمی درباره تاثیر این عناصر ریز مغذی بر عملکرد و مقدار روغن دانه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) وجود دارد. در این راستا، به منظور ارزیابی اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز بر عملکرد، اجزای عملکرد و روغن دانه گیاه دارویی همیشه بهار، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۹- ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور آذربایجان غربی- شهرستان نقده، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و هشت تیمار به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایش شامل مصرف جداگانه عناصر ریز مغذی آهن، روی، منگنز و تیمارهای ترکیبی آنها (آهن+ روی، آهن+ منگنز، روی+ منگنز، آهن + روی+ منگنز) و تیمار عدم مصرف عناصر ریز مغذی (شاهد) بودند. محلول‌پاشی هریک از عناصر ریزمغذی با غلظت دو در هزار در دو مرحله ساقه دهی و شروع گلدهی انجام گرفت. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته، تعداد کاپیتول در بوته، تعداد دانه در کاپیتول، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، درصد روغن دانه و عملکرد روغن بودند. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر تمام صفات مورد مطالعه اثر معنی‌داری داشته و سبب بهبود اجزای عملکرد، عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن نسبت به تیمار شاهد گردید. تیمار محلول‌پاشی با آهن بیشترین تعداد دانه در کاپیتول، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیکی و تیمار ترکیبی روی+ آهن بیشترین تعداد کاپیتول در بوته و عملکرد دانه (۶۴۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار) و تیمار ترکیبی روی+ آهن+ منگنز بالاترین عملکرد روغن (۱۲۴/۲۰ کیلوگرم در هکتار) را تولید کردند، به طوریکه عملکرد دانه و عملکرد روغن به ترتیب ۳۱/۲۷ و ۴۴/۱۸ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود. از نتایج به‌دست آمده در این آزمایش می‌توان نتیجه گیری کرد که استفاده از عناصر ریز مغذی به دلیل افزایش قابل ملاحضه عملکرد دانه و روغن در منطقه مورد آزمایش توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تعداد دانه درکاپیتول، تعداد کاپیتول در بوته، عملکرد کمی، عملکرد کیفی، گیاه دارویی

مقدمه

همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) گیاهی از تیره کاسنی (Asteracea)، علفی و یکساله با ساقه منشعب بوده، ریشه این گیاه مخروطی شکل، برگ‌ها بلند، باریک، کم و بیش کرکدار و فاقد دندانه است. رنگ گل‌ها زرد و یا نارنجی، میوه فندقه، قهوه‌ای رنگ و سطح آن ناصاف می‌باشد که وزن هزار دانه آن به طور متوسط ۸ تا ۱۲ گرم است. بذور این گیاه محتوی ۵ تا ۲۰ درصد روغن می‌باشد و تأثیر ضد تورم دارد (۱).

تغذیه معدنی همگام با دسترسی به آب، رقم مناسب، کنترل بیماری، حشرات و علف‌های هرز نقش مهمی در بهبود عملکرد گیاهان دارند. در این میان، اگرچه عناصر غذایی ریزمغذی در مقادیر بسیار کم مورد نیاز گیاه هستند، ولی نقش اساسی در واکنش‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و فرآیندهای متابولیکی گیاهان دارند و منجر به افزایش کمی و کیفی محصولات می‌شوند (۷). عناصر ریزمغذی به خصوص روی، آهن و منگنز به طور وسیعی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل تثبیت آن‌ها توسط خاک، بالا بودن pH و درصد بالای کربنات کلسیم این خاک‌ها، به‌سرعت به‌شکل غیر قابل جذب برای گیاه تبدیل می‌شوند و کمبود آن‌ها در گیاهان ظاهر می‌شود (۹). در ایران نیز به دلیل غالبیت شرایط آهکی خاک‌ها، مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی و به خصوص مصرف

۱- استادیار گروه گیاهان دارویی، مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه و مدرس دانشگاه پیام نور نقده
(*- نویسنده مسئول: Email: e.rezaeichiyaneh@urmia.ac.ir)
۲-استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۳ و۴- دانشیار و استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

بی‌رویه فسفر، عدم رعایت تناوب زراعی، مصرف ناچیز کودهای آلی و بالاخره عدم مصرف کودهای محتوی عناصر ریزمغذی در گذشته، امروزه کمبود این عناصر در خاک‌ها و در نتیجه موادغذایی بیشتر مشهود می‌باشد (۶ و ۹). بنابراین برای برطرف نمودن نیاز گیاه به عناصر غذایی و افزایش عملکرد و کیفیت محصول در این مناطق، به دلیل کارآیی پایین مصرف خاکی، تغذیه برگی مفید و مؤثر است (۲۲).

آهن یکی از عناصر غذایی ریزمغذی می‌باشد که در اعمال متابولیکی مثل تثبیت نیتروژن، ساخت کلروفیل و تیلاکوئید، توسعه کلروپلاست، تولید رنگدانه و به‌عنوان کاتالیزور در فعالیت‌های آنزیمی از جمله آنزیم‌های مسیر تنفس نوری و گلیکولات و آنزیم‌های تنظیم و کنترل تعرق گیاه شرکت دارد (۱۶ و ۱۷). در شرایط کمبود آهن، میزان فتوسنتز و سرعت تثبیت دی اکسید کربن در واحد سطح برگ کاهش یافته (۱۲) و در نتیجه از ذخیره نشاسته و قند در برگ‌ها کاسته می‌شود که این امر موجبات کاهش وزن هزاردانه و عملکرد دانه را فراهم می‌کند (۲۵).

عنصر روی به‌عنوان بخشی از ساختمان آنزیم‌ها و یا به‌صورت کوفاکتور عمل می‌کند. عنصر روی برای ساخت DNA، RNA، متابولیسم کربوهیدرات‌ها، روغن‌ها و پروتئین‌ها (ساختمان ریبوزوم) استفاده می‌شود. عنصر روی همچنین در فتوسنتز، تقسیم سلولی و طویل شدن سلول، حفظ ساختمان و عملکرد غشای سلولی و هورمون تحریک کننده رشد و باروری (گلدهی و میوه‌دهی) گیاهان شرکت دارد (۹، ۲۲ و ۲۴). مشاهدات نشان می‌دهد که کمبود روی باعث کوتاه شدن فاصله میانگره‌ها می‌شود و مشخص شده است که این عنصر ارتباط نزدیکی با میزان اکسین موجود در گیاه دارد (۶).

منگنز در ترکیب آنزیم‌های فتوسنتزی و تنفسی نقش داشته و در متابولیسم گیاهی نقش فعالی دارد. در گیاهان مواجه با کمبود منگنز، جذب فسفر و کلسیم، میزان کلروفیل، فتوسنتز و مقدار روغن در بذر کاهش می‌یابد (۲ و ۹). رمرودی و همکاران (۵) گزارش کردند که تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی (آهن، روی و منگنز) بر عملکرد بیولوژیکی و دانه، عملکرد موسیلاژ، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه اسفرزه معنی‌دار بود و تیمار محلول‌پاشی با روی بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد، بطوریکه عملکرد آن ۲۲ درصد بیشتر از شاهد بود. رحیمی و همکاران (۴) با کاربرد عناصر ریزمغذی آهن، روی، بُر و منگنز همراه با عناصر پر مصرف اثرات معنی‌داری را بر صفات درصد روغن، عملکرد دانه در هر بوته، شاخص برداشت و وزن هزاردانه در دو رقم از آفتابگردان مشاهده کردند. در یک بررسی، استفاده از محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی روی و آهن در گیاه بادام زمینی باعث افزایش عملکرد و جذب مواد غذایی در مقایسه با شاهد شد و کاربرد ترکیبی آهن و روی اثر بیشتری را نسبت به مصرف جداگانه آن‌ها به همراه داشت (۱۳).

با توجه به اهمیت عناصر ریزمغذی در بهبود عملکرد محصولات کشاورزی، این تحقیق با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی، منگنز و ترکیب تلفیقی آنها بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی همیشه بهار اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۹- ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور استان آذربایجان غربی- شهرستان نقده با ˚۴۵ و َ۲۵ طول جغرافیایی و ˚۳۶ و َ۵۷ عرض جغرافیایی و ارتفاع ۱۳۰۷ متر از سطح آب های آزاد اجرا شد. میانگین‌های متوسط دما و بارندگی سالیانه در طی یک دوره ده ساله به ترتیب برابر ۱۲/۴۰ درجه سانتی-گراد و ۳۲۳ میلی‌متر گزارش شده است. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و هشت تیمار اجرا شد. تیمارها شامل مصرف جداگانه عناصر ریزمغذی آهن، روی، منگنز و ترکیبات ترکیبی آنها (آهن+ روی، آهن+ منگنز، روی+ منگنز، آهن + روی+ منگنز) و تیمار عدم مصرف کود (شاهد) بودند. محلول‌پاشی هریک از عناصر ریزمغذی با غلظت دو در هزار در دو مرحله ساقه دهی و شروع گلدهی در اوایل صبح انجام گرفت. برای حذف اثرات محلول‌پاشی در تیمار شاهد، همزمان اقدام به آب‌پاشی آنها گردید. پس از هر بار محلول‌پاشی، مزرعه آبیاری شد.

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

پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	منگنز (میلی گرم بر کیلوگرم)	آهن (میلی گرم بر کیلوگرم)	روی (میلی گرم بر کیلوگرم)	درصد موادآلی	درصد نیتروژن کل	هدایت الکتریکی	اسیدیته	بافت خاک
۴۰۷	۱۰/۵	۱۲	۱۵	۱/۸	۱/۴۸	۰/۱۴	۰/۸۹	۷/۹	رسی سیلتی

کوددهی بر اساس آزمون خاک به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره در دو مرحله قبل از کاشت و مرحله ساقه رفتن، ۱۵۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل به همراه ۲۵۰ کیلوگرم کود گوگرد بنتونیت در هکتار (تماماً قبل از کاشت) به خاک اضافه شدند و توسط کلوخ خردکن دوّار[1] با خاک مخلوط گردید. هر واحد آزمایشی شامل هشت ردیف کاشت به طول چهار متر و با فاصله‌ی بین ردیف ۴۰ سانتی متر و روی ردیف ۱۵ سانتی متر بود. بذور در سه سانتی‌متری زیر سطح خاک در تاریخ ۱۳۸۹/۰۱/۳۰ به صورت خطی کشت شدند. اولین آبیاری پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی بر حسب شرایط اقلیمی منطقه به فاصله هر هفت روز یکبار تا آخر فصل رشد انجام شد.

جهت اطمینان از استقرار یکنواخت بوته‌های همیشه بهار، کشت بذور با تراکم بالا صورت گرفت. سپس گیاهان سبز شده در دو مرحله دو و چهار برگی تنک شدند. علف‌های هرز در طول فصل رشد از طریق وجین دستی کنترل شدند. از نظر آفات مزرعه، برای کنترل شته در مرحله دانه بندی گیاه از حشره کش دیازینون به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار استفاده شد. در پایان فصل رشد، هنگامی که رنگ بوته‌ها متمایل به زرد شده بود، ابتدا از هر کرت به طور تصادفی تعداد ۱۰ بوته انتخاب و صفات نظیر ارتفاع بوته، تعداد کاپیتول در بوته، تعداد دانه در کاپیتول و وزن هزار دانه اندازه گیری شدند. برای تعیین عملکرد نهایی، دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان اثر حاشیه حذف و مابقی بوته‌ها برداشت و دانه‌های آنها جدا و تعیین گردید. سپس بوته‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد تا ثابت ماندن وزن خشک درون آون قرار گرفتند. بدین ترتیب عملکرد بیولوژیکی در واحد سطح برای هر واحد آزمایشی تعیین گردید.

برای استخراج روغن، ابتدا دانه‌های مورد آزمایش آسیاب و پودر شدند. از نمونه‌های آسیاب شده در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، بعد از ۲۴ ساعت به مقدار پنج گرم وزن کرده و در داخل سوکسله با ۳۰۰ سی سی از محلول دی اتیل اتر قرار گرفتند. پس از ۶ ساعت حلال مورد نظر از روغن توسط روتاری جدا شد (۲۰) عملکرد روغن با استفاده از معادله ۱ محاسبه گردید:

(۱) عملکرد بذر × درصد روغن = عملکرد روغن

تجزیه آماری داده‌ها آزمایش با استفاده از نرم افزار SPSS 16 و جهت مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر ارتفاع بوته، تعداد کاپیتول در بوته، تعداد دانه در کاپیتول، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد ($p\leq ۰/۰۱$) و بر درصد روغن و عملکرد روغن در سطح احتمال پنج درصد ($p\leq ۰/۰۵$) معنی‌دار بود (جدول ۲).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۴۰ سانتی‌متر) از تیمار محلول‌پاشی روی و کمترین ارتفاع بوته (۲۹/۳۳ سانتی‌متر) از تیمار شاهد به دست آمد. بنابراین، در ترکیبات تیماری که عنصر روی حضور دارد نسبت به شرایط بدون روی افزایش معنی داری در ارتفاع بوته مشاهده شد (جدول ۳). با توجه به اهمیت وجود روی در مناطق مریستمی، به علت کارایی آن در تولید هورمون اکسین، تقسیم سلولی و طویل شدن سلول باعث افزایش رشد رویشی و ارتفاع بوته گردید (۱۸). تأثیر مثبت روی در حضور عنصر آهن را بر ارتفاع بوته به افزایش فعالیت فتوسنتزی و کارایی جذب نیتروژن می‌توان نسبت داد (۲۲ و ۲۴). به گزارش غفاری ملایری و همکاران (۶) کمبود روی به علت تاثیر سوء بر بیوسنتز اکسین، می‌تواند باعث کاهش ارتفاع ساقه و عملکرد گیاه شود. کمرکی و گلوی (۸) در گلرنگ نیز تاثیر عناصر ریزمغذی بر ارتفاع بوته را معنی‌دار گزارش کردند که با نتیجه آزمایش حاضر مطابقت دارد.

همانگونه که در جدول ۳ ملاحظه می‌گردد، بیشترین تعداد کاپیتول در بوته (۳۷ عدد) از تیمار ترکیبی آهن+ روی و کمترین آن (۲۵/۶۶ عدد) از تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۳). روی از طریق تولید هورمون اکسین باعث افزایش رشد رویشی، شاخه بندی و فتوسنتز بیشتر و وجود آهن در ساختار کلروفیل و تاثیر آن بر میزان فتوسنتز و تثبیت دی اکسید کربن (۲۲) موجب بهبود اجزای عملکرد از جمله تعداد کاپیتول گشته است. کمرکی و گلوی (۸) نشان دادند که عناصر ریزمغذی (آهن، بر و روی) در گلرنگ باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد طبق در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و بیولوژیکی، شاخص برداشت و درصد روغن نسبت به تیمار شاهد گردید. حیدریان و همکاران (۱۹) در سویا، باقری خولنجانی و سلامتی (۱۴) در سیاه دانه، نیز گزارش کردند که عناصر ریزمغذی موجب بهبود اجزای عملکرد و عملکرد گیاهان فوق گردیده است.

بیشترین تعداد دانه در کاپیتول به تیمار ترکیبی آهن+ روی+ منگنز (۳۶/۳۳ عدد) و کمترین مقدار آن (۲۴/۳۳ عدد) به تیمار شاهد تعلق داشت که با تیمار منگنز اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۳). از آن‌جا که تعداد دانه‌های همیشه بهار از اجزای مهم عملکرد دانه محسوب می‌شود و محل ذخیره آسیمیلات‌ها هستند، با افزایش تعداد دانه در کاپیتول، مخازن بزرگتری برای انتقال مواد جذب شده به وجود خواهد آمد و هر عاملی که باعث افزایش این عامل شود، منجر به افزایش عملکرد دانه خواهد شد.

1- Rotavator

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد و روغن دانه در گیاه همیشه بهار

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع بوته	تعداد کاپیتول بارور در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد روغن
تکرار	۲	۱۶/۲۵ ns	۱۲/۶۶ ns	۰/۵ ns	۱/۸۰ ns	۱۱۶۶۵/۲۵ ns	۱۶/۶۲ ns	۴/۹۰ ns	۱۶۹ ns
تیمار	۷	۵۱/۷۹**	۴۶/۹۵**	۷۰/۷۰**	۲/۲۰**	۱۰۴۲۶۹/۷۱**	۱۴۵۹۷/۳۷**	۷/۶۹*	۸۰۸/۶۲*
خطا	۱۴	۱۶/۲۶	۸/۵۲	۱۳/۴۰	۰/۶۹	۱۹۶۵۹/۸۳	۳۰۸۵/۴۸	۱/۹۹	۲۵۱/۷۳
ضریب تغییرات (٪)		۱۱/۷۸	۹/۳۶	۱۱/۶۷	۱۱	۱۰/۴۷	۹/۹۲	۷/۵۳	۱۵

ns، * و **- به ترتیب نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد است

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد ، اجزای عملکرد و روغن دانه در گیاه همیشه بهار

تیمارها	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	تعداد کاپیتول در بوته	تعداد دانه در کاپیتول	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
شاهد	۲۹/۳۳ c	۲۵/۶۷ c	۲۴/۳۳ c	۶/۳۳ b	۱۰۰۰/۳۳ c	۴۴۲/۳۳ c
آهن	۳۳/۶۸ abc	۲۳/۳۳ ab	۳۵ a	۸/۴۳ a	۱۵۲۳/۳۴ a	۵۸۶/۶۷ a
روی	۴۰ a	۳۳/۳۴ ab	۳۳/۶۷ ab	۷/۱۳ ab	۱۳۵۷ a	۵۶۰ ab
منگنز	۲۹/۶۸ c	۲۶/۳۳ c	۲۵/۳۳ c	۶/۵۳ b	۱۰۶۳/۳۳ bc	۴۷۶/۳۳ bc
آهن+ روی	۳۷/۶۸ ab	۳۷ a	۳۴/۳۳ a	۸/۱۳ a	۱۴۸۰/۶۷ a	۶۴۳/۶۶ a
آهن+ منگنز	۳۰/۳۴ bc	۳۰/۶۷ bc	۲۷/۳۳ bc	۸/۲ a	۱۳۸۴/۶۷ a	۵۶۳/۳۳ ab
روی+ منگنز	۳۵/۳۴ abc	۲۹/۳۳ bc	۳۴/۶۷ a	۷ ab	۱۲۶۶/۶۸ ab	۵۷۰ ab
آهن+ روی+ منگنز	۳۸ ab	۳۴/۶۷ ab	۳۶/۳۳ a	۸/۳۳ a	۱۳۶۰ a	۶۳۴/۳۳ a

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

روی با افزایش مقدار تنظیم کننده‌های رشد، کمک به متابولیسم مواد و با تاثیرگذاشتن بر واکنش‌های انتقال الکترون در چرخه کربس و مشارکت در تقسیم سلولی بافت‌های مریستمی، شرکت در تولید مواد هیدروکربن‌دار و پروتئین و انتقال آن‌ها و همچنین با متمرکز بودن در اندام‌های زایشی به ویژه در گلها به همراه آهن به عنوان کاتالیزور در بسیاری از واکنش‌های شیمیایی اکسیداسیون و احیاء در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی حضور فعال دارند (۷، ۱۸ و ۲۱). بنابراین، تغذیه گیاه با روی و آهن سبب ذخیره کربوهیدرات‌های دانه گرده و افزایش طول عمر آن و در نتیجه، موجب افزایش گرده افشانی و در نهایت باعث افزایش تعداد، وزن دانه و در نهایت عملکرد دانه می‌شود. رمرودی و همکاران (۵) گزارش کردند که تعداد دانه در سنبله اسفرزه تحت تاثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی قرار گرفت و به طور معنی-داری نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. غفاری ملایری و همکاران (۶) نشان دادند که مصرف عناصر ریزمغذی موجب افزایش تعداد دانه در ذرت شد. حیدریان و همکاران (۱۹) در سویا نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین (۸/۴۳ گرم) و کمترین وزن هزاردانه (۶/۳۳ گرم) به ترتیب به تیمارهای محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن و شاهد تعلق داشت. به طوریکه مقدار وزن هزاردانه در تیمار محلول‌پاشی با آهن نسبت به تیمار شاهد ۳۰ درصد افزایش نشان داد. محلول پاشی منگنز به تنهایی نتوانسته است وزن هزار دانه را نسبت به شاهد افزایش دهد و این عدم تاثیر منگنز در ترکیبات تیماری نیز تا حدودی مشاهده می شود (جدول ۳). تعداد رنگدانه‌های فتوسنتز کننده، مقدار کلروفیل برگ‌ها، میزان فتوسنتز و سرعت تثبیت دی اکسید کربن در حضور آهن در واحد سطح برگ افزایش می‌یابد. در نتیجه تولید نشاسته و قند در برگ‌ها و ذخیره سازی آن در دانه، موجبات افزایش وزن هزاردانه و عملکرد دانه را فراهم می‌کند (۲۱). در تحقیق حاضر بعد از آهن، عنصر روی تأثیر

بیشتری در افزایش وزن دانه داشت (جدول ۳) که به دلیل نقش آن در تشکیل دانه و افزایش وزن دانه از طریق تأثیر بر فرآیند رشد زایشی و کمک به ماده‌سازی و تولید کربوهیدرات و پروتئین دانه می‌باشد (۱۸). در یک بررسی در کتان مشخص شد که محلول‌پاشی با عناصر غذایی ریز مغذی آهن، روی و منگنز سبب افزایش وزن هزار دانه در مقایسه با تیمار شاهد شد (۱۵). افزایش وزن هزار دانه از طریق مصرف عناصر ریز مغذی توسط حیدریان و همکاران (۱۹)در سویا، کمرکی و گلوی (۸) در گلرنگ و رمرودی و همکاران (۵) در اسفرزه و غفاری ملایری و همکاران (۶) در ذرت گزارش شده است.

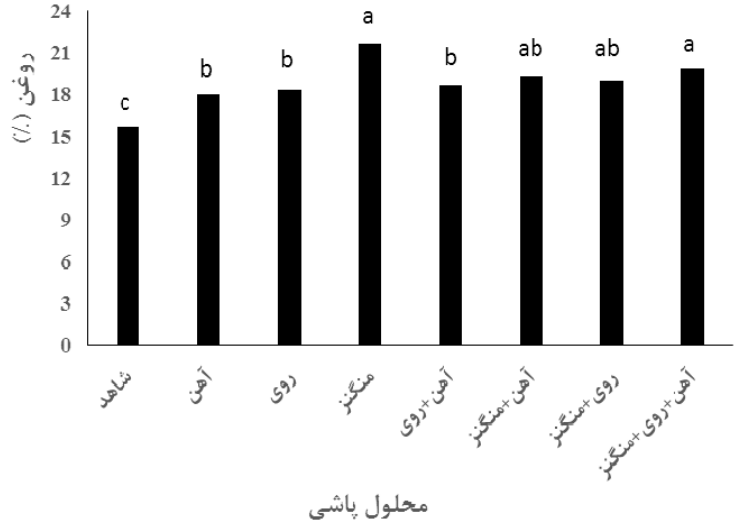
بیشترین عملکرد بیولوژیکی (۱۵۲۳ کیلوگرم در هکتار) از تیمار آهن و کمترین مقدار آن (۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) از تیمار شاهد به دست آمد. به طوریکه آهن سبب افزایش ۳۴ درصدی عملکرد بیولوژیکی گردید (جدول ۳). تأثیر مثبت عناصر ریزمغذی بر عملکرد بیولوژیکی ممکن است به دلیل افزایش بیوسنتز اکسین بر ارتفاع بوته در حضور عنصر روی، افزایش کارایی جذب نیتروژن، افزایش غلظت کلروفیل و فعالیت ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز باشد که منجر به بهبود کارایی فتوسنتز و به دنبال آن موجب افزایش عملکرد بیولوژیکی می‌گردد (۲، ۷ و ۹). کمبود عناصر ریزمغذی به خصوص عنصر آهن سبب کاهش شدید فتوسنتز می‌شود که در نهایت این امر می‌تواند منجر به کاهش عملکرد بیولوژیکی گردد به همین دلیل کمترین عملکرد بیولوژیکی به تیمار شاهد تعلق داشت. در یک تحقیق مشخص گردید که تیمارهای محلول‌پاشی با عناصر ریز مغذی در مقایسه با شاهد بطور معنی‌دار عملکرد بیولوژیکی اسفرزه را افزایش داد (۵). زهتاب سلماسی و همکاران (۲۸) در نعناع فلفلی، باقری خولنجانی و سلامتی (۱۴) در سیاه دانه، کمرکی و گلوی (۸) در گلرنگ و غفاری ملایری و همکاران (۶) در ذرت نیز با محلول‌پاشی عناصرریز مغذی به عملکرد بیولوژیکی بالاتر دست یافتند.

مقایسه میانگین داده‌ها بیانگر آن است که تیمارهای محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی در مقایسه با شاهد، به طور معنی‌داری موجب افزایش عملکرد دانه شدند. بالاترین عملکرد دانه (۶۴۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ترکیبی روی+ آهن حاصل شد که در مقایسه با تیمار شاهد حدود ۳۱/۲۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). عملکرد دانه همیشه بهار تابع اجزای عملکرد (تعداد کاپیتول، تعداد دانه در کاپیتول و وزن هزار دانه) می‌باشد و تغییر در هر یک از اجزاء سبب تغییر در عملکرد دانه خواهد شد. تاثیر عناصر ریز مغذی بر عملکرد دانه را به این صورت می‌توان توجیه کرد که این عناصر با افزایش دوام سطح برگ، بهبود فتوسنتز و یا تسهیم بهتر مواد در دانه‌ها باعث افزایش عملکرد می‌شوند (۷ و ۹). بنابراین، عناصر ریز مغذی رابطه متقابلی با یکدیگر دارند. شیرانی راد و همکاران (۲۶) گزارش کردند که مصرف توأم آهن و روی بر عملکرد بابونه تاثیر معنی‌دار داشت. خلیلی محله و رشدی (۳) نیز اظهار نمودند مصرف توأم محلول‌پاشی سه عنصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز باعث افزایش عملکرد و بهبود خصوصیات کیفی ذرت شد. مطالعه بر روی گیاه کتان نشان داد که محلول‌پاشی توأم عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز، عملکرد دانه را بیش از مصرف انفرادی این عناصر افزایش می‌دهد (۱۵). در یک بررسی که در مورد اثرات عناصر ریزمغذی آهن و روی بر عملکرد اسفرزه انجام شد، محلول‌پاشی توأم این دو عنصر غذایی، عملکرد دانه را ۲۳ درصد افزایش داد (۲۷). نتایج حاصل با تحقیقات انجام یافته توسط نصیری و همکاران (۲۳) در بابونه، رمرودی و همکاران (۵) در گیاه اسفرزه، حیدریان و همکاران (۱۹) در سویا، باقری خولنجانی و سلامتی (۱۴) در سیاه دانه، غفاری ملایری و همکاران (۶) در ذرت وکمرکی و گلوی (۸) در گلرنگ مطابقت دارد.

تیمارهای محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی در مقایسه با شاهد به طور معنی‌دار درصد روغن را افزایش دادند. بالاترین درصد روغن از محلول‌پاشی با منگنز (۲۱/۶۶ درصد) حاصل شد که در مقایسه با تیمار شاهد (۱۵/۶۷ درصد) ۲۷ درصد افزایش داشت (شکل ۱).

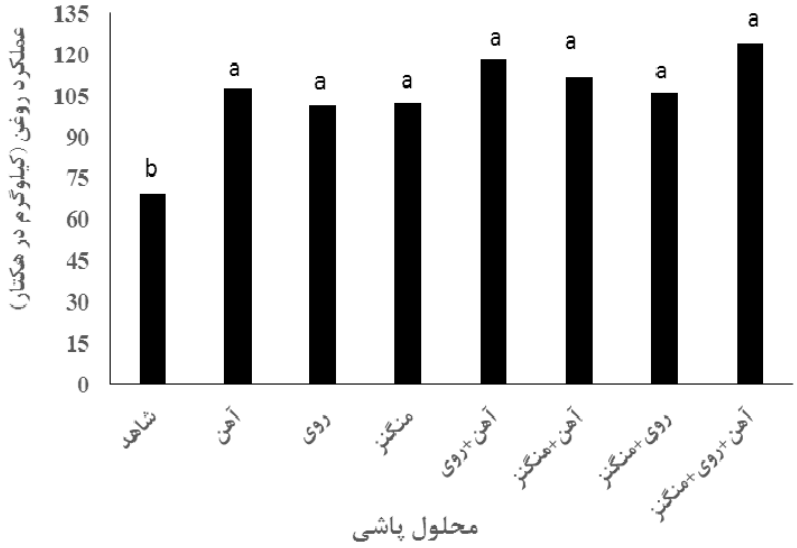
تحقیقات نشان داده گیاهانی که کمبود منگنز دارند، نه تنها میزان کلروفیل، بلکه حتی به میزان بیشتر، اجزای معمولی غشای کلروپلاست، مانند گلیکولیپیدها و اسیدهای چرب غیر اشباع کاهش می‌یابند و میزان روغن بذور چنین گیاهانی اغلب پایین است. شاید پایین بودن میزان روغن بذور چنین گیاهانی در شرایط کمبود منگنز، کاهش میزان فتوسنتز و در نتیجه، کمتر بودن اسکلت‌های کربن برای ساختن اسیدهای چرب می‌باشد (۲). عنصر روی نیز می‌تواند متابولیسم چربی‌ها را افزایش دهد و از این طریق درصد روغن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. آهن در ترکیب آنزیم‌های فتوسنتزی و تنفسی و همچنین در متابولیسم گیاهی نقش فعالی دارد (۸). بنابراین، با توجه به نقش اساسی عناصر ریزمغذی در واکنش‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و فرآیندهای متابولیکی گیاهان، تأثیر بسزایی در افزایش کمی و کیفی محصولات دارند (۹). در تحقیق حاضر عناصر ریزمغذی با رفع به موقع نیاز گیاه باعث افزایش درصد روغن گردیدند. نصری و خلعتبری (۱۱) نیز گزارش کردند که محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی (آهن، منگنز، روی، بر و مولیبدن) درصد روغن در کلزا را افزایش دادند. نتایج تحقیقات متعدد حاکی ازتأثیر عناصر ریزمغذی بر افزایش درصد روغن می‌باشد (۸، ۱۰ و ۲۵).

مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲) حاکی از تأثیر مثبت تیمارهای محلول‌پاشی بر عملکرد روغن در مقایسه با شاهد بود. کمترین (۶۹/۳۲ کیلوگرم در هکتار) و بیشترین (۱۲۴/۲۰ کیلوگرم در هکتار) عملکرد روغن به ترتیب به تیمار شاهد و محلول‌پاشی ترکیبی آهن+ روی+ منگنز تعلق داشتند که در مقایسه با تیمار شاهد ۴۴ درصد افزایش داشت.



شکل ۱- اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر درصد روغن دانه همیشه بهار

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



شکل ۲- اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد روغن دانه همیشه بهار

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند

افزایش عملکرد روغن در شرایط کاربرد عناصر ریزمغذی به این دلیل است که عملکرد روغن تابعی از درصد روغن و عملکرد دانه می‌باشد و چون عناصر ریزمغذی آهن+ روی+ منگنز سبب افزایش درصد روغن و عملکرد دانه گردید، عملکرد روغن را نیز افزایش داد (شکل ۲). گزارش شده است که محلول پاشی ترکیبی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز در مقایسه با تیمار شاهد باعث افزایش معنی‌دار عملکرد روغن کتان گردید (۱۵). نصری و خلعتبری (۱۱) در کلزا نیز به نتایج مشابهی دست یافتند که با نتیجه آزمایش حاضر مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی از طریق بهبود اجزای عملکرد سبب افزایش عملکرد دانه و روغن همیشه بهار گردید. تأثیر معنی‌دار

محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر ویژگی‌های کمی و کیفی همیشه بهار بیانگر تأثیر سودمند محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی می‌باشد که نشان می‌دهد محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی می‌تواند به عنوان یک راهکار مدیریتی کارآمد در تولید محصولات کشاورزی مناسب باشد.

منابع

۱- امید بیگی ر .۱۳۸۸. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم. انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۳۸ صفحه.

۲-خلد برین ب. و اسلام زاده ط. ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی. انتشارات دانشگاهی شیراز. ۴۹۵ صفحه.

۳-خلیلی محله ج. و رشدی م. ۱۳۸۷. اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت سیلویی ۷۰۴ در خوی. مجله نهال و بذر. ۲ (۲۴): ۲۹۳- ۲۸۱.

۴-رحیمی م م.، مظاهری د. و خدابنده ن. ۱۳۸۰. اثر عناصر ریز مغذی بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم آفتابگردان در منطقه ارسنجان. مجله پژوهش و سازندگی. ۶۱: ۱۰۳- ۹۶.

۵-رمرودی م.، کیخاژاله م.، گلوی م.، ثقه الاسلامی م.ج. و برادران ر. ۱۳۹۰. اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی و رژیم‌های آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۲ (۳): ۲۲۶-۲۱۹.

۶-غفاری ملایری م.، اکبری غ.ع. و محمدزاده آ. ۱۳۹۱. واکنش عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت به کاربرد خاک مصرف و محلول پاشی عناصر ریزمغذی. نشریه پژوهشهای زراعی ایران. . ۲ (۱۰): ۳۷۳-۳۶۸.

۷-کامکار ب.، صفاهانی لنگرودی ع.ر. و محمدی ر.۱۳۹۰. کاربرد مواد معدنی در تغذیه گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۰۰ صفحه.

۸-کمرکی ح. و گلوی م. ۱۳۹۱. ارزیابی محلولپاشی عناصر ریزمغذی آهن، بر و روی بر ویژگیهای کمی و کیفی گلرنگ. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۳ (۴): ۲۰۶- ۲۰۱.

۹-ملکوتی م.ج.، کشاورز پ. و کریمیان ن. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۷۵۵ صفحه.

۱۰-میرزاپور م.ح. و خوشگفتار منش ا.ح. ۱۳۸۷. تاثیر کود دهی آهن بر رشد، عملکرد و مقدار روغن دانه آفتابگردان در یک خاک آهکی شور - سدیمی. پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. ۴ (۸): ۷۴-۶۱.

۱۱-نصری م. و خلعتبری م. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر غلظت محلول پاشی ریز مغذی بر خصوصیات کمی و کیفی ارقام کلزا در منطقه ورامین. فصلنامه دانش کشاورزی ایران. ۲ (۵): ۲۱۳-۱۰۷.

12- Alvarez-Fernandez A., Garcıa-Lavina P., Fidalgo C., Abadıa J., and Abadıa A. 2004. Foliar fertilization to control iron chlorosis in pear (*Pyrus communis* L.) trees. Plant and Soil, 262: 5-15.

13- Attia K.K. 2004. Response of two peanut varieties to phosphorus fertilization and foliar application of certain micronutrients under sandy calcareous soil conditions. Assiut Journal Agricultural Sciences, 35: 253-267.

14- Bagheri Khoulenjani M., and Salamati M.S. 2011. Morphological reaction and yield of *Nigella sativa* L. to Fe and Zn. African Journal of Agricultural Research, 7: 2359-2362.

15- Bakry B.A., Tawfik M.M. Mekki B.B., and Zeidan M.S. 2012. Yield and yield components of three flax cultivars (*Linum usitatissimum* L.)in response to foliar application with Zn, Mn and Fe under newly reclaimed sandy soil conditions. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 12: 1075-1080.

16- Bernal M., Cases R., Picorel R., and Yruela I. 2007. Foliar and root Cu supply affect differently Fe and Zn-uptake and photosynthetic activity in soybean plants. Environmental and Experimental Botany, 60:145–150.

17- Blakrishman K. 2000. Peroxidase activity as an indicator of the iron deficiency banana. Indian Journal of Plant Physiology, 5: 389-391.

18- Broadley M. R., Philip J.W., Hammond J.P., Zelko I., and Alexander L. 2007. Zinc in plants. New Phytologist, 173: 677–702.

19- Heidarian A.R., Kord H., Mostafavi K.H., Lak A.P., and Amini Mashhadi. F. 2011. Investigating Fe and Zn foliar application on yield and its components of soybean (*Glycine max* L.) at different growth stages. Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development, 3: 189 -197.

20- Leal F., Rodrigues A., Fernandes D., Nunes F.M., Cipriano J., Ramos J., Teixeira S., Vieira S., Carvalho L.M., and Pinto-Carnide O .2009. Invitro multiplication of *Calendula arvensis* for secondary metabolites extraction. Acta Horticulture, 812: 251-256.

21- Malakouti M.J. 2008. The effect of micronutrients in ensuring efficient use of macronutrients. Turkish Journal of Agricultural and Forestry, 32: 215-220.

22- Marschner H.1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Second edition, Academic Press Limited. Harcourt Brace and Company, Publishers, London, pp. 347-364.

23- Nasiri Y., Zehtab-Salmasi Z., Nasrullahzadeh S., Najafi N., and Ghassemi-Golezani K. 2010. Effects of foliar application of micronutrients (Fe and Zn) on flower yield and essential oil of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Journal of Medicinal Plants Research, 4: 1733-1737.
24- Oshodi A.A., Olaofe O., and Hall G.M. 1993. Amino acid, fatty acid and mineral composition of pigeon pea. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 43: 187-191.
25- Ravi S., Channal H.T., Hebsur N.S., Patil B.N., and Dharmatti P.R .2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Karnataka Journal Agriculture Science, 32: 382-385.
26- Shirani Rad A.H., Kavandi H., and Bitarafan Z. 2011. Plant density and foliar application of Zn and Fe effects on some quantitative and qualitative traits of german chamomile. International Journal of Science and Advanced Technology, 1: 59-64.
27- Zehtab-Salmasi S., Behrouznajhad S., and Ghassemi-Golezani K. 2012. Effects of foliar application of Fe and Zn on seed yield and mucilage content of Psyllium at different stages of maturity. International Conference on Environment, Agriculture and Food Sciences (ICEAFS'2012) August 11-12, 2012 Phuket (Thailand). 63-65.
28- Zehtab-Salmasi S., Heidari F., and Alyari H. 2008. Effect of microelements and plant density on biomass and essential oil production of peppermint (*Mentha piperment* L.). Plant Science Research, 1: 24-28.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۱۰-۱۰۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 103-110
ISSN: 2008 - 4730

بررسی تغییرات آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز و پروتئین کل در پاسخ به تنش سرما در برخی ارقام انگور

مریم کریمی علویجه[1*]- علی عبادی[2]- سید امیر موسوی[3]- سید علیرضا سلامی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۵/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۲/۲۲

چکیده

سرمازدگی یکی از مهم‌ترین استرس های محیطی می‌باشد که عملکرد و کیفیت بسیاری از محصولات کشاورزی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. گیاهان مختلف برای تحمل سرما و از بین بردن صدمات ناشی از آن، از سیستم های مختلفی استفاده می‌کنند. یکی از این سیستم‌ها، سیستم آنزیمی می‌باشد. برای درک بهتر پاسخ ارقام مختلف انگور به شرایط تنش دمای پایین، تغییرات آنزیمی در طی زمان‌های مختلف بعد از تنش سرما به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار مورد مطالعه قرار گرفت. نمونه‌های برگی گرفته شده ازگیاهان انگور تحت تنش سرما، برای تهیه عصاره آنزیمی در دمای منهای ۸۰ نگهداری شدند. کاهش دما تا مرز چهار درجه سانتیگراد برای انگیزش و القا ژنهای سنتز کننده پروتئین‌های سازگاری به سرما کافی است. نتایج این آزمایش نشان داد که با کاهش دما فعالیت آنزیمی بین شش رقم انگور ایرانی (اتابکی، خلیلی دانه‌دار، شاهرودی، رجبی سیاه، عسکری و بیدانه سفید) و هم‌چنین انگور آمریکایی ریپاریا تغییر یافت. بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز مربوط به انگور خلیلی دانه دار و گونه ریپاریا و کمترین فعالیت مربوط به ارقام رجبی سیاه، بیدانه سفید و شاهرودی بود. فعالیت آنزیم گوئیکولپراکسیداز، در تمامی ارقام در محدوده زمانی ۱۲ ساعت پس از اعمال تنش سرما به حداکثر رسید و پس از آن تقریبا ثابت ماند، در حالی‌که حداکثر فعالیت آنزیم کاتالاز در بین ارقام مورد آزمایش در محدوده زمانی هشت ساعت مشاهده شد. هم‌چنین شرایط تنش باعث افزایش محتوی پروتئین کل در نمونه‌هایمورد آزمایش شد که در این سنجش، رقم خلیلی دانه‌دار بیشترین میزان پروتئین کل را دارا بود و بیشترین تجمع پروتئین در محدوده زمانی ۱۲ ساعت مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: انگور، تنش سرما، کاتالاز، گوئیکولپراکسیداز، پروتئین کل

مقدمه

سرما، شوری و خشکی از جمله استرس‌هایی هستند که رشد و تولید محصول گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهند. بنابراین تولید گیاهان مقاوم به منظور تامین غذای جمعیت رو به رشد جهان دارای اهمیت زیادی می‌باشد.انگور از زمره اولین میوه‌هایی است که انسان از دوره‌های ما قبل تاریخ و شروع کشاورزی در دنیا مورد کشت و کار قرار داده و از آن به عنوان محصول باغی و وحشی استفاده‌های زیادی کرده است. سرمازدگی بوته‌های مو ارقام وینیفرادر دماهای پایین‌تر از ۱۵- درجه سانتی‌گراد رخ می‌دهد. کاهش دما موجب وارد آمدن فشار مکانیکی به دیواره سلولی و به دنبال آن تحریک ژنهایی که بیان آن‌ها، اثرات مخرب تنش را کاهش می‌دهد، می‌شود (۱۲).

به‌علاوه وجود تنش سرما با ممانعت از انجام واکنش‌های شیمیایی به طور مستقیم و از طریق تنش‌هایاسمزی و اکسیداتیو به طور غیر مستقیم از بیان کامل پتانسیل ژنتیکی گیاه ممانعت می‌کند. تنش سرما موجب تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژی ازجمله : تغییر در میزان و فعالیت آنزیم‌ها، تجمع کربوهیدرات‌ها، اسیدهای آمینه و پروتئین‌های محلول و هم‌چنین موجب تغییر در ترکیبات چربی غشای سلولی می‌شود (۳۰). دمای پایین سبب تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود که با واکنش سریع با DNA، پروتئین و لیپیدها صدمات جدی به سلول می‌زنند (۲۵). بنابراین توانایی سلول‌ها برای از بین بردن گونه‌های اکسیژن فعال یکی از اساسی‌ترین مکانیزم‌ها برای کسب تحمل نسبت به تنش های محیطی است(۶). در این مسیر هر دو سیستم آنزیمی و غیر آنزیمی در حفظ گیاه در مواجهه با اکسیژن فعال موثرند (۲۳).

برای از بین بردن ترکیبات سمی، مکانیسم‌های آنتی اکسیدانی در

۱، ۲ و ۴ - دانشجوی دکتری، استاد و استادیار گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: Mkarimia61@gmail.com)
۳- دانشیار پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری

گیاه آغاز به فعالیت می‌کنند که در نهایت گونه‌های اکسیژن فعال را از بین می‌برند. تحقیقات انجام شده بسیاری بر زنجیره آنتی اکسیدانی در سلول، برای مقابله با تنش های مختلف تاکید کرده‌اند (۱۲، ۲۸، ۳۱ و ۳۲). آنزیم‌هایی مانند سوپراکسیددیسموتاز، کاتالاز، آسکورباتپراکسیداز، گلوتاتیونردوکتاز و آنتی اکسیدان‌هایی از جمله آسکوربیک اسید، گلوتاتیون و نوکلئوتیدهاپیریدین به همراه ترکیبات فنولی و کاروتنوئیدی و توکوفرول‌ها برای از بین بردن خاصیت سمی گونه‌های اکسیژن فعال ضروری هستند (۲۴).

در گیاهان عالی تولید زیاد گونه های فعال اکسیژن، صفتی ذاتی است که در شرایط تنش ایجاد می‌شود. مکانیسم پاسخگویی به تنش بوسیله آنزیم‌های آنتی اکسیدان تکمیل می‌گردد. گیاهان تراریخت که تولید بیشتر آنزیم‌های آنتی اکسیدان (سوپراکسیددیسموتاز و گلوتاتیونردوکتاز) را دارند، تحمل به شرایط تنش بهتری دارند. تجمع متابولیت‌ها و تغییر در فعالیت آنزیم‌ها از جمله کاتالاز و پراکسیداز ممکن است مربوط به پتانسیل گیاه برای مقابله با اثرات مضر تنش‌های محیطی در فرایندهای مختلف فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی باشد (۵ و ۷).

کاتالاز اولین آنزیم آنتی اکسیدان کشف و شناسایی شده است (۱۹و ۱۳). کاتالاز یک آنزیم محتوی هم[1] است که تبدیل دو مولکول پراکسید هیدروژن به آب و اکسیژن را کاتالیز می‌کند (جدول ۱). کاتالاز بالاترین و سریع‌ترین پتانسیل از بین بردن پراکسید هیدروژن را در بین آنزیم‌ها دارا است.میزانپایه فعالیت آنزیم کاتالازدر گونه‌های گیاهی متفاوت می‌باشد. در طی دوره سرمادهی، فعالیت پایه نسبت به گونه گیاهی و مدت زمان طی شده از آغاز شرایط تنش سرما تغییر پیدا می‌کند. (۱۸). کوکرجا و همکاران (۱۶) افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز را در ریشه‌های *C. arietinum* تحت تنش شوری گزارش کردند در حالی‌که در مطالعه دیگر، شرما و دوبی (۲۶) در دانهال‌های برنج که تحت تنش خشکی بودند، کاهش فعالیت کاتالاز را گزارش کردند.

گوئیکولپراکسیداز تعداد زیادی از ترکیبات آلی مانند فنول‌ها، آمین‌های معطر و هیدروکینون‌ها را اکسید می‌کند، اما معمول‌ترین سوبسترای مورد استفاده این آنزیم گوئیکول یا پایروگالول است. این پروتئین دارای آهن، اسید ایندول استیک را تجزیه می‌کند، در سنتز لیگنین نقش دارد و در مقابله با استرس‌های محیطی به عنوان مصرف کننده پراکسید هیدروژن عمل می‌کند. این آنزیم در سیتوپلاسم و آپوپلاست یافت میشود. فعالیت این آنزیم به گونه گیاه و شرایط استرس بستگی دارد (۱۴).

به‌نظر می‌رسد با مطالعه و بررسی فعالیت آنزیم‌های فوق الذکر شده و هم‌چنین محتوی کل پروتئین ارقام مختلف انگور تحت شرایط تنش و مقایسه آن‌ها با شرایط کنترل بتوان ارقام مقاوم انگور را تشخیص داد. باید توجه داشت ارقام تجاری انگور دارای برخی صفات نامطلوب (حساسیت به شرایط محیطی مانند سرما و خشکی، حساسیت به آفات و بیماری‌ها) می‌باشند که می‌توان با برنامه‌های دورگ گیری و یا انتقال ژن درجهت اصلاح این صفات نامطلوب قدم برداشت و ارقامی را به بازار معرفی کرد که مجموعه‌ای از صفات مطلوب را داشته باشد. شرایط دمایی چهار درجه سانتی‌گراد برای فعال شدن ژنها وآنزیم‌های موثر در سازگاری و مقاومت انگور به سرماهای سخت زمستانه کافی است. در طی دوره سازگاری گیاهان، پروتئین‌های کافی در سلول ها سنتز شده و سلول‌ها توانایی گذراندن سرماهای بسیار پایین را کسب می‌کنند. با اعمال این شرایط تنش میتوانارقامی از انگور با فعالیت بیشتر آنزیم را انتخاب کرد که به احتمال زیاد نسبت به شرایط دمایی پایین تحمل دارند. بنابراین، هدف مطالعه حاضر بررسی میزان فعالیت آنزیم های کاتالاز و گوئیگولپراکسیداز به منظور تشخیص ارقام متحمل از ارقام حساس نسبت به تنش سرما انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

قلمه‌های انگور از ارقام خلیلی دانه دار، اتابکی، عسکری، شاهرودی، بیدانه سفید و رجبی و گونه ریپاریا در زمستان سال ۱۳۸۹ از مرکز تحقیقات گروه علوم باغبانی پردیس دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران جمع آوری و به گلخانه‌های گروه علوم باغبانی انتقال یافت. این قلمه‌ها در گلدان‌ها کشت شده و شرایط محیطی مناسب برای ریشه‌دار شدن و رشد قلمه‌ها فراهم گردید. گیاهان در شرایط گلخانه (رطوبت ۲۰±۵۰ و دمای ۵±۲۰) رشد داده شدند و به طور مرتب با محلول غذایی تغذیه شدند و با آفات و بیماری‌ها موجود مبارزه گردید. گیاهان یکساله به فیتوترون های با شرایط دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و شدت نور ۴۰۰۰-۳۵۰۰ لوکس که بطور دائمی بود، منتقل شدند. در زمان‌های مشخص (۴ ساعت، ۸ ساعت، ۱۲ ساعت، ۲۴ ساعت، ۷۲ ساعت، ۱۴۴ ساعت) نمونه‌گیری از برگ‌ها انجام شد و نمونه‌ها در داخل ازت مایع به فریزر ۸۰-درجه سانتی‌گراد منتقل شدند.

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم گوئیکولپراکسیداز

فعالیت آنزیم پراکسیداز بر اساس تبدیل گوئیکول به تترا گوئیکول در حضور پراکسید هیدروژن و تغییر رنگ مخلوط واکنش و افزایش در جذب نوری در طول موج ۴۷۰ نانومتر، به روش چانس و مهلی (۱۱) انجام گرفت. به منظور تهیه عصاره آنزیمی برای سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز، از بافر فسفات سدیم ۱۰۰ میلی مولار (پی اچ ۷) استفاده شد. بدین منظور پس از پودر کردن ۳۵۰ میلی گرم از برگ در

1-Heme

حضور ازت مایع و انتقال آن به تیوب ۲ میلی‌لیتری، ۱۵۰۰ مایکرولیتر از بافر فسفات سدیم ۱۰۰ میلی مولار حاوی ۲ درصد PVPP و ۱/۳ میلی مولارEDTA، به آن افزوده شد و پس از ورتکس، نمونه ها به مدت ۱۵ دقیقه در g ۲۰۰۰۰ سانتریفیوژ شدند. به منظور سنجش فعالیت آنزیمی ۶۰۰ مایکرولیتربافر فسفات سدیم ۱۰۰ میلی مولار به همراه ۲۷۰ مایکرولیترگوئیکول ۲درصد ، و ۱۷۰ مایکرولیتر پراکسید هیدروژن ۱درصد به مدت ۹ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و سپس ۱۵۰ مایکرولیتر از عصاره آنزیمی به مخلوط واکنش افزوده و به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر، افزایش جذب نوری در طول موج ۴۷۰ نانومتر در مدت ۳ دقیقه ثبت شد. میزان فعالیت این آنزیم بر اساس کاتالدر میلی لیتر گزارش شد.

اندازه گیری فعالیت آنزیم کاتالاز

فعالیت این آنزیم به روش ابی[1](۴) اندازه گیری شد. به این منظور به ۳۵۰ میلی گرم بافت برگی پودر شده ۱۵۰۰ مایکرولیتر از بافر فسفات سدیم ۱۰۰ میلی مولار حاوی ۲ درصد PVPP و ۱/۳ میلی مولارEDTA، افزوده شد و پس از ورتکس، نمونه ها به مدت ۱۵ دقیقه در۱۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و روشناور برای سنجش آنزیم بکار گرفته شد. مخلوط واکنش دارای ۳۰ میلی مولار پراکسید هیدروژن در بافر فسفات ۵۰ میلی مولار (پی اچ ۷) و ۱۰۰ مایکرولیتر عصاره آنزیم در حجم نهایی ۱۰۰۰ مایکرولیتر بود. فعالیت آنزیم کاتالاز بر اساس مصرف پراکسید هیدروژن در واکنش و کاهش جذب نوری در طول موج ۲۴۰ نانومتر سنجیده و بر اساس کاتال در میلی‌لیتر گزارش شد.

اندازه‌گیری پروتئین محلول کل

در این آزمایش پروتئین های محلول به روش برادفورد(۱۰) اندازه‌گیری شدند. به این منظور ۳۵۰ میلی‌گرم از برگ در ازت مایع پودر شد و ۱/۵ میلی لیتر بافر فسفات سدیم ۱۰۰ میلی مولار(پی اچ ۷/۵) به آن افزوده شد. مخلوط حاصل بلافاصله پس از ورتکس، بمدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در g۱۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. بعد از این مرحله روشناور برداشته شده و تا زمان اندازه‌گیری پروتئین در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. به منظور سنجش غلظت پروتئین نمونه های مورد آزمایش، با استفاده از غلظت‌های مختلف پروتئین آلبومین سرم گاوی (BSA) منحنی استاندارد رسم گردید (ضریب پیوستگی منحنی استاندارد رسم شده طی انجام آزمایش ۰/۹۹۴بود) و بعد از تهیه منحنی استاندارد، ۲۰ مایکرولیتر از نمونه‌های عصاره آنزیمی با ۲ میلی‌لیتر از معرف برادفورد ۲۰درصد مخلوط شد و بعد از ۵ دقیقه میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۹۵ نانومتر در دستگاه اسپکترفتومتر قرائت شد.

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت رقم انگور و هفت زمان نمونه‌گیری بعد از اعمال تنش سرما اجرا شد. تمام آزمایشات نورسنجی به‌وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر مدل Perkin Elmer, Lambda EZ201, U.S.A. انجام گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای Excel و SAS (version 9.1.3) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میزان پروتئین کل در جدول۱ نشان داده شده است. اثر رقم و زمان و اثر متقابل رقم و زمان بر میزان پروتئین کل در سطح یک درصد معنی‌دار بود.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس میزان پروتئین کل در طی دوره تنش سرمادر ارقام مختلف انگور و گونه ریپاریا در زمان‌های مختلف بعد از تنش سرما

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
رقم	۶	۰/۰۲۰۵**
زمان	۶	۰/۱۶۱۱**
رقم× زمان	۳۶	۰/۰۰۵۷**
خطا	۹۸	۰/۰۰۰۱۵

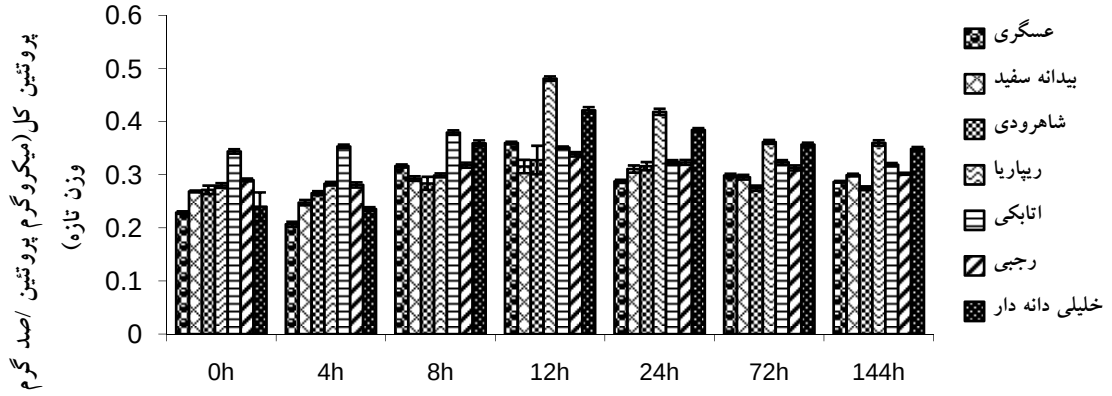
**- تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪

ریپاریا نشان داد که انگور ریپاریا به‌طور کلی(۳۳۷/. میکروگرم/ ۱۰۰گرم وزن تازه) نسبت به ارقام وینیفرا برتری داشته است، به‌طور واضح این تفاوت میزان پروتئین در زمان ۱۲ ساعت بعد از اعمال تنش مشاهده شد. رقم خلیلی دانه دار (۰/۳۱۲ میکروگرم/ ۱۰۰گرم وزن تازه) از نظر میانگین کلی تجمع پروتئین بعد از گونه ریپاریا و حداکثر میزان تجمع پروتئین را در بازه زمانی ۱۲ ساعت، مشابه با انگور ریپاریا، نشان داد (شکل ۲).

در مورد انگور اتابکی حداکثر میزان پروتئین کل (۳۷۹/ ۰ میکروگرم/ ۱۰۰گرم وزن تازه) در بازه زمانی هشت ساعت مشاهده شد و میانگین کلی برای این رقم (۰/۲۵۹) بعد از گونه ریپاریا و رقم خلیلی دانه دار قرار داشت. در دیگر ارقام انگور تفاوت چشمگیری در تغییرات میزان پروتئین کل دیده نشد ولی تقریباً در همه آن‌ها روند رو به افزایش مشاهد شد و پس از ۱۲ ساعت افزایشی دیده نشد. کمترین میزان اندازه گیری شده پروتئین کل در ارقام شاهرودی و بیدانه سفید بود (شکل۱).

پژوهش افشار محمدیان و همکاران (۱) که بر روی دو رقم زیتون انجام شده بود نشان داد که در رقم زیتون مقاوم به سرما میزان پروتئین کل نسبت به رقم حساس بیشتر بود.

1-Abei



شکل ۱- میزان پروتئین کل در ارقام مختلف انگور و گونه ریپاریا در زمانهای مختلف بعد از تنش سرما

طی تنش سرما آنزیم های دفاعی دخیل در استرس اکسیداتیو افزایش فعالیت دارند. بعد از تنش سرما ذخیره پروتئین گیاه برای برگشت به حالت طبیعی افزایش می یابد (۲۰). روند افزایشی میزان پروتئین کل در ساعات اولیه بعد از تنش را میتوان اینگونه تفسیر نمود که با شروع تنش، گیاه برای محافظت از ساختارهای سلولی و حفظ فعالیت های عادی آن شروع به افزایش بیان ژن‌های دخیل در سنتز آنزیم های دفاعی میکند. لذا با سنتز میزان کافی از آنزیم های دفاعی توسط سلول لزومی برای افزایش بیشتر میزان آنزیم‌هایی که زیر مجموعه ای از پروتئین کل می‌باشند، نیست و پس از طی مدت زمان کافی از آغاز تنش، شرایط تحت کنترل سازمان گیاهی در خواهد آمد. از سوی دیگر هر گونه آسیب وارد شده به ساختار دی ان ا سلول از طریق گونه های اکسیژن فعال منجر به عدم سنتز پروتئین‌های مناسب برای عملکرد گیاه میشود (۲۲). بنابراین احتمالاً بتوان روند کاهشی میزان پروتئین کل (بعد از ۱۲ ساعت) را با آسیب وارده به برخی ساختارهای سلولی مربوط دانست.

تولید گونه های اکسیژن فعال در گیاهان یک عکس العمل عمومی در پاسخ به تنش های محیطی از جمله سرما، خشکی، شوری و تنش اوزون می‌باشد (۹ و ۲۱). سیستم دفاعی در مقابل تنش‌های اکسیداتیو در گیاهان شامل چندین آنزیم است. در این مطالعه، تغییرات آنزیم های پراکسیداز و کاتالاز که در از بین بردن گونه‌های اکسیژن فعال داری اهمیت می‌باشند، در طی دوره زمانی شش روزه در شش رقم انگور وینیفرا و گونه ریپاریا مورد مطالعه قرار گرفتند (شکل ۲).

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به فعالیت آنزیم گوئیکولپراکسیدازدر جدول ۲ نشان داده شده است. اثر رقم و زمان و اثر متقابل رقم و زمان بر میزان فعالیت آنزیم گوئیکولپراکسیدازدر سطح یک درصد معنی دار بود.

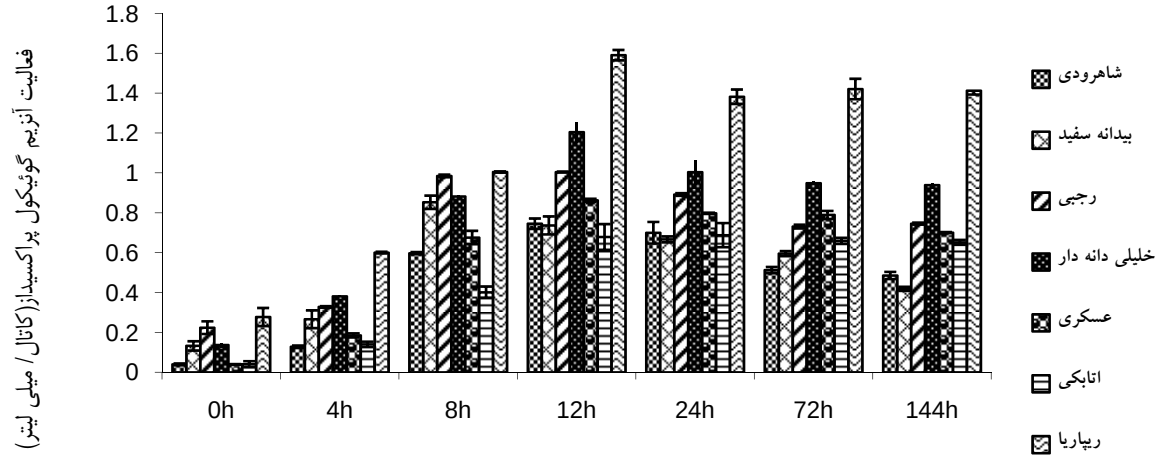
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس فعالیت آنزیم گوئیکولپراکسیداز در طی دوره تنش سرمادر ارقام مختلف انگور و گونه ریپاریا در زمان‌های مختلف بعد از تنش سرما

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
رقم	۶	۱/۲۴۷۳**
زمان	۶	۲/۰۲۰۶**
رقم× زمان	۳۶	۰/۰۵۳۲**
خطا	۹۸	۰/۰۱۶۲۳

**- تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪

نتایج اندازه‌گیری آنزیم گوئیکولپراکسیداز در طی پنج زمان بعد از قرارگیری گیاهان در دمای چهار درجه سانتی‌گراد و مقایسه آن‌ها با شاهد (شکل۲) نشان داد که با گذشت زمان فعالیت این آنزیم برای کنترل اثرات مخرب گونه‌های اکسیژن فعال افزایش می‌یابد.

میزان فعالیتاین آنزیم در زمان شاهد نسبت به دیگر زمان‌ها کم و با زمان‌های دیگر تفاوت معنی‌دار داشت. مقایسه میانگین فعالیت آنزیم بین ارقام انگور وینیفرا و گونه ریپاریا نشان می‌دهد که گونه ریپاریا به طور مشخصی فعالیت پراکسیداز بیشتری نسبت به ارقام وینیفرا دارد. در زمان ۱۲ ساعت بعد از تنش سرما بیشترین فعالیت این آنزیم در رقم ریپاریا مشاهده شد و بعد از آن رقم خلیلی دانه دار در بین ارقام وینیفرا قرار داشت. کمترین فعالیت در همین زمان مربوط به ارقام بیدانه سفید، شاهرودی و رجبی بود. پس از زمان ۱۲ ساعت میزان فعالیت آنزیم ثابت بود و افزایش معنی داری پس از این زمان در هیچ کدام از ارقام مشاهده نشد.



شکل ۲- میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در ارقام مختلف انگور وینیفرا و گونه ریپاریادر زمانهای مختلف بعد از تنش سرما

شنگچاون و همکاران (۲۷) با بررسی تاثیر دمای ۵ درجه سانتی‌گراد بر روی دو رقم توتون حساس و مقاوم به سرما مشاهده کردند که تنش سرما باعث افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز در برگ‌های این گیاهان تنش دیده نسبت به گیاه شاهد گردید. آپوستلوا و یانوا (۸) در مطالعه دفاع آنتی اکسیداتیودرطی مراحل اول سازگاری گندم زمستانه نتیجه گرفتند، در روز دوم بعد از تنش سرمای دو درجه سانتیگراد، افزایش معنی داری در سنتز آنزیم های پراکسیداز و کاتالاز نسبت به روز اول مشاهده شد. یانگ و همکاران(۳۵) تاثیر تنش سرما را بر توت فرنگی بررسی و گزارش کردند که ابتدا فعالیت آنزیم پراکسیداز به شدت افزایش پیدا کرد، اما با کاهش بیشتر دما، فعالیت به آرامی صورت گرفت. نتایجی مشابه بوسیله تاسگین و همکاران (۲۹) گزارش شده است.

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به داده‌های فعالیت آنزیم کاتالاز در جدول ۳ نشان داده شده است. اثر رقم و زمان و اثر متقابل رقم و زمان بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح یک درصد معنی‌دار بود.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس فعالیت آنزیم کاتالاز در طی دوره تنش سرمادر ارقام مختلف انگور و گونه ریپاریا در زمان‌های مختلف بعد از تنش سرما

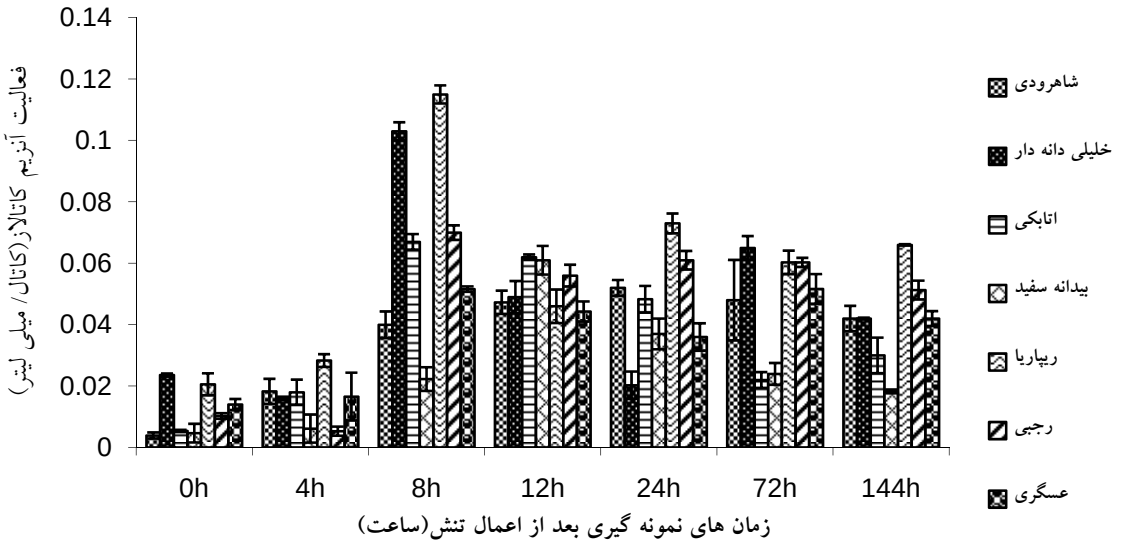
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
رقم	۶	۰/۰۰۲۱**
زمان	۶	۰/۰۱۱**
رقم× زمان	۳۶	۰/۰۰۷۱**
خطا	۹۸	۰/۰۰۰۰۴۰

**- تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪

مقایسه میانگین طی زمان‌های مختلف بعد ازتنش نشان داد که بین انگورهای تحت تنش، گونه ریپاریا و رقم خلیلی دانه‌دار با تفاوت معنی‌داری نسبت به دیگر ارقام قرار دارند (شکل ۳). آن‌ها در ساعات اولیه بعد از تنش افزایش فعالیت چشمگیری نشان ندادند. شاید علت این عدم افزایش فعالیت بعد از تنش تا هشت ساعت به خاطر کافی بودن میزان کاتالاز موجود و عدم تجمع گونه‌های اکسیژن فعال در حد خطرناک برای سلول‌های آن‌ها باشد ولی با گذشت زمان نیاز برای فعالیت هر چه بیشتر این آنزیم ضروری به نظر می‌رسد.

بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز برای این دو رقم در بازه زمانی هشت ساعت بعد از تنش سرمای چهار درجه سانتی‌گراد دیده شد و پس از آن دوباره کاهش فعالیت مشاهد شد. حدود یک روز بعد از تنش، فعالیت آنزیم کاتالاز در ریپاریا و خلیلی دانه دار به ثبات نسبی رسید. در مورد ارقام دیگری مانند شاهرودی، بیدانه سفید و عسگری سطح حداکثر فعالیت این آنزیم پایین تر از دیگر ارقام بود. رقم های رجبی و اتابکی مانند خلیلی دانه دار و ریپاریا حداکثر فعالیت آنزیم کاتالاز را هشت ساعت بعد از تنش نشان دادند و پس از آن کاهش فعالیت چشمگیری نداشتند. این ارقام در مقایسه با ریپاریا و خلیلی دانه‌دار به طور کل میزان فعالیت پایین تری را نشان دادند (شکل ۳).

کاتالاز با همکاری پراکسیداز و دیگر آنزیم ها، پراکسیدهیدروژن تولیدی در مواجهه سلول با تنش را از بین می‌برد (۱۴). با وجود جایگاه مشخص این آنزیم که در پراکسیزوم و گلی اکسی زوم ها میباشد، کاتالاز نقش کلیدی در مواجه با تنش‌های اکسیداتیو دارد.



شکل ۳- میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در ارقام مختلف انگور وینیفرا و گونه ریپاریا در زمانهای مختلف بعد از تنش سرما

مقایسه فعالیت کاتالاز در دو رقم گندم (اریدانو[1] و براسیلا[2]) در شرایط سازگاری به سرما نشان داد که میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز در رقم براسیلا که رقم مقاوم به سرما میباشد بالاتر از رقم اریدانو است، که نشان دهنده سیستم محافظتی قوی‌تری در این رقم برای به دام انداختن پراکسید هیدروژن است (۱۵).

میتوان احتمال داد که فعالیت بیشتر و کارآتر آنزیم کاتالاز در رقم خلیلی دانه دار و گونه ریپاریا باعث از بین رفتن و جلوگیری از آسیب‌های H_2O_2 میشود. کاهش فعالیت این آنزیم بعد از حداکثر فعالیت آن در زمان هشت ساعت احتمالاً به خاطر رفع نیاز سلول و کنترل اثرات مخرب تنش میباشد. پس از آن فعالیت آنزیم کاتالاز در ارقام مورد بررسی دچار نوسان چشمگیری نشد و نسبتا ثابت باقی ماند. رقم بیدانه سفید حداکثر فعالیت آنزیم کاتالاز را کمی دیرتر (۱۲ ساعت بعد از تنش) نشان داد ولی این رقم نیز روندی مشابه دیگر ارقام پس از رسیدن به حداکثر فعالیت خود داشت.

کاتالاز نقش مهمی در تحمل سرما (۲۴)و حذف پراکسید هیدروژن (۳۴) در گیاهان دارد . نظری و همکاران (۲) با بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز و اسکورباتپراکسیداز در دو رقم نخود بیان کردند که بعد از تنش سرما میزان فعالیت آنزیم کاتالازدرژنوتیپ مقاوم جم بیشتر از ژنوتیپ حساس۴۳۲۲ بود.

در مطالعه دیگر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز یک روز بعد ازتنش سرمای دو درجه سانتیگراد در خیار، ذرت، ارزن و سیب زمینی اندازه گیری شد. فعالیت آنزیم کاتالاز طی یک روز در تمامی گیاهان ذکر شده، افزایش یافت تا اثرات مخرب فعالیت گونه‌های اکسیژن فعال را از بین ببرد (۱۸).

پاسخ دانهال های نوعی از غلات (Buckwheat) به سرمای چهار درجه سانتیگراد نشان داد که تحت تاثیر این تنش میزان آنزیم کاتالاز و سوپر اکسید دیسموتاز تغییییر معنی‌داری نداشت در حالی‌که گوئیکول پراکسیداز و آسکورباتپراکسیداز به ترتیب ۳۳درصدو ۲۲درصد نسبت به شاهد افزایش فعالیت داشتند. بنابراین احتمالا میزان سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز برای کنترل شرایط تنش کافی بوده است و احتیاجی به فعالیت فراوان نداشته اند (۱۷).

در تحقیق ونایی و همکاران (۳) نخود رقم ILC428 به عنوان رقم مقاوم با کاهش دما تا منفی پنج درجه سانتی‌گراد نسبت به رقم حساس پیروز افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز را نشان داد که به دنبال آن تجزیه گونه فعال اکسیژن رخ می‌دهد. وانگو همکاران (۳۳) اثر تنش سرما را بر یونجه بررسی کردند و گزارش کردند که در رقم مقاوم فعالیت آنزیمی بیشتری هم در ساقه و هم در ریشه وجود دارد.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس یافته‌های این پژوهش می‌توان رقم خلیلی دانه دار را در بین ارقام وینیفرای مورد آزمون به عنوان مقاوم‌ترین معرفی نمود که در سطحی مشابه با گونه ریپاریا که به عنوان گونه مقاوم در جهان معرفی شده فعالیت آنزیمی و تجمع پروتئین کل را نشان داد. در تمامی ارقام روند فعالیت آنزیم گوئیکولپراکسیداز و کاتالاز مشابه بوده

1-Eridano
2-Brasilia

و پس از رسیدن به میزان حداکثر و کسب توانایی کنترل شرایط تنش، کمی کاهش پیدا کرده و پس از آن ثابت باقی ماند. لزوم فعالیت مداوم آنزیم‌ها را شاید بتوان به علت این امر دانست که فعالیت باید تا حدی ادامه داشته باشد که سلول‌ها به میزان کافی مواد لازم برای مواجهه با شرایط دمایی پایین را سنتز کنند. احتمالا دوره زمانی شش روزه برای کسب این توانایی کافی نبوده و در دوره زمانی طولانی‌تری این امر میسر می‌گردد و پس از آن به احتمال زیاد لزومی برای ادامه فعالیت بالای این آنزیم ها نبوده و فعالیتشان کاهش می‌یابد.

منابع

۱- افشار محمدیان م.، رضایی ش. و رمضانی ملک رودی م. ۱۳۹۱. بررسی مقاومت دو رقم زیتون به تنش سرما. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی.۱ (۲) :۱-۱۱

۲- نظری م.، معالی ا.ر. و رمضانپور س.س. ۱۳۹۰. بررسی پاسخ آنزیمی و بیان ژن‌های کاتالاز و پراکسیداز به تنش سرما در ژنوتیپ‌های ایرانی نخود. ژنتیک در هزاره سوم. سال نهم. ۱: ۲۲۹۹-۲۲۹۰.

۳- ونایی س.، سی و سه مرده ع.، و حیدری غ.۱۳۹۰. اثرات تنش سرما در مرحله جوانه زنی و گیاهچه ای بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان و برخی صفات فیزیولوژیکی در نخود. نشریه پژوهشهای زراعی ایران.۹(۳): ۵۲۴-۵۱۴.

4- Aebi H. 1984. Catalase in vitro. Methods in Enzymology. Academic press, Orlando, 105: 121-126.

5- Allen R.D., Webb R.P and Schake S.A. 1997. Use of transgenic plants to study antioxidant defenses. Free Radical Biology and Medicine 23:473-479.

6- Anderson M.D., Prasad T.K., and Stewart C.R.1995. Changes in izozyme profiles of catalase, peroxidase, and glutathione reductase during acclimation to chilling in mesocotyls of maize seedlings, Plant Physiology, 109: 1247-1257.

7- Aono M., Saji H., Sakamoto A., Tanaka K., Kondo N., and Tanaka K. 1995. Paraquat tolerance of transgenic Nicotianatabacum with enhanced activities of glutathione reductase and superoxide dismutase. Plant and Cell Physiology 36:1687-1691.

8- Apostolova P., and Yaneva I. 2006. Antioxidativedefence in winter wheat plants during early cold acclimation. General and Applied Plant Physiology, Special issue: 101-108.

9- Baker C.J., and Orlandi E.W., 1995. Active oxygen in plant pathogenesis, Annual Review Phytopathology, 33: 299–321.

10- Bradford M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72: 248-254.

11- Chance B., and Maehly A.C. 1955. Assay of catalases and peroxidases. In: Colowick, S.P., Kaplan, N.O. (Eds.), Methods in Enzymology. Academic Press, New York, 764–775.

12- Dalton T.H., Shertzer, A., and Puga, A.1999. Regulation of gene expression by reactive oxygen, Annual Review of Pharmacology and Toxicology, 39: 67-101.

13- Desikan R., Cheung M., Bright J., Henson D., Hancok J., and Neill S. 2004. ABA hydrogen peroxide and nitric oxide signalling in stomatal guard cells. Journal of Experimental Botany55(395): 205-212.

14- Foyer C. H., Lelandais M., and Kunert K. J. 1994. Oxidative stress in plants, Physiology Plant., 92: 696–717.

15- Francesca S., Luca S., and Claudio V. 1998. Changes in activity of antioxidative enzymes in wheat(*Triticum aestivum*) seedlings under cold acclimation. Physiologiaplantarum 104: 747-752.

16- Kukreja S., Nandwal A. S., Kumar N., Sharma S.K., Unvi V., and Sharma P. K. 2005. Plant water status, H2O2 scavenging enzymes, ethylene evolution and membrane integrity of *Cicerarietinum* roots as affected by salinity, Biologia Plantarum 49: 305-308.

17- Lučić B., Jovanović Ž., Radović S., and Maksimović V. 2009. Cold-induced response of buckwheat (*Fagopyrum esculemtum* moench) seedlings. Archives of Biological Sciences 61(3) 3-4.

18- Lukatkin A. S. 2002. Contribution of Oxidative Stress to the Development of Cold-Induced Damage to Leaves of Chilling-Sensitive Plants: 2. The Activity of Antioxidant Enzymes during Plant Chilling. Russian Journal of Plant Physiology. 49(6): 878-885.

19- Mhamdi A., Queval G., Chaouch S., Vanderauwera S., Breusegem F.V., and Noctor G. 2010. Catalase function in plants: a focus on Arabidopsis mutants as stress-mimic models. Journal of Experimental Botany, 61:4107-4320.

20- Millard P. 1988. The accumulation and storage of nitrogen by herbaceous plants. Plant Cell and Environment 11:18.

21- Mittler R., 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance, Trends in Plant Science, 7: 405-410.

22- Mundree S.G., Baker B., Mowla S., Peters S., Marais S., Willigen C.V., Govender K., Maredza A., Muyanga S., Farrant J.M., and Thomson J.A. 2002 Physiological and molecular insights into drought tolerance. African Journal of Biotechnoly 1: 2838.

23- Pastori G.M., and Foyer C.H. 2002. Common components, networks, and pathways of crosstolerance to stress. The central role of "redox" and abscisic acid-mediated controls, Plant Physiology, 129: 460-468.
24- Prasad T.G. 1996. Mechanisms of chilling-induced oxidative stress injury and tolerance in developing maize seedling: changes in antioxidant system, oxidation of proteins and lipids, and protease activities. Plant Journal, 10: 1017–1026.
25- Sattler U., Calson P., Boiteux s., and Salles B. 2000. Detection of oxidative base DNA damage by a new biochemical assay. Archives of Biochemistry and Biophysics, 376: 26-33
26- Sharma P., and Dubey R.S. 2005. Modulation of nitrate reductase activity in rice seedlings under aluminum toxicity and water stress: role of osmolytes as enzyme protectant, Journal of Plant Physiology, 162: 854-864.
27- Sheng C.X., Yong P.L., Jin H., Ya J.G., Wen G.M., Yun Y.Z., and Shui J.Z. 2010. Responses of Antioxidant enzymes to chilling stress in tobacco seedlings, Agricultural Sciences in China, 11: 1594-1601.
28- Shin R., and Schachtman D. 2004. Hydrogen peroxide mediates plant root response to nutrient deprivation. Proceeding of the National Academy of Sciences of United States of America. 101: 8827-8832.
29- Tasgin E., Atici O., Nalbantoglu B., and Petrova L. 2006. Effects of salicylic acid and cold treatment on protein levels and on the activities of antioxidant enzymes in the apoplast of winter wheat leaves. Journal of Phytochemistry, 67: 710-715.
30- Tomashow M.F. 1999. Plant cold acclimation: freezing tolerance gene and regulatory mechanisms. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology50: 571-599
31- Tuteja N. 2007. Mechanisms of high salinity tolerance in plants, Methods of Enzymology, 428: 419-438.
32- Tuteja N. 2009. Cold, Salinity, and Drought Stress, Plant Stress Biology, Hirt, H. WILEYVCH Verlag GmbH &Co. KGaA, Weinheim, 137-159.
33- Wang W.B., Kim Y.H., Lee H., Yong Kim S., Deng X., and Kwak S. 2009. Analysis of antioxidant ezyme activity during germination of alfalfa under salt and drought stresses. Journal of Plant Physiology and Biochemistry, 47: 570-577.
34- Willekens H., Chamnongpol S., Davey M., Schraudner M., Langebartels C., Van Montagu M., Inze ´ D., and Van Camp W. 1997. Catalase is a sink for H_2O_2 and is indispensable for stress defense in C3plants. EMBO Journal 16: 4806–4816.
35- Yong Z., Hao-Ru T., and Ya L. 2008. Variation in antioxidant enzyme activities of two strawbreey cultivars with short-term low temperature stress. Journal of Agricultural Sciences, 4: 456-462.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۱۸-۱۱۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 111-118
ISSN: 2008 - 4730

تاثیر BAP و TIBA بر روی پرآوری شاخساره در کشت درون شیشه ای رز رقم فول هاوس

سمیه حاجیان[۱]- سعداله علیزاده اجیرلو[۲]*- فریبرز زارع نهندی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۰۵

چکیده

ریزازدیادی روشی مناسب برای تکثیر سریع و انبوه ارقام و پایه‌های رز مورد نیاز بالای بازار گل است. بعد از چند واکشت، میزان پرآوری شاخساره به شدت کاهش پیدا می‌کند و تنظیم کننده های رشد تاثیر مهمی در مرحله کلیدی پراوری این محصول دارند. در این تحقیق اثرات BAP و ضداکسین TIBA بر کمیت و کیفیت شاخه‌های تولید شده رقم فول هاوس رز مورد مطالعه قرار گرفت و در آن BAP و TIBA هر کدام در سه غلظت ۰، ۲/۲ و ۸/۸ میکرومولار در مرحله پرآوری استفاده شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. پس از دو ماه قرارگیری شاخساره‌ها در مرحله‌ی پرآوری، پارامترهای درصد پرآوری، درصد زنده‌مانی شاخساره‌ها، تعداد شاخساره‌های جانبی، میزان رشد شاخساره‌ی اصلی، متوسط طول شاخساره‌های جانبی، تعداد برگ سبز در شاخساره‌ی اصلی، متوسط تعداد برگ سبز شاخساره‌های جانبی، متوسط تعداد برگ کلروز و نکروز شاخساره‌ها، متوسط قطر قاعده شاخساره‌های جانبی، وزن تر شاخساره‌ها و تعداد شاخساره‌های با نوک نکروزه شده اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که BAPروی تعداد برگ سبز شاخساره‌ی اصلی و تعداد شاخساره‌های با نوک نکروزه شده اثر معنی‌داری نداشت ولی سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده را بهبود بخشید. غلظت ۸/۸ میکرو مولار BAP اثرات بهبوددهنده‌ی بیشتری نسبت به ۲/۲ میکرومولار آن داشت. غلظت بالای TIBA، تعداد شاخساره‌های با نوک نکروزه شده را به طور معنی‌داری افزایش داد. این آنتی‌اکسین روی وزن تر شاخساره‌ها اثر منفی داشت ولی سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار نداد.

واژه‌های کلیدی:رز، ریزازدیادی، BAP، TIBA

مقدمه

ایران با برخورداری از شرایط متنوع آب‌وهوایی، داشتن نیروی کار ارزان، نور کافی و نزدیکی به بازارهای مصرف منطقه، برای تولید و صادرات گل‌های شاخه بریده رز بسیار مساعد است. سالانه شمار فراوانی بوته‌های رز از ارقام مختلف برای تولید گل‌های شاخه بریده وارد کشور می‌شوند و در گلخانه‌های تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای ورود این میزان بوته‌ی رز، ارزقابل توجهی از کشور خارج می‌شود. از طرف دیگر واردات بوته‌های گل رز عامل اصلی ابتلای گلخانه‌ها به آفات و بیماری‌ها است. بنابراین تولید داخلی بوته‌های رز عاری از آفات و امراض، نه تنها می‌تواند از خروج ارز از کشور و آلودگی گلخانه‌ها به آفات جدید جلوگیری کند بلکه قادر است اشتغال‌زایی بالایی ایجاد نماید (۱). با توجه به مزایای تکثیر درون‌شیشه‌ای رز از جمله تکثیر انبوه و سریع ارقام با ویژگی‌های مطلوب (۱۳)، تولید گیاهان سالم و عاری از بیماری، یکنواختی ژنتیکی گیاهان حاصل، تولید ماده ازدیادی در سراسر سال، ایجاد خصوصیات جدید توسط تغییر ژنتیکی، همزمانی گل‌دهی و آسان شدن برداشت، شاخه‌دهی بهتر و عملکرد گل بالاتر در ارقام مناسب برای گل بریده و شاخه‌دهی بیشتر، رشد و گل‌دهی سریع‌تر در ارقام مناسب برای گیاه گلدانی (۲) انجام مطالعات بیشتر در زمینه بهینه‌سازی تکثیر درون‌شیشه‌ای ارقام مختلف رز ضروری به نظر می‌رسد.

بعد از چند واکشت مکرر در ریزازدیادی، میزان پرآوری شاخساره به شدت کاهش پیدا می‌کند (۱۹). از آنتی‌اکسین‌ها در کشت بافت گیاهی با هدف حذف غالبیت انتهایی، خنثی کردن اکسین تجمع یافته در بافت در پی واکشت‌های مکرر، کمک به ایجاد نسبت بهینه سایتوکینین به اکسین در داخل بافت‌های گیاهی و افزایش میزان و

۱ و ۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲- استادیار گروه مهندسی فضای سبز، دانشگاه تبریز
(*- نویسنده مسئول: Email: azajirlo@tabrizu.ac.ir)

کیفیت پاسخ‌های ریخت‌زایی استفاده می‌شود.ترکیبات ضد اکسین تجاری به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند؛ دسته اول شامل برخی ترکیبات طبیعی هم‌چون کوورستین[1] و گنیستین[2] و ترکیبات مصنوعی مثل TIBA، NPA، CA، PBA و HFCA می‌باشند که از انتقال قطبی اکسین جلوگیری می‌کنند و دسته دوم آنتی‌اکسین‌های واقعی مانند PCIB و 2,4,6-T هستند که از عمل اکسین جلوگیری می‌کنند (۱).

افزودن ۱ و ۳ میلی‌گرم در لیتر TIBA به محیط کشت دارای BAP و NAA، در شاخساره‌های سربرداری نشده رز هیبرید چای رقم دکتر ورهاگ، توانست تعداد شاخساره‌های جانبی را افزایش دهد به طوری که حتی شاخساره‌ی جانبی بیشتری نسبت به شاخساره‌های سربرداری شده تولید کرد. ولی در غلظت‌های بالاتر (۱۰، ۳۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر)، اثرات مفید این آنتی‌اکسین کاهش یافت. به طور کلی کاربرد همه‌ی غلظت‌های TIBA در شاخساره‌های سربرداری نشده، نسبت به محیط‌کشت فاقد TIBA، شاخساره جانبی بیشتری تولید کرد (۲۴).

در ارقام سونیا و سوپراستار از هیبرید چای، پس از واکشت‌های مکرر روی محیط کشت دارای BAP و NAA، میزان پرآوری شاخساره به شدت کاهش پیدا کرد که کشت دو هفته‌ای روی محیط کشت دارای ۲ و ۴ میکرو مولار TIBA و یا ۰/۳۹ و ۱/۰۶ میکرو مولار 2,4,6-T، موجب افزایش میزان پرآوری، طول شاخساره، ضخامت قاعده‌ی شاخساره، تعداد برگ و محتوای کلروفیل a+b برگ گردید. البته اثرات TIBA روی پارامترهای ذکر شده بیش از 2,4,6-T بود (۱۶ و ۱۹).

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثرات BAP و TIBA روی صفات کیفی و کمی شاخساره‌ها در رز رقم فول‌هاوس و به‌دست آوردن غلظت بهینه BAPو TIBAجهت رفع غالبیت انتهایی و تولید تعداد زیادی شاخساره‌ی جانبی با کیفیت بالا است.

مواد و روش‌ها

تهیه‌ی مواد گیاهی: ریزنمونه‌ها از شاخه‌های گل‌دار رز رقم فول‌هاوس(*Rosa hybrida*cv. Full house) از گیاهان مادری چندساله‌ی رشد کرده در گلخانه‌ای واقع در محلات تهیه شدند.

تهیه‌ی محیط کشت: جهت استقرار ریزنمونه‌ها، از محیط‌کشت پایه MS بدون هورمون تکمیل شده با ۳۰ گرم در لیتر ساکارز، ۸ گرم در لیتر آگار و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر آنتی‌بیوتیک سفوتاکسیم و برای مرحله پرآوری از محیط‌کشت پایه VS تکمیل شده با ۳۰ گرم در لیتر ساکارز، ۸ گرم در لیتر آگار، ۱/۴۴میکرو مولاراسید جیبرلیک و تنظیم‌کننده‌های رشد BAP و TIBA هر کدام در سه غلظت ۰، ۲/۲ و ۸/۸ میکرو مولار در قالب طرح فاکتوریل استفاده شد. pH محیط‌کشت‌ها در ۵/۷ تنظیم شده و در دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد و فشار ۱/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع به مدت ۲۰ دقیقه اتوکلاو شدند.بنزیل‌آدنین، قبل از اتوکلاو کردن به محیط های کشت اضافه شد اما TIBA، GA_3 و آنتی‌بیوتیک سفوتاکسیم پس از اتوکلاو شدن محیط‌کشت و بوسیله فیلترکردن افزوده شدند.

ضدعفونی و استقرار ریزنمونه‌ها: بعد از حذف برگ‌ها و تیغ‌ها از روی شاخه، قطعات ساقه دارای جوانهٔ جانبی به طول تقریبی ۲ الی ۳ سانتی‌متر از بخش میانی شاخه برش داده شدند و پس از شستشو با مایع ظرف‌شویی خانگی، به مدت نیم ساعت با آب جاری شسته شدند. ضدعفونی ریزنمونه‌ها ابتدا با اتانول ۷۰ درصد به مدت ۵ دقیقه و سپس با سفیدکننده تجاری (میزان کلر فعال در زمان تولید ۵ درصد) ۴۰ درصد به مدت ۳۰ دقیقه انجام شد. به‌منظور حذف باقیمانده مواد ضدعفونی کننده، ریزنمونه‌ها حداقل سه بار با آب مقطر استریل شسته شدند. برای تأثیر بهتر اتانول و سفیدکننده، چند قطره مایع ظرف‌شویی به آن‌ها افزوده شد. پس از حذف دو انتهای برش‌خورده‌ی ریزنمونه‌ها که در اثر مواد ضدعفونی‌کننده، سفید شده بودند، با رعایت قطبیت جوانه، به‌صورت عمودی و به تعداد ۴ عدد در هر ظرف شیشه‌ای بر روی محیط‌کشت مرحله استقرار کشت شدند.

از شاخساره‌های رشد کرده از جوانه‌های جانبی در مرحله استقرار، شاخساره‌هایی با ۴-۳ برگ سبز و طول ۱۵-۱۰ میلی‌متر که دارای جوانه انتهایی شاخه بودند به مرحله پرآوری منتقل شدند. یک ماه بعد از کشت در مرحله پرآوری، ریزنمونه‌ها به محیط‌کشت جدید با همان ترکیب منتقل شدند. کشت‌ها در اتاق رشد با دمای ۲±۲۳ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۷۵ تا ۸۰ درصد، شدت نور ۷۰ تا ۸۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه حاصل از لامپ‌های فلورسنت سفید و فتوپریود ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند.

اندازه‌گیری صفات مورد نظر: پس از دو ماه قرارگیری شاخساره‌ها در مرحله پرآوری، درصد ریزنمونه‌هایی که شاخساره جانبی تشکیل دادند (درصد پرآوری)، درصد زنده‌مانی شاخساره‌ها، تعداد شاخساره‌های جانبی، رشد شاخساره‌ی اصلی، متوسط طول شاخساره‌های جانبی، تعداد برگ سبز شاخساره‌ی اصلی، متوسط تعداد برگ سبز شاخساره‌های جانبی، متوسط تعداد برگ کلروز و نکروز شاخساره‌ها، متوسط قطر قاعده‌ی شاخساره‌های جانبی، وزن تر شاخساره‌ها، تعداد شاخساره‌های با نوک نکروز شده اندازه‌گیری شدند.

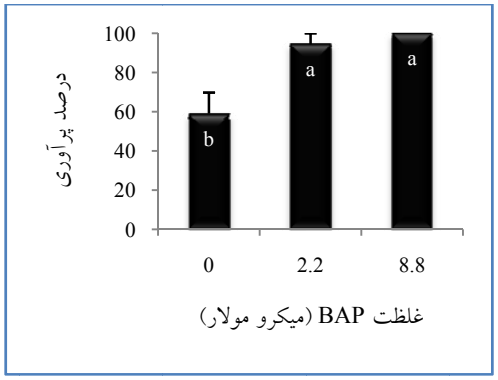
تجزیه آماری داده‌ها: این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار و ۲ ریزنمونه در هر تکرار اجرا شد.

1 -quercetin
2 -genistein

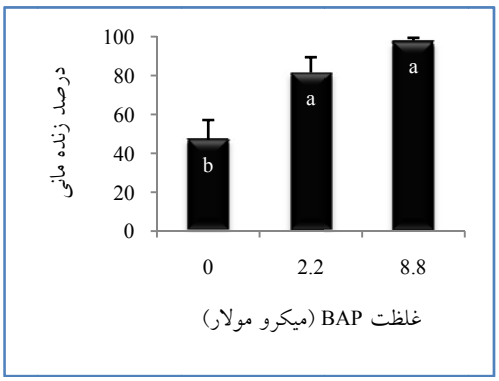
جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در غلظتهای مختلف BAP بر پرآوری شاخساره رز رقم فول هاوس در کشت درون شیشه ای

غلظت‌های مختلف BAP (میکرومولار)	پراوری (درصد)	زنده‌مانی شاخساره‌ها (درصد)	تعداد شاخساره‌های جانبی	رشد طولی شاخساره اصلی (میلی متر)	متوسط طول شاخساره‌های جانبی (میلی متر)	متوسط تعداد برگ سبز شاخساره‌های جانبی	متوسط تعداد برگ کلروز و نکروز شاخساره‌ها	متوسط قطر قاعده‌ی شاخساره‌های جانبی (میلی متر)
۰	۵۹/۵۱b	۴۷/۶۹ b	۰/۹۲ c	b۱/۷۸	۱/۳۸ b	۰/۵۵ c	۳/۳۸ b	۰/۵۱ b
۲/۲	۹۵/۲۱ a	۸۲/۳۱ a	۲/۴۲ b	۷/۶۳ a	۷/۴۲ a	۳/۰۲ b	۳/۸ b	۱/۱۷ a
۸/۸	۹۹/۵۱ a	۹۸/۳۴ a	۴/۱۶ a	۶/۷۱ a	۸/۳ a	۴/۲۳ a	۱/۷۷ a	۱/۳۳ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی داری ندارند.



شکل ۱- درصد پرآوری در غلظت‌های مختلف BAPشکل



شکل ۲- درصد زنده‌مانی شاخساره‌ها در غلظت‌های مختلف BAP

فاکتورهای این آزمایش BAP و TIBA بودند. تجزیه واریانس داده‌ها، به کمک نرم‌افزارSPSS نسخه ۱۶ صورت گرفت. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد و نمودارها با نرم افزار Excel ترسیم شدند. لازم به ذکر است که در کلیه‌ی نمودارها، اشتباه استاندارد میانگین تیمار مورد نظر به عنوان مقدار عددی بار روی هر ستون منظور گردید.

نتایج و بحث

بررسی نتایج ضدعفونی ریزنمونه‌ها در مرحله استقرار: در این تحقیق ضدعفونی ریزنمونه‌ها با اتانول ۷۰ درصد به مدت ۵ دقیقه سپس سفیدکننده‌ی تجاری ۴۰ درصد به مدت ۳۰ دقیقه و استقرار روی محیط‌کشت MS بدون هورمون، میزان آلودگی باکتریایی بسیار بالایی بر جای گذاشت. با افزایش مدت زمان استفاده از اتانول و سفیدکنندهٔ تجاری، میزان آلودگی تا حدودی کاهش پیدا کرد ولی تعداد زیادی از جوانه‌ها صدمه دیده و از بین رفتند. هم‌چنین میزان ترکیبات فنلی ترشح شده از انتهای ریزنمونه‌ها به شدت افزایش یافت. استفاده از محلول آنتی‌بیوتیک به غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۵ دقیقه پس از ضدعفونی ۵ دقیقه‌ای با اتانول ۷۰ درصد و ۳۰ دقیقه‌ای با سفیدکننده تجاری ۴۰ درصد، میزان آلودگی باکتری را تا حدودی کاهش داد. افزودن ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر از این آنتی‌بیوتیک به محیط‌کشت، توانست تعداد زیادی کشت‌های عاری از آلودگی ایجاد نماید. تکمیل محیط‌کشت با غلظت‌های کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آنتی‌بیوتیک سفوتاکسیم، نقش مؤثری در کنترل آلودگی باکتریایی نداشت.

ارزیابی رشد شاخسارها از جوانه‌های جانبی در مرحله استقرار و پرآوری: پس از ۴۰ روز قرارگیری جوانه‌های جانبی در مرحله استقرار ، هر ریزنمونه به طور متوسط، ۱/۲ شاخه با ۱/۱ سانتی متر طول، ۵/۸ برگ سبز (شکل ۷) و ۲/۱ برگ کلروز و نکروز تولید کرد. همچنین، تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای مختلف مرحله پرآوری، از نظر تعداد برگ و طول شاخساره‌ها در زمان کشت، هیچ گونه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

درصد ریزنمونه‌هایی که شاخساره‌ی جانبی تشکیل دادند (درصد پرآوری): در این آزمایش اثر BAP روی درصد پرآوری معنی‌دار ($p<0/01$) بود ولی TIBA و BAP×TIBAتاثیر معنی‌داری ($p<0/05$) نداشتند. کمترین درصد پرآوری در محیط‌کشت بدون BAP مشاهده شد که تنها ۶۰ درصد از ریزنمونه‌ها، شاخساره‌ی جانبی تولید کردند و شاخساره‌های جانبی تولید شده ضعیف بودند و رشد و زنده‌مانی پایین تری داشتند. با افزودن دو غلظت BAP به محیط‌کشت، درصد پرآوری به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد و از

این نظر بین دو غلظت BAP، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱، شکل ۱).مشابه با نتایج به‌دست آمده در این بررسی، مطالعات درون‌شیشه‌ای روی ارقام مختلف هیبرید چای و گونه‌های جنس رز نشان داد که با افزایش غلظت BAP، درصد پرآوری همچنین تعداد شاخساره‌های جانبی و کیفیت شاخساره‌های تولید شده افزایش می‌یابد ولی غلظت BAP را تا حدی می‌توان افزایش داد؛ استفاده از غلظت BAP بالاتر از بهینه، به تعداد زیادی شاخساره با خصوصیات کیفی ضعیف منجر می شود که در مراحل بعدی، رشد و زنده‌مانی پایین دارند (۵، ۹، ۱۱، ۱۲، ۱۴ و ۱۸). همچنین به علت سریع بودن جذب سایتوکینین‌ها توسط ریزنمونه‌ها، محتوای سایتوکینین داخلی گیاه افزایش چشم‌گیری پیدا می‌کند و بافت گیاهی مازاد سایتوکینین را عمدتاً از طریق اکسیداسیون حذف می‌نماید که فرآیندی برگشت‌ناپذیر است. بنابراین بهتر است در مرحله پرآوری به همراه سایتوکینین‌ها از موادی استفاده شود که به استفاده از غلظت کمتر BAP، بهبود پاسخ پرآوری و افزایش کیفیت شاخساره‌های تولید شده کمک نمایند. کاربرد آنتی‌اکسین‌ها در برخی از گیاهان، توانسته است این اهداف را تأمین نمایند. برای مثال در توت (*Morus alba* L. cv. Ichinose)، افزودن ۰/۱ میکرو مولار TIBA به محیط‌کشت دارای سایتوکینین (۱۰ میکرو مولار TDZ یا BAP)، درصد ریزنمونه‌های برگ دارای پتانسیل باززایی را نسبت به محیط‌کشت دارای سایتوکینین (۱۰ میکرو مولار TDZ یا BAP) افزایش داد ولی استفاده از TIBA بدون حضور سایتوکینین در محیط‌کشت، قادر به القای جوانه نبود (۲۲ و ۲۳). بر عکس نتایج به دست آمده در توت، در این بررسی در رز رقم فول هاوس، آنتی‌اکسین TIBA هیچ گونه تأثیری روی درصد پرآوری نداشت. این پدیده به تفاوت در ژنوتیپ، نوع ریزنمونه و غلظت آنتی‌اکسین استفاده شده مربوط است.

در بسیاری از مطالعات درون‌شیشه‌ای، آنتی‌اکسین‌ها توانستند میزان و کیفیت پاسخ‌های ریخت‌زایی را افزایش دهند. در آماریلیس (*Hippeastrum*× *hybridum* hort)، آنتی‌اکسین‌های PCIB، HFCA،TIBA و NPA توانستند تولید پیازچه را بهبود بخشند (۱۵). در چغندر قند، افزایش باززایی شاخه در اثر TIBAگزارش شده است (۲۵). استفاده از BAP در محیط‌کشت جنین‌زایی *Abies nordmanniana*، موجب ایجاد جنین‌های با تعداد لپهٔ کاهش یافته شد. افزودن PCIB به محیط‌کشت، توانست تعداد زیادی جنین‌های بالغ با کیفیت بالا ایجاد نماید ولی TIBA در این گیاه، تأثیر مثبتی روی بلوغ جنین‌ها نداشت (۸).

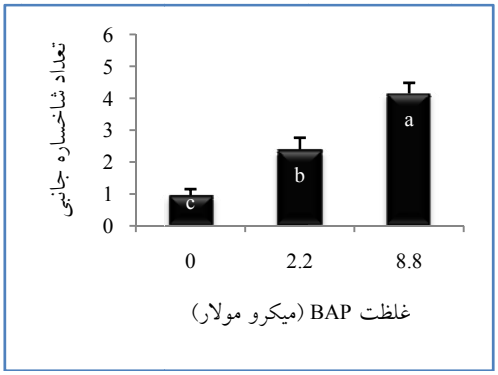
دلیل احتمالی بهبود ویژگی‌های کیفی و کمی در موارد ذکر شده یا موارد مشابه دیگر این است که TIBA، با جلوگیری از انتقال رو به پایین اکسین، نسبت بهینه سایتوکینین به اکسین که برای فعالیت ریخت‌زایی خاص مورد نیاز است را فراهم می‌نمایند(۱۶،۲۱). همچنین مشخص شده است که دو هورمون اکسین و سایتوکینین در سطح متابولیکی برهم‌کنش داشته و میزان اکسین مقدار سایتوکینین را در گیاه کنترل می‌کند.

درصد زنده‌مانی شاخساره‌ها: اثر BAP روی درصد زنده‌مانی شاخساره‌ها معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود. در محیط‌کشت بدون BAP، کمتر از نیمی از شاخساره‌ها زنده ماندند. با افزودن ۲/۲ میکرو مولار BAP به محیط‌کشت، درصد زنده‌مانی به طور معنی‌دار افزایش پیدا کرد و در غلظت ۸/۸ میکرو مولار BAP، تقریباً ۱۰۰ درصد ریزنمونه‌ها زنده ماندند (جدول۱، شکل ۲ و ۸). این بررسی نشان می‌دهد که رز در حالت درون‌شیشه‌ای که از منبع عمده بیوسنتز سایتوکینین‌ها یعنی ریشه جداست برای زنده ماندن به حضور سایتوکینین خارجی وابسته است. فقدان سایتوکینین خارجی یا عاملی که موجب کاهش قابل توجه در محتوای داخلی این هورمون گردد نتیجه‌ای جز مرگ گیاه را به دنبال نخواهد داشت. مشابه با نتایج بدست آمده در این تحقیق، در برخی از مطالعات ریزازدیادی رز، شاخساره‌ها در غیاب سایتوکینین، از بین رفتند (۴ و ۵).

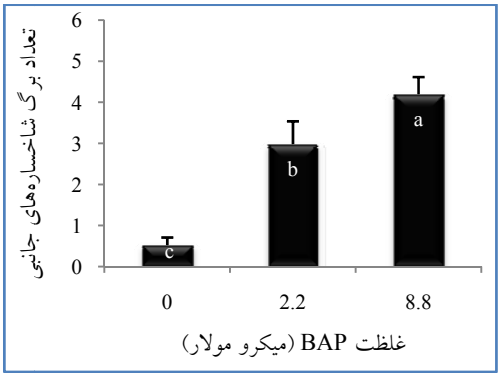
TIBA و BAP×TIBA روی درصد زنده‌مانی شاخساره‌ها غیرمعنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$).در تکثیر درون‌شیشه‌ای سیب‌زمینی شیرین(*Ipomoea batatas* L. cv. Jewel)، عملکرد TIBA روی رشد و زنده‌مانی به غلظت آن بستگی داشت. غلظت ۰/۰۱ میکرو مولار از این آنتی‌اکسین به عنوان تحریک‌کننده رشد عمل کرد؛ غلظت ۰/۱ میکرو مولار از این آنتی‌اکسین اثری روی رشد نداشت؛ غلظت‌های ۱ تا ۱۰ میکرو مولار بازدارنده رشد بود و غلظت ۱۰۰ میکرو مولار TIBA، برای ریزنمونه‌های جوانه‌ی جانبی این گیاه کشنده بود (۱۰).

تعداد شاخساره‌های جانبی: اثر BAPروی تعداد شاخساره‌های جانبی معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود. در محیط‌کشت بدون BAP، شاخساره‌های جانبی بسیار کمی تشکیل شد و با افزایش غلظت BAP، تعداد شاخساره‌های جانبی به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد (جدول۱، شکل ۳). مشابه این پدیده در سایر ارقام هیبرید چای و گونه‌های جنس رز نیز مشاهده شده است (۴، ۵، ۹، ۱۱، ۱۲ و ۱۸) پارامترهای تعداد شاخساره جانبی، درصد پرآوری و درصد زنده‌مانی به خوبی نشان دادند که گیاه رز در حالت درون‌شیشه‌ای برای زنده‌مانی و ایجاد پرآوری مناسب، نیازمند سایتوکینین است.

اثرات TIBA و BAP×TIBA روی تعداد شاخساره جانبی در رز رقم فول هاوس غیر معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بود. افزودن ۱ میلی گرم در لیتر TIBAبه محیط‌کشت دارای BAP و NAA، در شاخساره‌های سربرداری نشده رز هیبرید چای رقم دکتر ورهاگ، توانست تعداد شاخساره‌های جانبی را افزایش دهد به طوری که حتی تعداد شاخساره‌ی جانبی بیشتری نسبت به شاخساره‌های سربرداری شده تولید کرد.



شکل ۳- تعداد شاخساره‌های جانبی در غلظت‌های مختلف BAP



شکل ٤- متوسط تعداد برگ سبز شاخساره‌های جانبی در غلظت‌های مختلف BAP

با افزودن ۳ میلی گرم در لیتر TIBA اثرات بهبود دهنده‌ی بیشتری مشاهده شد (۲۴). در ارقام سونیا و سوپر استار از هیبرید چای، پس از ۱۰ واکشت متوالی روی محیط‌کشت دارای BAP و NAA، میزان پرآوری به شدت کاهش پیدا کرد. قرارگیری شاخساره‌ها به مدت ۲ هفته روی محیط‌کشت دارای TIBA (۲ یا ۴ میکرو مولار) و یا 2,4,6-T (۰/۳۹ یا ۱/۰۶ میکرو مولار)، سپس واکشت روی محیط‌کشت بدون NAA، موجب افزایش میزان پرآوری گردید. البته اثر TIBA بیشتر از 2,4,6-T معنی‌دار بود (۱۹).

رشد طولی شاخساره‌ی اصلی: اثر BAP روی رشد طولی شاخساره‌ی اصلی ($p<0/01$) معنی‌دار بود. کمترین رشد طولی شاخساره‌ی اصلی در محیط‌کشت فاقد BAP مشاهده شد و با افزودن ۲/۲ میکرو مولار BAP به محیط‌کشت، رشد طولی شاخساره‌ی اصلی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در غلظت ۸/۸ میکرو مولار BAP، رشد طولی شاخساره‌ی اصلی کاهش غیرمعنی‌داری را نسبت به غلظت ۲/۲ میکرو مولار BAP نشان داد. از آنجایی که سایتوکینین‌ها محرک تقسیم سلولی و رشد در گیاهان می‌باشند بنابراین در محیط‌کشت فاقد BAP، رشد طولی شاخساره اصلی بسیار کند بود و با افزودن BAP به محیط‌کشت، رشد شاخساره‌ی اصلی تحریک شد. در غلظت ۸/۸ میکرو مولار BAP، تعداد شاخساره‌ی جانبی بیشتری نسبت به غلظت ۲/۲ میکرو مولار BAP تولید شده بود (جدول۱) بنابراین شاخساره‌ی اصلی توان کمتری برای رشد داشت و طول کمتری پیدا کرد.

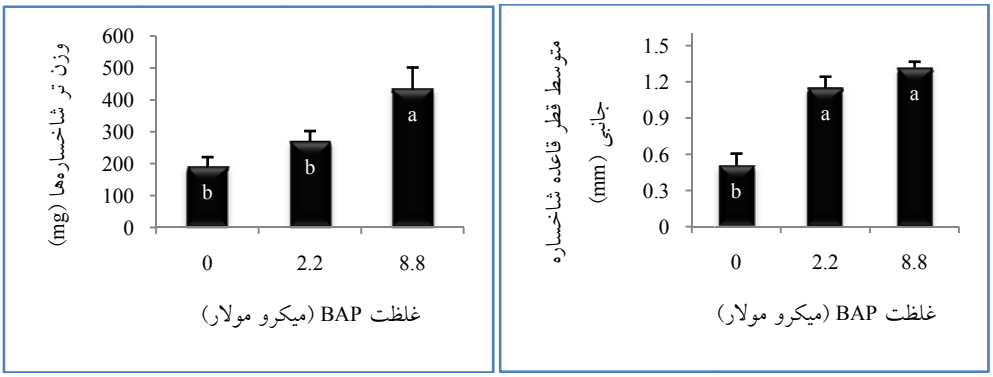
TIBA و BAP×TIBA روی رشد طولی شاخساره‌ی اصلی در رز رقم فول هاوس اثر معنی‌داری ($p<0/05$) نداشت. استفاده از غلظت‌های ۲ و ۴ میکرو مولار TIBAدر ارقام سونیا و سوپر استار از هیبرید چای، طول شاخساره‌ها را افزایش داد (۱۹). با توجه به موارد ذکر شده اثرات TIBA، به غلظت آنتی‌اکسین به کار رفته و محتوای اکسین داخلی گیاه بستگی دارد که در اثر تقابل این دو عامل ممکن است TIBA اثرات افزاینده، کاهنده و یا بی‌اثر داشته باشد. TIBA در دو غلظت استفاده شده در این بررسی هیچ اثری روی رشد طولی شاخساره اصلی نداشتند. تفاوت در نتیجه این آزمایش با نتایج حاصل شده در ارقام رز سونیا، سوپر استار شاید به علت تفاوت محتوای اکسین داخلی در اثر تغییر ژنوتیپ و یا کوتاه بودن دوره تیمار با آنتی‌اکسین در ارقام سونیا و سوپر استار باشد.

متوسط طول شاخساره‌های جانبی: BAP اثر معنی‌داری را روی متوسط طول شاخساره‌های جانبی ($p<0/01$) داشت. در این آزمایش متوسط طول شاخساره‌های جانبی در محیط‌کشت فاقد BAP، کمترین مقدار را داشت. در واقع در این محیط‌کشت، شاخساره‌ها، تعداد کمی پرآوری با رشد ضعیف تشکیل دادند. با افزودن ۲/۲ و ۸/۸ میکرو مولار BAP به محیط‌کشت، متوسط طول شاخساره‌های جانبی افزایش معنی‌داری پیدا کرد(جدول ۱). TIBA و اثرات متقابل آن با BAP روی متوسط طول شاخساره‌های جانبی غیرمعنی‌دار ($p<0/05$) بود.

تعداد برگ سبز شاخساره‌ی اصلی:BAP، TIBA و BAP×TIBA، اثر معنی‌داری ($p<0/05$) روی تعداد برگ سبز در شاخساره‌ی اصلی نداشت.

متوسط تعداد برگ سبز شاخساره‌های جانبی: BAP اثر معنی‌داری روی متوسط تعداد برگ سبز شاخساره‌های جانبی ($p<0/01$) داشت. در این آزمایش کمترین تعداد برگ سبز در شاخساره‌های جانبی در محیط‌کشت بدون BAP بود. با افزایش غلظت BAP، برگ سبز بیشتری در شاخساره‌های جانبی تولید شد (جدول۱، شکل ۴).

این پدیده به علت نقش سایتوکینین‌ها در تحریک رشد و تولید برگ‌های جدید است. به طور مشابه در رقم آیسبرگ از هیبرید چای، با افزایش غلظت BAP تا ۴ میکرو مولار، تعداد پرآوری و میانگین تعداد برگ افزایش یافت ولی در غلظت بالاتر از ۴ میکرو مولار در هر دو پارامتر کاهش مشاهده شد (۱۱).



شکل ۵- متوسط قطر قاعده‌ی شاخساره‌های جانبی در غلظت‌های مختلف BAP شکل ٦- وزن تر شاخساره‌ها در غلظت‌های مختلف TIBA

اثر TIBA و اثرات متقابل این آنتی‌اکسین با BAP، روی متوسط تعداد برگ سبز شاخساره‌های جانبی غیرمعنی‌دار بود (p<۰/۰۵). کاربرد آنتی‌اکسین‌های TIBA و 2,4,6-T در ارقام سونیا و سوپر استار از هیبرید چای، تعداد برگ را افزایش داد (۱۹).TIBA در غلظت‌های ۲/۲ و ۸/۸ میکرو مولار TIBA در رز رقم فول هاوس هیچ گونه اثری روی متوسط تعداد برگ سبز شاخساره‌های جانبی نداشت.

متوسط تعداد برگ کلروز و نکروز شاخساره‌ها: یکی از مشکلات کشت بافت رز، زرد شدن برگ‌ها است (۱۷). BAP دارای اثر معنی‌داری (p<۰/۰۱) روی متوسط تعداد برگ کلروز و نکروز شاخساره‌ها بود. در محیط‌کشت فاقد BAP، تقریباً ۳/۵ برگ در هر شاخساره، دچار کلروز و نکروز شده بود. افزودن غلظت ۲/۲ میکرو مولار BAP، متوسط تعداد برگ کلروز و نکروز شاخساره‌ها را به طور غیرمعنی‌داری نسبت به محیط‌کشت فاقد BAP افزایش داد. این پدیده شاید بدین علت باشد که BAP، رشد و تولید برگ را افزایش می‌دهد که برخی از این برگ‌های تولید شده، دچار کلروز و نکروز شدند. ولی در محیط‌کشت دارای ۸/۸ میکرو مولار BAP، متوسط تعداد برگ کلروز و نکروز شاخساره‌ها به طور معنی‌داری کاهش پید ا کرد (جدول ۱). از طرفی متوسط تعداد برگ سبز در شاخساره‌ی جانبی افزایش یافته بود که نشان دهنده‌ی نقش سایتوکینین‌ها در به تأخیر انداختن پیری برگ‌ها می‌باشد.

TIBA و BAP×TIBA اثر معنی‌داری (p<۰/۰۵) روی متوسط تعداد برگ کلروز و نکروز شاخساره‌ها نداشتند. در برخی از مطالعات، کاربرد TIBA موجب افزایش کلروفیل شده است برای مثال کاربرد ۲ و ۴ میکرو مولار TIBA در محیط‌کشت ارقام سونیا و سوپر استار از هیبرید چای، محتوای کلروفیل a+b برگ‌ها را افزایش داد (۱۶ و ۱۹).

متوسط قطر قاعده‌ی شاخساره‌های جانبی: اثر BAP روی متوسط قطر قاعده‌ی شاخساره جانبی معنی‌دار (p<۰/۰۱) بود ولی TIBAوBAP×TIBA اثر معنی‌داری روی این پارامتر نداشتند (p<۰/۰۵). در محیط‌کشت فاقد BAP، شاخساره‌های جانبی بسیار نازک و ضعیف بودند با افزودن BAP به محیط کشت، شاخساره‌های جانبی با قاعده‌ی ضخیم‌تر تولید شد (جدول۱، شکل ۵). سینگ و سیام (2001) بیان کردند که شاخساره‌های با قاعده‌ی ضخیم، آغازه‌های ریشه را سریع‌تر تشکیل می‌دهند در حالی که شاخساره‌های نازک، در انتهای بریده شده، توده کالوس تشکیل می‌دهند که ریشه‌دهی را به تأخیر می‌اندازد(۲۰). استفاده از TIBA و 2,4,6-T موجب افزایش ضخامت قاعده‌ی شاخساره‌های جانبی در ارقام سونیا و سوپر استار از رز هیبرید چای شد (۱۹). ولی در این بررسی TIBA در غلظت‌های مورد بررسی روی متوسط قطر قاعده‌ی شاخساره جانبی اثری نداشت که ممکن است به علت تفاوت در ژنوتیپ و مدت در معرض بودن باشد.

شکل ۷- شاخساره‌های رشد کرده از جوانه‌های جانبی

وزن تر شاخساره‌ها: BAP اثر معنی‌داری روی وزن تر شاخساره‌ها (p<۰/۰۱) داشت. کمترین وزن تر شاخساره‌ها در محیط‌کشت فاقد BAP بود و در غلظت ۲/۲ میکرو مولار وزن تر شاخساره‌ها، افزایش کمی پیدا کرد. غلظت ۸/۸ میکرو مولار BAP، وزن تر شاخساره‌ها را به طور معنی‌داری افزایش داد.

اثر TIBA روی وزن تر شاخساره‌ها معنی‌دار (p<۰/۰۱) بودولی

اثر BAP×TIBA غیرمعنی‌دار (p<۰/۰۵) بود. در محیط‌کشت فاقد TIBA، شاخساره‌ها بیشترین وزن تر را داشتند ولی با افزودن غلظت‌های ۲/۲ و ۸/۸ میکرو مولار TIBA به محیط‌کشت، وزن تر به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (شکل ۶). نتایج این آزمایش و شواهد دیگر که در بالا اشاره شد نشان دهنده‌ی اثرات مفید TIBA در غلظت‌های کم و اثرات مضر آن در غلظت‌های بالا روی فرآیندهای فتوسنتزی گیاه است. کاهش وزن تر شاخساره‌ها در این بررسی نشان می‌دهد که غلظت‌های ۲/۲ و ۸/۸ میکرو مولار TIBA برای رز رقم فول هاوس بالاست.

تعداد شاخساره‌های با نوک نکروز شده: یکی از مشکلات کشت بافت رز، نکروزه شدن نوک شاخساره است که به تدریج موجب از بین رفتن کل شاخساره می‌شود. علت نکروزه شدن نوک شاخساره‌ها کمبود عنصر کلسیم بیان شده است (۱۷). در این آزمایش اثر TIBA روی نکروزه شدن نوک شاخساره‌ها معنی‌دار (p<۰/۰۵) بود ولی اثرات BAP و BAP×TIBA روی این صفت غیرمعنی‌دار (p<۰/۰۵) بود. در محیط‌کشت فاقد TIBA و دارای ۲/۲ میکرو مولار TIBA، تعداد شاخساره با نوک نکروزه شده کم بود و تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند ولی در غلظت ۸/۸میکرو مولار از این آنتی‌اکسین، تعداد شاخساره‌های با نوک نکروزه شده به طور معنی‌داری افزایش یافت؛ TIBA که یک بازدارنده از انتقال قطبی اکسین است تعداد شاخساره‌های با نوک نکروزه شده را افزایش داد.

در کل آنتی‌اکسین‌ها در غلظت‌های مناسب، می‌توانند با جلوگیری از انتقال رو به پایین اکسین یا جلوگیری از عمل اکسین، به ایجاد نسبت مناسب سایتوکینین به اکسین که برای رشد جوانه‌ی جانبی، تشکیل جوانه نابجا یا پاسخ ریخت‌زایی خاص کمک نمایند. غلظت مناسب آنتی‌اکسین به محتوای اکسین داخلی بافت بستگی دارد. در واقع انتقال قطبی اکسین تنها یک روش برای انتقال اکسین نیست بلکه بسیاری از فرآیندهای نموی گیاه مثل انتقال رو به بالای کلسیم، تقسیم سلولی، تمایزیابی دستجات آوندی، طویل شدن ساقه، تقارن برگ و گرایش‌ها را نیز کنترل می‌نماید بنابراین بازدارنده‌های انتقال قطبی اکسین در غلظت‌های بالا با جلوگیری بیش از حد از انتقال رو به پایین اکسین می‌توانند این فرآیندها را مختل نمایند. بازدارنده‌های انتقال قطبی اکسین، HFCA، TIBA و CA موجب تشکیل برگ‌های غیرنرمال در ریزنمونه‌های *Orychophragmus vilaceus* و *Nicotiana tabacum* و *Brassica chinensis* شدند. تعداد برگ‌های غیرطبیعی تشکیل شده، به غلظت این بازدارنده‌ها در محیط‌کشت بستگی داشت (۳). همچنین TIBA موجب ایجاد جنین‌های بد شکل در گندم (۷) و *Elutherococcus senticosus* (۶) شد. در تکثیر درون‌شیشه‌ای رز به علت نیاز ریزنمونه‌ها به سایتوکینین، بهتر است از آنتی‌اکسین‌ها به همراه سایتوکینین استفاده شود تا نتایج بهتر حاصل گردد. نتایج بدست آمده در این بررسی نشان داد که در تکثیر درون شیشه‌ای رز رقم فول هاوس ، آنتی‌اکسینTIBA در غلظت‌های ۲/۲ و ۸/۸ میکرو مولار نه تنها اثرات مفیدی به دنبال نداشت بلکه اثرات مضری هم بر جای گذاشت.

شکل ۸- شاخساره‌های رشد کرده در محیط‌کشت حاوی ۲/۲ میکرو مولار BAP (الف) و ۸/۸ میکرو مولار BAP(ب)

منابع

۱- بی نام. ۱۳۹۰. آمار دفتر امور سبزی، گیاهان زینتی و دارویی معاونت تولیدات گیاهی وزارت جهاد کشاورزی. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی

۲-فتحی ق. و اسماعیل‌پور ب. ۱۳۷۹. مواد تنظیم کننده رشدگیاهی. اصول وکاربرد (ترجمه). چاپ دوم. انتشارات جهاددانشگاهی مشهد.

3-An N.D., Wang L.J., Xu Z.H., and Xia Z.A. 1999. Foliar modifications induced by inhibition of polar transport of auxin. Cell Research, 9: 27-35.

4-Azadi P., Khosh-Khui M., Beyramizadeh E., and Bagheri H. 2007. Optimization of Factors Affecting *in vitro* Proliferation and Rooting of *Rosa hybrida* L. cv. 'Rafaela'. International Journal of Agricultural Research, 2(7): 626-631.

5-Carelli B.P., and Echeverrigaray S. 2002. An improved system for the in vitro propagation of rose cultivars. ScientiaHorticulturae, 92: 69-74.

6-Choi Y.E., Katsumi M., and Sano H. 2001.Triiodobenzoic acid, an auxin polar transport inhibitor, suppresses somatic

embryo formation and postembryonic shoot/root development in *Eleutherococcussenticosus*. Plant Science, 160(6): 1183-1190.
7-Christiane F., and Neuhaus G. 1996. Influence of auxin on the establishment of bilateral symmetry in monocots. The plant Journal,9(5): 659-669.
8-Find J., Graceb L., and Krogstrup P. 2002. Effect of anti-auxins on maturation of embryogenic tissue cultures of Nordmanns fir (*Abies nordmanniana*). Physiologia Plantarum, 116: 231–237.
9-Jabbarzadeh Z., and Khosh-Khui M. 2005. Factors affecting tissue culture of Damask rose (*Rosa damascena* Mill.).Scientia Horticulturae, 105: 475-482.
10-Jarret R.L. 1997. Effects of chemical growth retardants on growth and development of sweetpotato (*Ipomoea batatas*(L.) Lam.) *in vitro*. Journal of Plant Growth Regulation, 16: 227-231.
11-Khosravi P., Kermani M.J., Nematzadeh G.A., and Bihamta M.R. 2007. A protocol for mass production of *Rosa hybrida* cv. Iceberg through *in vitro* propagation. Iranian Journal of Biotechnology, 5(2): 100-104.
12-Ma Y., Byrne D.H., and Chen J. 1996. Propagation of rose species *in vitro.* In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant, 32: 103-108.
13-Martin C. 1985. Plant breeding in vitro. Endeavour, 9:81-86
14-Nikbakht A., Kafi M., Mirmasoudi M. and Babalar M. 2005. Micropropagation of Damask rose (*Rosa damascena*) cvs Azaran and Ghamsar. International Journal of Agriculture and Biology, 4: 535-538.
15-Okubo H., Huang C.W., and Kishimoto F. 1999 .Effects of anti-auxins and basal plate on bulblet formation in scale propagation of amaryllis (*Hippeastrum* × *hybridum* hort.). Japanese Society for Horticultural Science, 68(3): 513-518.
16-Pietryczuk1 A., Czerpak R., Grabowska M. and Wolski T. 2009. The Effect of Sodium Amidotrizoate on the Growth and Metabolism of *Wolffiaarrhiza* (L.) Wimm. Polish J. of Environ. Stud. Vol. 18, No. 5: 885-891
17-Podwyszynska M. and Goszczynska D.M. 1998. Effect of inhibitors of ethylene biosynthesis and action, as well as calcium and magnesium on rose shoot rooting, shoot tip necrosis and lesf senescence *in vitro*. Acta Physiologiae Plantarum, 20(1): 91-98.
18-Shabbir A., Hameed N., Ali A. and Bajwa R. 2009. Effect of different cultural conditions on micropropagation of rose (*Rosa indica* L.). Pakistan Journal of Botany, 41(6): 2877-2882.
19-Singh S.K. and Syamal M.M. 2000. Anti-auxinenhance*Rosa hybrida* L. micropropagation. Biologia Plantarum, 43(2): 279-281.
20-Singh S.K., and Syamal M.M. 2001. A short pre-culture soak in thidiazuron or forchlorfenuron improves axillary shoot proliferation in rose micropropagation. Scientia Horticulturae, 91: 169-177.
21-Sreevidya V.S., Hernandez-Oane R.J., Gyaneshwar P., Lara-Flores M., Ladha J.K., and Reddy P.M. 2010. Changes in auxin distribution patterns during lateral root development in rice. Plant Science 178: 531–538
22-Sugimura Y., Adachi T., Kotani E. and Furusawa T. 1998. Shoot bud formation and plantlet regeneration from the basal tissue of mulberry leaves. Journal of Sericultural Science of Japan, 67(5): 421-424.
23-Sugimura Y., Adachi T., Kotani E., and Furusawa T. 1999. Efficient induction of shoot organogenesis from leaves of mulberry seedling using 2,3,5-triiodobenzoic acid. Plant Biotechnology, 16(2): 123-127.
24-Voyiatzi C. and Voyiatzis D.G. 1988. Shoot proliferation of the rose cv. (H.T) Dr. Verhage as influenced by apical dominance regulating substances. Acta Horticulture, 226: 671-674.
25-Zhang C.L., Chen D.F., Elliott M.C., and Slater A. 2004. Efficient procedures for callus induction and adventitious shoot organogenesis in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) breeding lines. In vitro Cellular and Developmental Biology-Plant, 40: 475-481.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۲۶-۱۱۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 119-126
ISSN: 2008 - 4730

تاثیر کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد پروتئین‌خام، روغن و اسیدهای چرب سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)

پرویز رضوانی‌مقدم[1*] - سید محمد سیدی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۰۵

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد پروتئین‌خام و روغن بذر سیاهدانه و نیز مقادیر اسیدهای چرب تشکیل دهنده روغن آن، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۲ تیمار در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. منابع کود (شامل ورمی‌کمپوست، اوره و شاهد) به عنوان عامل اول و کودهای بیولوژیک شامل نیتروکسین (دارای ازتوباکتر و آزوسپیریلوم)، میکوریزا، بیوسولفور (شامل تیوباسیلوس) + گوگرد و شاهد (عدم کود بیولوژیک)، عامل دوم آزمایش بودند. نتایج نشان داد که عملکرد پروتئین‌خام و روغن بذر سیاهدانه در کود ورمی‌کمپوست به‌طور معنی‌دار بیش از کود شیمیایی اوره بود. هم‌چنین در بین کودهای بیولوژیک، تنها بیوسولفور + گوگرد منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد پروتئین‌خام و روغن بذر سیاهدانه شد. تجزیه شیمیایی بذور سیاهدانه به‌ترتیب نشان‌دهنده وجود ۱۰/۹ و ۲۴/۵ درصد پروتئین خام و روغن بذر بود. از نظر مقادیر اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده ساختار روغن بذر، اسید لینولئیک (۴۹/۱۸ درصد) و اسید اولئیک (۲۶/۷۷ درصد) مهم‌ترین اسیدهای چرب غیراشباع و اسید پالمیتیک (۱۲/۶۸ درصد) اصلی‌ترین اسید چرب اشباع در سیاهدانه بودند.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای چرب غیر اشباع، درصد روغن، گاز کروماتوگرافی جرمی

مقدمه

سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) گیاهی یک‌ساله و علفی بوده که به خانواده آلاله (*Ranunculaceae*) تعلق دارد (۱۵). بذرهای این گیاه دارای درصد بالایی پروتئین (تا ۲۱ درصد)، کربوهیدرات (تا ۳۵ درصد)، روغن (تا ۳۸ درصد) و نیز عناصر معدنی مانند کلسیم، آهن، سدیم و پتاسیم می‌باشد (۱۴). سیاهدانه به‌عنوان گیاهی روغنی در تغذیه انسان نقش مهمی داشته (۱۹) و در طول صدها سال گذشته به‌عنوان گیاهی ادویه‌ای و نگهدارنده مواد غذایی مورد استفاده بوده است (۱۶ و ۲۱). استفاده از سیاهدانه به‌دلیل اثرات دارویی ویژه آن نیز مورد توجه می‌باشد. به‌طوری که اجزای تشکیل دهنده اسانس بذر و روغن آن در درمان بیماری هایی مانند روماتیسم، فشار خون بالا و دیابت بسیار موثر شناخته شده‌اند (۱۲، ۱۶ و ۲۱). خواص آنتی‌اکسیدانتی سیاهدانه مانند اثرات ضدسرطانی، ضددیابتی و ضدالتهاب آن عمدتاً به کوئینن[3] که از اجزای بذر این گیاه است، نسبت داده می‌شود (۱۲).

در کنار خصوصیات ژنوتیپی، عملکرد پروتئین‌خام و روغن و نیز مقادیر هر یک از اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده روغن سیاهدانه تحت تاثیر شرایطی محیطی بوده (۶، ۱۱ و ۱۴) که می‌تواند در نهایت بر کیفیت تغذیه‌ای این گیاه تاثیر مستقیمی داشته باشد. در این ارتباط نیک‌آور و همکاران (۱۸) گزارش کردند که روغن بذر این گیاه دارای چهار اسیدچرب اشباع بنام اسید لائوریک[4] (۰/۶ درصد)، اسیدمایریستیک[5] (۰/۵ درصد)، اسیدپالمیتیک[6] (۱۲/۵ درصد) و اسیداستئاریک[7] (۳/۴ درصد) و چهار اسیدچرب غیراشباع بنام

۱ و ۲- استاد و دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: rezvani@ferdowsi.um.ac.ir)

3- Quinone
4- Lauric acid
5- Myristic acid
6- Palmitic acid
7- Stearic acid

اسیداولئیک[1] (۲۳/۴ درصد)، اسیدلینولئیک[2] (۵۵/۶ درصد)، اسیدلینولنیک[3] (۰/۴ درصد) و اسیدایکوسادیئنوایک[4] (۳/۱ درصد) می‌باشد. نرگیز و اتلس (۱۷) در آب و هوای معتدل و مدیترانه‌ای ترکیه، ضمن آن‌که مقدار پروتئین‌خام و روغن بذر سیاهدانه را به‌ترتیب ۲۰ و ۳۲ درصد گزارش کردند، هفت اسیدچرب شامل مایریستیک، پالمیتیک، استئاریک، اولئیک، لینولئیک، آراچیدیک[5] و ایکوسادیئنوایک را در روغن آن شناسایی کردند. در حالی‌که ال-جسیر (۹) علاوه بر تعیین ۲۱ و ۳۸ درصدی پروتئین‌خام و روغن بذر سیاهدانه در شرایط آب و هوای خشک عربستان، یازده اسیدچرب شامل اسید پالمیتولئیک[6] و اسید لیگنوسریک[7] را شناسایی نمود.

مدیریت صحیح کودی به‌ویژه از نهاده‌های طبیعی مانند انواع کودهای آلی و یا بیولوژیک از موثرترین راه‌کارها جهت افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی می‌باشد. به طوری‌که می‌توان با بهبود شرایط تغذیه‌ای، افزایش کیفیت تغذیه‌ای این گیاهان را امکان-پذیر نمود. در این ارتباط رضوانی‌مقدم و سیدی (۴) به نقش ویژه کودهای آلی و بیولوژیک در افزایش عملکرد و مقدار نیتروژن سیاهدانه اشاره کردند. خرم دل و همکاران (۱) بیان کردند که کودهای بیولوژیک دارای باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و قارچ میکوریزا می‌توانند منجر به بهبود سرعت رشد محصول و افزایش تجمع ماده خشک سیاهدانه شوند. نتایج تحقیقات سجادی نیک و همکاران (۵) نیز حاکی از نقش موثر کاربرد کود آلی ورمی کمپوست و کود بیولوژیک نیتروکسین در افزایش عملکرد دانه، عملکرد روغن و پروتئین کنجد بود.

با وجود انجام برخی مطالعات در ارتباط با نقش مدیریت تغذیه در افزایش عملکرد کمی و کیفی سیاهدانه به ویژه ترکیب اسیدهای چرب این گیاه تحت تاثیر تیمارهای کودی چندان مورد توجه نبوده است. از این‌رو، هدف از اجرای این مطالعه بررسی تاثیر کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد پروتئین‌خام و روغن بذر سیاهدانه بود. هم‌چنین مقادیر هر یک از اسیدهای چرب سیاهدانه در واکنش به تیمارهای ذکر شده مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۲ تیمار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد اجرا شد. تیمارهای آزمایش بر اساس ترکیبی از منابع کود آلی و شیمیایی (ورمی‌کمپوست (۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار)، کود اوره (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و عدم کاربرد کود آلی و شیمیایی (شاهد)) به‌صورت عامل اول و کودهای بیولوژیک (نیتروکسین، میکوریزا، بیوسولفور+گوگرد و عدم کاربرد کود بیولوژیک (شاهد)) به‌عنوان عامل دوم تعیین شدند.

اجرای شخم اولیه در آذرماه و عملیات خاک‌ورزی ثانویه شامل دو دیسک عمود بر هم، تسطیح زمین توسط لولر و ایجاد جوی و پشته توسط فاروئر قبل از کاشت در اسفندماه صورت گرفت. هر یک از کرت‌های آزمایش با ابعاد ۴×۲ (۸ متر مربع) ایجاد و براساس آن فاصله کرت‌ها، پشته‌ها و بلوک‌ها از یکدیگر به‌ترتیب ۰/۵، ۰/۵ و ۱ متر تعیین شد. اعمال ۱۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی اوره (حاوی ۴۶ درصد نیتروژن خالص به‌عنوان معیار کودی) در سه مرحله شامل قبل از کاشت (۵۰ کیلوگرم در هکتار)، به‌صورت سرک در مرحله چهار برگی (هم‌زمان با تنک کردن) و قبل از شروع رشد زایشی (هر مرحله ۵۰ کیلوگرم در هکتار) صورت گرفت. معادل نیتروژن کود اوره، کود آلی ورمی‌کمپوست (دارای ۱/۶ درصد نیتروژن) نیز حدود ۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بر اساس تیمارهای مورد نظر در یک مرحله (قبل از کاشت) به‌کار گرفته شد.

جهت تلقیح بذرهای سیاهدانه با میکوریزا از نژاد *Glomus mosseae* استفاده شد که هم‌زمان با کاشت به‌صورت دو لایه تلقیح با خاک در بالا و پایین بذرها صورت گرفت. کاربرد کود نیتروکسین (حاوی باکتری‌های جنس ازتوباکتر[8] وآزوسپیریلوم[9]) در سه مرحله بصورت تلقیح با بذور قبل از کاشت (چهار لیتر در هکتار) و به‌صورت سرک در مراحل چهار برگی (همزمان با تنک‌کردن) و قبل از شروع رشد زایشی (هر مرحله به میزان پنج لیتر در هکتار) صورت گرفت (مطابق دستور العمل کود مصرفی). هم‌چنین کود بیوسولفور (حاوی باکتری تیوباسیلوس[10]) به‌همراه مصرف گوگرد آلی بنتونیت‌دار (۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) در یک مرحله بصورت تلقیح با بذور انجام گرفت (مطابق دستور العمل کود مصرفی).

بذور مورد استفاده جهت کاشت (توده بذر محلی اصفهان) در هجدهم اسفندماه روی هشت ردیف (بر روی هر پشته دو ردیف در طرفین پشته‌ها) در هر کرت کشت شد. گیاهچه‌های سیاهدانه در مرحله چهار برگی برای رسیدن به تراکم مورد نظر (۲۰۰ بوته در متر مربع) با فاصله روی ردیف دو سانتی‌متر تنک شدند. اولین آبیاری

1- Oleic acid
2- Linoleic acid
3- Linolenic acid
4- Eicosadienoic acid
5- Arachidic acid
6- Palmitoleic acid
7- Lignoceric acid

8- Azotobacter sp.
9- Azospirillum sp.
10- Thiobacillus sp.

بلافاصله بعد از کاشت و سایر آبیاری‌ها هر هفت روز یک‌بار انجام شد. آخرین آبیاری نیز دو هفته قبل از عملیات برداشت صورت گرفت.

جدول۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک محل اجرای آزمایش

بافت	نیتروژن کل (درصد)	کربن آلی (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته
لومی- سیلتی	۰/۱۰	۰/۲۰	۱/۳۸	۵۰/۷۶	۳/۷۲	۸/۳۶

با زرد شدن بوته‌ها و فولیکول‌ها در هفته اول تیرماه ۱۳۸۹، عملکرد دانه (برحسب کیلوگرم درهکتار) با رعایت اثر حاشیه‌ای در هر کرت اندازه‌گیری شد. در طول مراحل انجام این آزمایش نیز از هیچ گونه علف‌کش و آفت‌کش شیمیایی استفاده نشد.

به‌منظور تعیین درصد روغن بذر، پس از آسیاب کردن و رساندن رطوبت بذرها به حدود یک تا دو درصد (قرار دادن نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد آون به مدت دو ساعت)، مقدار دو گرم از هر نمونه تهیه گردید. جهت روغن‌گیری از دستگاه تمام اتوماتیک سوکسله (SPXTEC SYSTEM HT6) به‌روش مستقیم استخراج چربی در مجاورت مداوم با حلال آلی (Officinal Method Cd 3d-63) استفاده شد (۱۰). با محاسبه درصد روغن، عملکرد روغن بذر از حاصل‌ضرب درصد روغن در عملکرد بذر هر تیمار تعیین شد. درصد پروتین خام نمونه‌های مورد بررسی (درصد نیتروژن × ۶/۲۵) با اندازه-گیری درصد نیتروژن نمونه‌ها توسط دستگاه میکروکجلدال اندازه-گیری شد. با تعیین درصد پروتئین خام، عملکرد پروتئین خام نیز از رابطه درصد پروتئین خام × عملکرد دانه در هر تیمار محاسبه گردید. جهت تعیین درصد اسیدهای چرب روغن نیز ۵۰ گرم بذر از سه تکرار هر یک از تیمارهای آزمایش پس از آسیاب کردن، به نسبت یک به چهار با هگزان مخلوط و به مدت ۴۸ ساعت روی دستگاه شیکر (۱۶۰ دور در دقیقه) قرار داده شد (۱۳). جهت تجزیه اسیدهای چرب از دستگاه گاز کروماتوگرافی جرمی (GC\MASS) (مدل OUNGLIN-Acme 6000 GC با ستونی به طول ۱۰۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه ۰/۲ میکرومتر از نوع CP-Sil Wcot Fused Silica) تزریق شد.

تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS و رسم نمودارها توسط نرم‌افزار Excel انجام گرفت. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه آماری قرار گرفتند.

نتایج و بحث

تیمارهای منابع کود و کود بیولوژیک

بر طبق نتایج تجزیه واریانس، با وجود عدم تاثیر تیمارهای منابع کود و کود بیولوژیک بر درصد پروتئین‌خام و روغن سیاهدانه، اثر این تیمارها بر عملکرد پروتئین‌خام و نیز روغن سیاهدانه معنی‌دار بود ($P\leq0.01$) (جدول۲).

بر اساس نتایج جدول۳، کاربرد کود آلی ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی اوره در مقایسه با تیمار شاهد، منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد پروتئین خام سیاهدانه به‌ترتیب تا ۱۰۸ و ۵۱ درصد شد. هم-چنین در مقایسه با شاهد، عملکرد روغن بذر سیاهدانه نیز به‌طور معنی‌دار تحت تاثیر کاربرد ورمی‌کمپوست و کود اوره قرار گرفت (به‌ترتیب تا ۸۹ و ۴۴ درصد) (جدول ۳). با این وجود، کاربرد ورمی‌کمپوست در مقایسه با کود اوره، نقش بیشتری در افزایش معنی‌دار عملکرد پروتئین‌خام و روغن بذر سیاهدانه داشت.

جدول ۲- تجزیه واریاس درصد و عملکرد پروتئین خام و روغن بذر سیاهدانه در ارتباط با اعمال کودهای آلی، شیمیایی و بیولوژیک

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		درصد پروتئین خام	درصد روغن	عملکرد پروتئین خام	عملکرد روغن
بلوک	۲	۰/۷۴ ns	۰/۵۰ ns	۵۴/۵۷ ns	۱۴۱/۷۴ ns
منابع کودآلی و شیمیایی	۲	۰/۶۷ ns	۰/۲۱ ns	۳۶۶۱/۳۲ **	۱۸۱۴۵/۷۲ **
کودهای بیولوژیک	۳	۰/۴۶ ns	۰/۱۱ ns	۳۹۷/۶۳ **	۲۶۶۸/۹۹ **
منابع کودآلی و شیمیایی × کودهای بیولوژیک	۶	۳/۵۸ ns	۰/۹۲ ns	۱۱۸/۶۸ ns	۹۹/۵۹ ns
خطا	۲۲	۱/۴۰	۰/۲۷	۵۹/۷۰	۷۶/۱۱
ضریب تغییرات (درصد)	–	۱۰/۸۷	۲/۱۱	۱۳/۳۹	۶/۹۱

** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و عدم تفاوت معنی‌دار

به طوری‌که در نتیجه کاربرد ورمی کمپوست، عملکرد پروتئین خام و روغن بذر سیاهدانه به‌ترتیب تا ۲۷ و ۳۱ درصد بیش از کود اوره بود (جدول ۳). به طورکلی پایین‌تر بودن عملکرد پروتئین‌خام و روغن بذر سیاهدانه در نتیجه اعمال کود اوره در مقایسه با ورمی-کمپوست می‌تواند ناشی از متعادل بودن مقدار و جذب عناصر غذایی و نیز آبشویی کمتر این عناصر از خاک در نتیجه کاربرد کود آلی ورمی-کمپوست باشد. در این ارتباط سجادی نیک و همکاران (۵) نیز با مشاهده افزایش معنی‌دار عملکرد پروتئین و روغن کنجد را در نتیجه مصرف کود ورمی کمپوست، این افزایش را ناشی از فراهمی متعادل عناصر غذایی و ماده آلی در خاک دانستند. هم‌چنین نقش موثر کودهای آلی در مقایسه با کود شیمیایی می‌تواند در نتیجه بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مانند فراهمی بیشتر مواد آلی، افزایش ظرفیت نگه‌داری آب، کاهش چگالی ظاهری و نیز افزایش تخلخل باشد که می‌تواند منجر به افزایش جذب عناصر غذایی مورد نیاز رشد گیاه از خاک شود (۲).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین کودهای بیولوژیک نیز نشان داد که در بین این کودها تنها بیوسولفور+ گوگرد، منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد پروتئین‌خام و روغن بذر سیاهدانه شد (جدول ۴). به‌طوری که در نتیجه کاربرد تیمار بیوسولفور+ گوگرد در مقایسه با تیمار شاهد، عملکرد پروتئین خام و روغن بذر سیاهدانه به‌ترتیب تا ۲۲ و ۲۴ درصد افزایش یافت.

با توجه به قلیایی بودن اسیدیته خاک محل اجرای آزمایش (جدول۱)، نقش تیمار بیوسولفور+ گوگرد می‌تواند ناشی از تولید اسیدسولفوریک و کاهش pH خاک ناحیه ریزوسفر در نتیجه فعالیت باکتری‌های اکسیدکننده گوگرد باشد که در نهایت منجر به افزایش جذب عناصری مانند فسفر، روی و آهن می‌شود (۷). در این ارتباط محمدی‌آریا و همکاران (۸) به‌نقش موثر باکتری‌های اکسیدکننده گوگرد در افزایش مقدار فسفر قابل جذب از خاک اشاره نمودند. سلیم‌پور و همکاران (۲۲) نیز گزارش کردند که باکتری‌های اکسیدکننده گوگرد می‌توانند در افزایش جذب فسفر و عملکرد روغن کلزا (*Brassica napus* L.) موثر باشند. با درنظر اهمیت شرایط اقلیمی و عوامل فیزیکی و شیمیایی حاکم بر خاک محیط ریشه در فعالیت میکروارگانیسم‌ها (۲۰) عدم تاثیر باکتری‌های جنس ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و قارچ میکوریزا نیز می‌تواند ناشی از اقلیم نیمه خشک، پایین بودن محتوی ماده آلی خاک و نیز قلیایی بودن pH خاک محل اجرای آزمایش باشد (جدول۱).

ترکیبات تشکیل دهنده روغن بذر

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه روغن بذر سیاهدانه در میانگین تیمارهای آزمایش (جدول۵)، در مجموع ۱۱ اسید چرب شامل چهار اسید چرب غیراشباع و هفت اسید چرب اشباع شناسایی و تعیین شد. نتایج جدول ۵ نشان داد که اسیدهای چرب غیراشباع و اشباع به‌ترتیب ۷۷ و ۲۳ درصد از کل ترکیب اسیدهای چرب سیاهدانه را به خود اختصاص دادند. ال‌جسیر (۹) نیز نسبت اسیدهای چرب غیراشباع و اشباع روغن بذر سیاهدانه را به‌ترتیب ۸۴ و ۱۶ درصد تعیین نمود.

در بین اسیدهای چرب، اسیدلینولئیک و اولئیک (اسیدهای غیراشباع) و اسیدپالمیتیک (اسید اشباع) به ترتیب با ۴۹، ۲۷ و ۱۲ درصد، از بیشترین مقدار برخوردار بودند. به طورکلی، بالا بودن نسبی درصد اسیداولئیک در روغن حاکی از مقاومت آن به درجه حرارت‌های نسبتاً بالا جهت سرخ نمودن مواد غذایی و درصد بالای اسیدلینولئیک نشان‌دهنده طعم مناسب و کیفیت بالای روغن این گیاه جهت مصرف مستقیم غذایی می‌باشد (۳).

هم‌چنین از آن‌جایی که اسید لینولنیک با سرعت زیادی اکسیده شده و منجر به افزایش طعم‌های غیرطبیعی در روغن می‌گردد (۳)، مقدار بسیار پایین اسیدلینولنیک (۰/۶ درصد) می‌تواند دلیلی بر پایداری روغن بذر سیاهدانه باشد.

به طورکلی، با وجود عدم تاثیر تیمارهای کودی بر درصد روغن بذر (جدول۲)، اسیدهای چرب غیراشباع واکنش‌پذیری متفاوتی به کاربرد کودهای آزمایش داشتند (شکل۱). در بین اسیدهای چرب غیراشباع، اسید آلفا لینولنیک و اسیدلینولئیک به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین واکنش را به تیمارهای کودی نشان دادند (شکل۱).

جدول ۳- اثرات اعمال منابع کود آلی و شیمیایی بر درصد و عملکرد پروتئین خام و روغن بذر سیاهدانه

منبع کود	پروتئین خام (درصد)	روغن (درصد)	عملکرد پروتئین خام (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
ورمی‌کمپوست	۱۰/۹۴[a]	۲۴/۶۵ [a]	۷۲/۹۶ [a]	۱۶۵/۱۳ [a]
کود اوره	۱۱/۱۲[a]	۲۴/۳۹ [a]	۵۷/۶۲ [b]	۱۲۶/۱۶ [b]
شاهد	۱۰/۶۶[a]	۲۴/۴۷ [a]	۳۸/۱۱ [c]	۸۷/۳۵ [c]

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

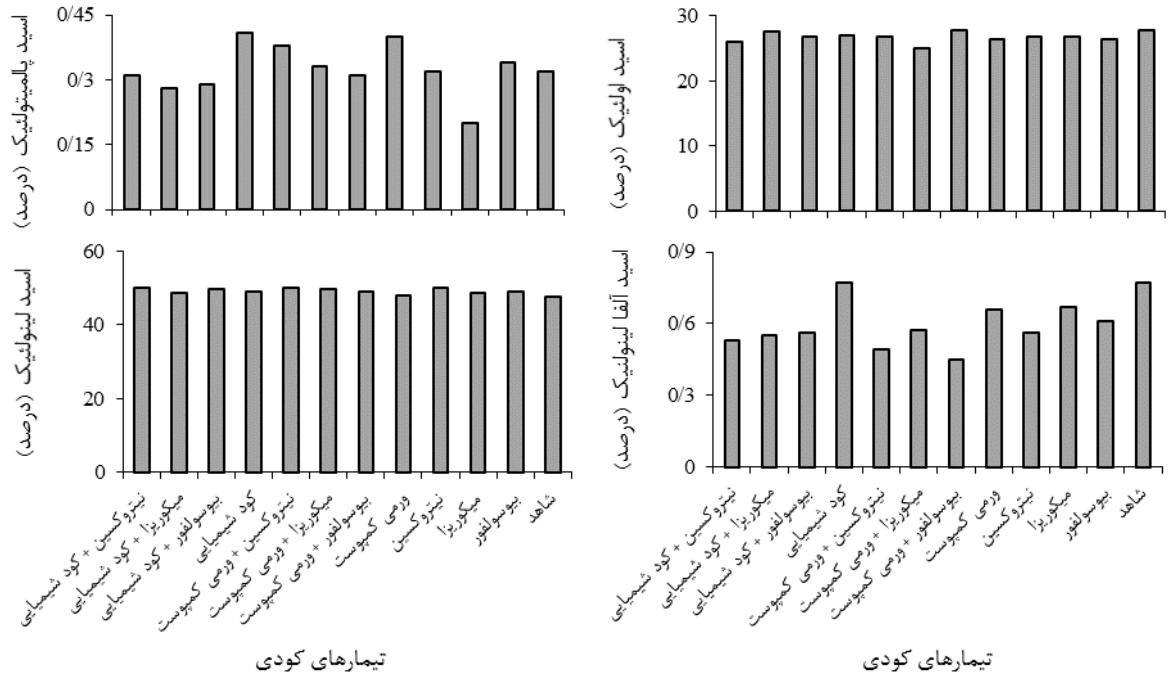
جدول ٤- اثرات کود های بیولوژیک بر درصد و عملکرد روغن و پروتئین خام بذر سیاهدانه

کودهای بیولوژیک	پروتئین‌خام (درصد)	روغن (درصد)	عملکرد پروتئین‌خام (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
نیتروکسین	۱۱/۱۸ a	۲۴/۴۲ a	۵۴/۸۴ b	۱۱۸/۳۰ b
مایکوریزا	۱۰/۷۵ a	۲۴/۵۹ a	۵۲/۰۲ b	۱۱۶/۲۵ b
بیوسولفور+ گوگرد	۱۰/۶۸ a	۲۴/۴۱ a	۶۶/۰۰ a	۱۵۲/۰۰ a
شاهد	۱۰/۹۹ a	۲۴/۶۱ a	۵۲/۰۶ b	۱۱۸/۳۰ b

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ٥- درصد پروتئین خام، روغن و مقادیر نسبی اسیدهای چرب روغن بذر سیاهدانه

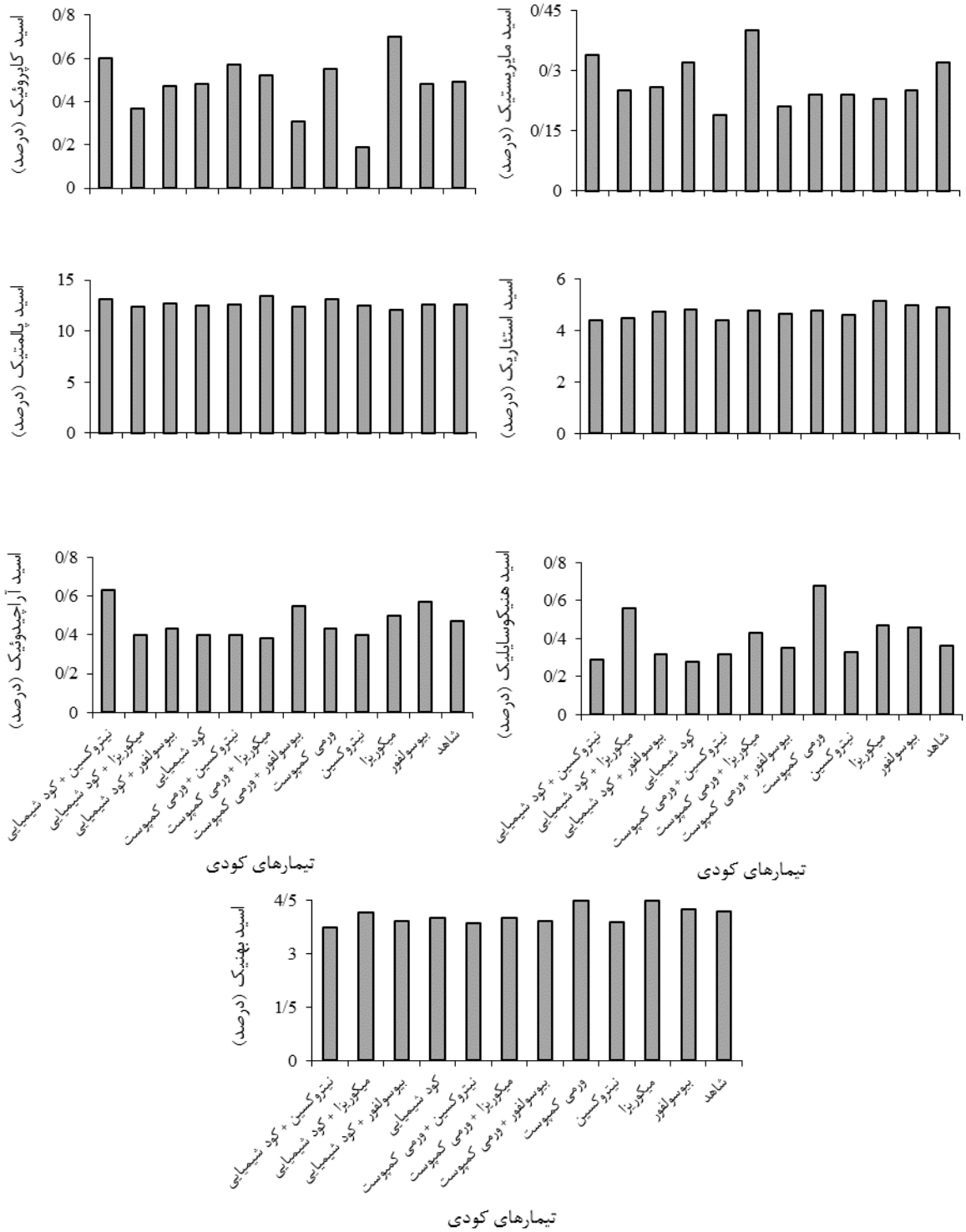
اجزاء تشکیل‌دهنده بذر		شماره لیپید[1]	درصد
پروتئین‌خام		-	**۱۰/۹۰**
روغن		-	**۲٤/٥۱**
اسیدهای چرب غیراشباع	اسید پالمیتولئیک	C 16:1	۰/۳۲
	اسید اولئیک	C 18:1	۲۶/۷۷
	اسید لینولئیک	C 18:2	۴۹/۱۸
	اسید آلفا لینولنیک	C 18:3	۰/۶۱
اسیدهای چرب اشباع	اسید کاپروئیک[2]	C 6:0	۰/۴۸
	اسید مایریستیک	C 14:0	۰/۲۷
	اسید پالمیتیک	C 16:0	۱۲/۶۸
	اسید استئاریک	C 18:0	۴/۷۱
	اسید آراچیدیک	C 20:0	۰/۴۶
	اسید هنیکوسایلیک[3]	C 21:0	۰/۴۰
	اسید بهنیک[4]	C 22:0	۴/۰۷



شکل ۱- اثرات تیمارهای کودی بر درصد اسیدهای چرب غیراشباع بذر سیاهدانه

1- Lipid Numbers
2- Caproic Acid
3- Heneicosylic Acid
4- Behenic Acid

به طور کلی، کاربرد بیوسولفور + ورمی کمپوست بیش‌ترین و کود شیمیایی کم‌ترین تاثیر را در کاهش میزان اسیدلینولنیک داشتند (شکل۱). همان‌طور که پیشتر ذکر گردید، با توجه به تاثیر اسیدلینولنیک در کاهش پایداری روغن بذر سیاهدانه (۳)، به‌نظر می‌رسد عدم تاثیر کود شیمیایی در کاهش میزان اسید چرب لینولنیک ناشی از عدم تعادل عناصر غذایی ناشی از کاربرد آن باشد.



شکل ۲- اثرات تیمارهای کودی بر درصد اسیدهای چرب اشباع بذر سیاهدانه

همانند اسیدهای چرب غیراشباع، واکنش اسیدهای چرب اشباع به کاربرد کودهای آزمایشی نیز متفاوت بود. در بین اسیدهای چرب غیراشباع، اسیدپالمیتیک و استئاریک کم‌ترین و اسیدهای آراچیدوئیک و هنیکوسایلیک بیش‌ترین واکنش را به تیمارهای کودی نشان دادند (شکل۲).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش حاکی از عدم تاثیر باکتری‌های ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و میکوریزا بر درصد و عملکرد روغن بذر سیاهدانه بود. با این وجود نتایج آزمایش این نکته را مورد تایید قرار داد که در خاک‌های با pH قلیایی باکتری‌های جنس تیوباسیلوس در کنار مصرف گوگرد می‌توانند با کاهش اسیدیته خاک در بهبود عملکرد کمی و کیفی سیاهدانه موثر باشند. از سویی دیگر، به‌نظر می‌رسد با جایگزینی نهاده‌های طبیعی مانند کودهای ورمی‌کمپوست به‌جای کودهای شیمیایی، ضمن افزایش عملکرد و بهبود کیفیت تغذیه‌ای سیاهدانه، بتوان کاهش مشکلات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد نهاده‌های شیمیایی را امکان‌پذیر نمود.

سپاسگزاری

هزینه‌های انجام این طرح توسط معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی و در قالب طرح تحقیقاتی مصوب با کد ۲/۱۶۰۵۹ مورخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۳ تامین شده است که بدین وسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه فردوسی مشهد سپاس‌گزاری می‌گردد.

منابع

۱- خرم‌دل س.، کوچکی ع.، نصیری‌محلاتی م. و قربانی ر. ۱۳۸۷. اثر کاربرد کودهای بیولوژیک بر شاخص‌های رشدی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.). مجله پژوهش‌های زراعی ایران ۶: ۲۹۴-۲۸۵.

۲- خندان ا. و آستارایی ع. ۱۳۸۴. تاثیر کودهای آلی (کمپوست زباله شهری، کود گاوی) و شیمیایی بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک. بیابان ۱۰: ۳۶۸-۳۶۱.

۳- خواجه‌پور م.ر. ۱۳۸۵. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. ۵۶۴ صفحه.

۴- رضوانی‌مقدم پ.، سیدی س.م. ۱۳۹۲. مقایسه تاثیر منابع آلی، شیمیایی و بیولوژیک نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن در سیاهدانه (*Nigella sativa* L.). فصل‌نامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۳: در دست چاپ.

۵- سجادی نیک ر.، یدوی ع.، بلوچی ح.ر. و فرجی ه. ۱۳۹۰. مقایسه تأثیر کودهای شیمیایی (اوره)، آلی (ورمی کمپوست) و زیستی (نیتروکسین) بر عملکرد کمی و کیفی کنجد (*Sesamum indicum* L.). نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۱: ۱۰۱- ۸۷.

۶- سیدی س.م.، رضوانی‌مقدم پ.، قربانی ر. و نصیری‌محلاتی م. ۱۳۹۱. اثر دوره بحرانی رقابت علف‌های هرز بر عملکرد، اجزای عملکرد و عملکرد روغن سیاهدانه (*Nigella sativa* L.). نشریه علوم باغبانی ۲۶: ۱۲۲-۱۱۳.

۷- فروغی‌فر ح. و پورکاسمانی م.ا. ۱۳۸۱. علوم و مدیریت خاک (جلد اول) (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۳۳۶ صفحه.

۸- محمدی‌آریا م.، لکزیان ا. و حق‌نیا غ. ۱۳۸۹. تاثیر مایه تلقیحی حاوی باکتری تیوباسیلوس و قارچ آسپرژیلوس بر رشد گیاه ذرت. مجله پژوهش‌های زراعی ایران ۸: ۸۹-۸۲.

9- AI-Jassir M.S. 1992. Chemical composition and microflora of black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds growing in Saudi Arabia. Food Chemistry, 45: 239-242.

10- AOCS: Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. 1993. AOCS Press, Champaign, II. (USA).

11- Atta M.B. 2003. Some characteristics of nigella (*Nigella sativa* L.) seed cultivated in Egypt and its lipid profile. Food Chemistry, 83: 63-68.

12- Erkan N., Ayranci G., and Ayranci E. 2008. Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmaric acid and sesamol. Food Chemistry, 110: 76-82.

13- Farhoosh R., Haddad Khodaparast M.H., and Sharif A. 2009. Bene hull oil as a highly stable and antioxidative vegetable oil. Eurepian Journal of Lipid Science and Technology, 111:1259-1265.

14- Hussain A., Nadeem A., Ashraf I., and Awan M. 2009. Effect of weed competition periods on the growth and yield of black seed (*Nigella sativa* L.). Pakistan Journal of Weed Science Research, 15: 71-81.

15- Khattak K.F., Simpson T.J., and Hasnullah I. 2008. Effect of gamma irridation on the extraction yield, total phenolic content and free radical-scavengingactivity of *Nigella sativa* seed. Food Chemistry, 110: 967-972.

16- Mehta B.K., Pandit V., and Gupta M. 2009. New principle from seeds of *Nigella sativa*. Natural Product Research, 23: 138-148.
17- Nergiz C., and Otles S. 1993. Chemical composition of *Nigella sativa* L. seeds. Food Chemistry, 48: 259-261.
18- Nickavar B., Mojab F., Javidnia K., and Roodgar Amoli M.A. 2003. Chemical composition of the fixed and volatile oils of *Nigella sativa* L. from Iran. Z. Naturforsch, 58: 629-631.
19- Ramadan M.F., and Morsel J.T. 2003. Analysis of glycolipids from black cumin (*Nigella sativa* L.), coriander (*Coriandrum sativum* L.) and niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) oilseeds. Food Chemistry, 80: 197-204.
20- Rodríguez Cáceres E.A., González Anta G., López J.R., Di Ciocco C.A., Pacheco Basurco J.C., and Parada J.L. 1996. Response of field-grown wheat to inoculation with *Azospirillum brasilense* and *Bacillus polymyxa* in the semiarid region of Argentina. Arid Soil Research and Rehabilitation, 10:13-20.
21- Salem M.L., and Hossain M.S. 2000. Protective effect of black seed oil from *Nigella sativa* against murine cytomegalovirus infection. International Journal of Immunopharmacology, 22: 729-740.
22- Salimpour S., Khavazi K., Nadian H., Besharati H., and Miransari M. 2010. Enhancing phosphorous availability to canola (*Brassica napus* L.) using P solubilizing and sulfur oxidizing bacteria. Australian Journal of Crop Science, 4: 330-334.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۳۳-۱۲۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 127-133
ISSN: 2008 - 4730

بررسی تغییرات بیوشیمیایی ایجاد شده در اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و تیامین بر گل ژربرا رقم پینک الگانس (*Gerbera jamesonii* L., cv. Pink Elegance)

میثم منصوری[1*] - محمود شور[2] - علی تهرانی فر[3] - یحیی سلاح ورزی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۰۵

چکیده

ژربرا یکی از ده گل مهم شاخه بریده در جهان و ایران از نظر تولید و مصرف محسوب می‌شود. در مطالعه حاضر، به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و تیامین بر خصوصیات بیوشیمیایی گل ژربرا، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در گلخانه تجاری شرکت گل‌آذین مقصود انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل صفر (آب شهری؛ شاهد)، سالیسیلیک اسید در غلظت‌های ۷۵ و ۱۵۰ میکرومولار و تیامین در غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرومولار بودند. محلول‌پاشی در دو مرحله و به فاصله دو هفته انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که تیمارهای مورد استفاده تاثیر معنی‌داری بر خصوصیات بیوشیمیایی داشتند. تیامین در غلظت ۲۵۰ میکرومولار سبب افزایش میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل، به ترتیب با میانگین ۳۶/۶، ۱۷/۲ و ۶۱/۱ میکروگرم بر گرم وزن تر شد، در حالیکه بیشترین میزان کاروتنوئید ۷/۸ میکروگرم بر گرم وزن تر مربوط به تیامین ۵۰۰ میکرومولار می‌باشد. از سوی دیگر بیشترین میزان قندهای قابل احیا ۱۸۱/۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در تیمار ۷۵ میکرومولار سالیسیلیک اسید مشاهده شد. در این آزمایش، بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز ۹۴/۵ و پراکسیداز ۷۰/۷ واحد آنزیم بر دقیقه در گرم وزن تر به ترتیب مربوط به تیمار ۷۵ و ۱۵۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید بودند. از اینرو به نظر می‌رسد سالیسیلیک اسید و تیامین می‌توانند سبب افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی گل ژربرا شوند.

واژه‌های کلیدی: پراکسیداز، قندهای قابل احیا، کلروفیل، کاروتنوئید، کاتالاز

مقدمه

ژربرا با نام علمی *Gerbera jamesonii* L. متعلق به تیره Asteraceae می‌باشد. این گل یکی از مهم‌ترین گل‌های شاخه بریده می‌باشد (۹).

سالیسیلیک اسید (SA) یا ارتوهیدروکسی بنزوئیک اسید با فرمول شیمیایی $C_7H_6O_3$ یک فنل گیاهی است (۴) و در فرآیندهای فیزیولوژیکی مهمی نظیر رشد و توسعه گیاه، فتوسنتز، تعرق، جذب یون، سنتز پروتئین، رسیدن میوه و پیری نقش دارد (۵). بر اساس نتایج علائی و همکاران (۱) محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید در مرحله قبل از برداشت گل رز، فعالیت آنزیم کاتالاز را افزایش داد. هم‌چنین کاربرد سالیسیلیک اسید باعث افزایش قندهای قابل احیا در گل‌های داوودی شاخه بریده شد (۱۴).

ویتامین‌ها ترکیبات آلی هستند که برای انجام واکنش‌های خاص متابولیک ضروری اند بیشتر آنها به عنوان کوآنزیم یا جزیی از آنزیم در فعال کردن واکنش‌های ضروری شرکت می‌کنند تیامین هیدروکلرید (ویتامین B_1) یک پودر کریستال سفید مایل به زرد با طعم گردو می‌باشد (۲). این ویتامین به عنوان کوآنزیم ضروری در تنفس سلولی و در دکربوکسیله شدن پیروات به استیل‌کوآنزیمآ نقش داشته و سبب ورود مواد اکسیدکننده به سیکل کربس برای تولید انرژی و ایجاد مقاومت به تنش‌های زنده و غیر زنده در گیاهان می‌گردد (۲ و ۱۱).

بر اساس نتایج بدست آمده توسط محجوب و همکاران (۱۳) محلول‌پاشی تیامین باعث افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی کوکب نسبت به گیاهان شاهد شده است. طبق نتایج ناهد و همکاران (۱۵) کاربرد تیامین در سینگونیوم رنگیزه‌های فتوسنتزی را افزایش داد. همچنین کاربرد تیامین در گلایول باعث افزایش کلروفیل a، b،

۱ ، ۲، ۳و ۴ - به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار، استاد و مربی گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: mansoori.1388@gmail.com)

کلروفیل کل، کاروتنویید و قندهای محلول نسبت به گیاه شاهد شد (۱۶). در گزارش دیگری کاربرد تیامین سبب افزایش قندهای محلول گیاه نوش *(Thuja orientalis)* شد (۱۷).

بنابراین تحقیق حاضر به منظور بررسی تغییرات بیوشیمیایی ایجاد شده در اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و تیامین در گل ژربرا صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه تجاری شرکت گل‌آذین مقصود واقع در شهرک صنعتی توس شهر مشهد با ۱۰۶۵ متر ارتفاع از سطح دریا، طول جغرافیایی ۵۹/۳۷ درجه و عرض جغرافیایی ۳۶/۱۹ درجه در سال ۱۳۹۱ انجام پذیرفت. این پژوهش به صورت طرح کاملا تصادفی در چهار تکرار انجام شد، تیمارها شامل، آب شهر (شاهد)، سالیسیلیک اسید ۷۵ و ۱۵۰ میکرومولار و تیامین ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرومولار می‌باشند. به مدت یک هفته قبل از محلول‌پاشی جوانه‌های گل حذف شدند و سپس محلول‌پاشی در دو مرحله و به فاصله زمانی دو هفته صورت پذیرفت. میانگین دمای روز ۲۶ و شب ۱۶ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد بود. صفات مورد سنجش شامل کلروفیلa، b، کلروفیل کل، کاروتنویید، قندهای قابل احیا، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز می‌باشد.

کلروفیل و کاروتنوئید

اندازه‌گیری میزان کلروفیل a، b، کلروفیل کل، کاروتنویید و قندهای قابل احیا ده روز پس از دومین محلول‌پاشی و سنجش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز ۲۴ ساعت پس از دومین محلول‌پاشی صورت گرفت.

جهت اندازه گیری کلروفیل و کاروتنویید از روش دِرِ و همکاران (۸) استفاده شد. مقدار ۰/۵ گرم از بافت برگ را وزن نموده و در هاون چینی با ۵ سی‌سی متانول ۹۶ درصد ساییده و سپس مواد را داخل لوله فالکون ریخته و در سانتریفیوژ با ۲۵۰۰ دور در دقیقه، به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده، سپس محلول رویی را برداشته و با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Bio Quest,CE 2502,UK میزان جذب در طول موج‌های ۶۶۶ ، ۶۵۳ و ۴۷۰ قرائت گردید و در نهایت با استفاده از روابط زیر محاسبات انجام پذیرفت.

$$C_a = 15.65\,A_{666} - 7.340\,A_{653}$$
$$C_b = 27.05\,A_{653} - 11.21\,A_{666}$$
$$C_{x+c} = 1000\,A_{470} - 2.86\,C_a - 129.2\,C_b/245$$
$$C_t = C_a + C_b + C_{x+c}$$

C_a: میزان کلروفیل a، C_b: میزان کلروفیل b ، C_{x+c}: میزان کاروتنوئید و C_t: کلروفیل کل

قندهای قابل احیا

به منظور سنجش میزان قندهای قابل احیا ۰/۵ گرم نمونه گیاهی توزین و توسط ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد استخراج عصاره صورت پذیرفت سپس مقدار قندهای قابل احیا مطابق روش هج و هوفریتر(۱۲) اندازه گیری شد. شدت جذب محلول در طول موج ۶۳۰ نانومتر تعیین شد و با استفاده از منحنی استاندارد غلظت قندهای قابل احیا بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر محاسبه شد.

تهیه عصاره آنزیمی

به منظور سنجش میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز ابتدا عصاره آنزیمی استخراج شد. ۱۰۰ میلی‌گرم بافت تازه گیاهی در هموژنایزر توسط ازت مایع کاملا خرد و همگن شد سپس یک سی‌سی بافر فسفات پتاسیم (۵۰ میلی‌مولار با pH=۷/۸ حاوی EDTA) به عصاره افزوده شد. سپس محلول مورد نظر به مدت ۲۵ دقیقه و با سرعت ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید. پس از پایان سانتریفیوژ، محلول روشناور در میکروتیوب سترون توزیع و در فریزر ۸۰- نگه‌داری شدند. این نمونه‌ها برای تعیین فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز مورد استفاده قرار گرفتند.

سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز (EC 1.11.1.6)

فعالیت این آنزیم به روش ولیکووا و همکاران (۲۲) مورد سنجش قرار گرفت. ابتدا بافر فسفات پتاسیم ۱۰ میلی مولار با pH= ۷ (به همراه ۱۶۹ میکرولیتر۳۰ درصد H_2O_2) تهیه شد و سپس با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۲۴۰ نانومتر به مدت ۱/۵ دقیقه و هر ۵ ثانیه یک بار قرائت شد در نهایت با توجه به ضریب خاموشی کاتالاز (۴۰ میلی‌مولار بر سانتی‌متر)، میزان واحد آنزیم در گرم بافت‌تر محاسبه گردید (۲۲).

سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز (EC 1.11.1.7)

فعالیت این آنزیم به روش سرینیواس و همکاران (۲۱) با اندکی تغییر مورد سنجش قرار گرفت. ابتدا بافر فسفات پتاسیم ۲۰ میلی‌مولار با pH= ۶ (به همراه ۵/۱۵ میکرولیتر H_2O_2 ۳۰ درصد به عنوان پذیرنده الکترون و ۳۱/۰۵ میکرولیتر گایاکول به عنوان الکترون دهنده) تهیه شد و سپس با دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۴۹۰ نانومتر به مدت ۱/۵ دقیقه و هر ۵ ثانیه قرائت صورت پذیرفت. در نهایت با توجه به ضریب خاموشی پراکسیداز (۲۶/۶ میلی‌مولار بر سانتی‌متر)، میزان واحد آنزیم در گرم بافت‌تر محاسبه شد (۲۱).

در پایان داده‌ها با نرم افزار JMP ۸ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد

محاسبه شد.

نتایج و بحث

کلروفیل a

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای مورد استفاده در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی داری بر میزان کلروفیل a داشت (جدول ۱). تیمارهای مورد آزمایش نسبت به شاهد میزان کلروفیل a را به طور قابل توجهی افزایش دادند (شکل ۱). محجوب و همکاران اظهار داشتند که تیامین باعث افزایش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در گل کوکب شده است و تیمار ۱۰۰ پی.پی.ام نسبت به سایرین بیشتر موثر بوده است (۱۳). به نظر می‌رسد نقش تیامین به عنوان کاتالیزور در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها، سبب افزایش کلروفیل شده است (۳).

کلروفیل b

طبق نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس، تیمارهای آزمایش در سطح یک درصد تاثیر معنی‌داری بر میزان کلروفیل b داشتند (جدول ۱). تیمارهای سالیسیلیک اسید و تیامین نسبت به شاهد میزان کلروفیل b را افزایش دادند و اثر تیمار ۲۵۰ میکرومولار تیامین نسبت به سایرین محسوس‌تر بود (شکل ۲). طبق گزارش ناهد و همکاران (۱۵) تیامین ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام از موثرترین تیمارها بر افزایش کلروفیل b نسبت به شاهد بودند همچنین آنها گزارش کردند که تیامین سبب تجمع عناصر غذایی N, P, K شده است که علت آن به آزاد سازی اسیدهای آلی در ناحیه ریشه و در نتیجه سهولت آزادسازی عناصر غذایی از بافت خاک و در نتیجه جذب و افزایش رشد گیاه برمی‌گردد (۱۵).

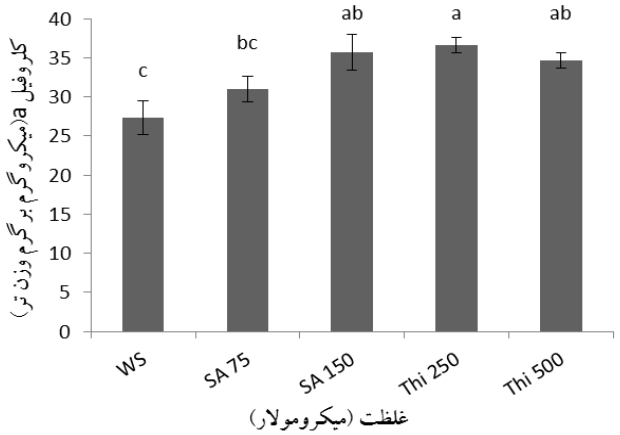
میزان کاروتنوئید

طبق نتایج بدست آمده اثر تیمارهای سالیسیلیک اسید و تیامین سبب افزایش میزان کاروتنوئید نسبت به شاهد شدند. تیامین ۵۰۰ میکرومولار با ۷/۸۷ میکروگرم برگرم وزن تر اثر بیشتری بر میزان کاروتنوئید داشت (شکل ۳). ناهد و همکاران (۱۶) گزارش کردند که تیامین ۲۰۰ پی‌پی‌ام نسبت به شاهد سبب افزایش میزان کاروتنوئید در گلایول شد همچنین آن‌ها اظهار داشتند که با افزایش غلظت تیامین از ۵۰ به ۲۰۰ پی‌پی‌ام میزان کاروتنویئد نیز افزایش یافت و همچنین طی آزمایش دیگری ناهد و همکاران بیان کردند که تیامین ۵۰ پی‌پی‌ام نسبت به شاهد اثر معنی‌داری بر میزان کاروتنوئید در سینگونیوم داشت (۱۵). با توجه به نقش کوفاکتوری تیامین و همچنین اثر آن بر دکربروکسیله شدن پیروات به استیل‌کوآنزیم‌آ و تولید انرژی، اثر آن بر میزان کاروتنوئید دور از انتظار نیست (۲و۳).

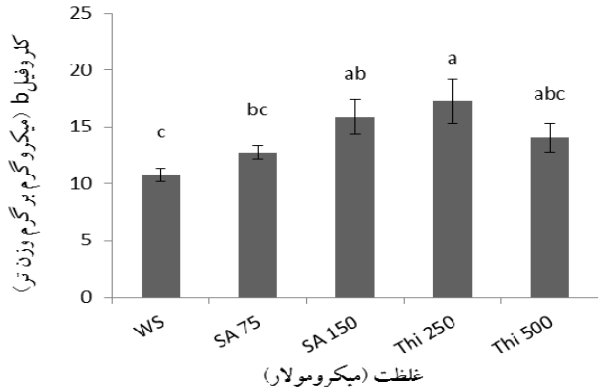
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر سالیسیلیک اسید و تیامین بر خصوصیات بیوشیمیایی ژربرا رقم پینک الگانس

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنویید	قند های قابل احیا	آنزیم کاتالاز	آنزیم پراکسیداز
تیمار	۴	۵۸/۸ **	۲۶/۱۶**	۱۹۵/۵۱**	۲/۵۴*	۳۵۳/۵ **	۱۶۷۴**	۱۰۰/۷ *
خطا	۱۲	۱۳/۰۸	۷/۵۸	۱۵/۴۹	۰/۷۰۱۸	۱۳/۴۲	۷۱/۹۴	۲۳/۲۳

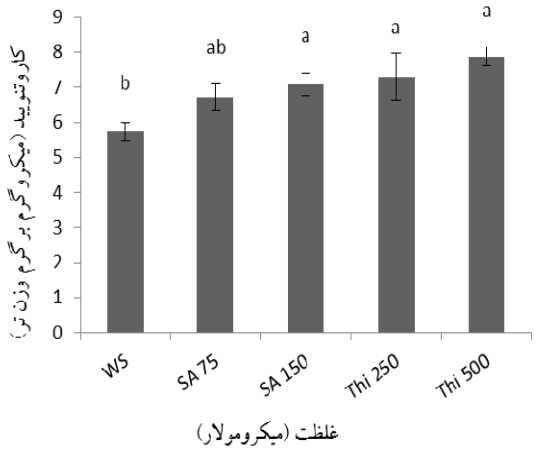
* و **- به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد بر اساس آزمون LSD



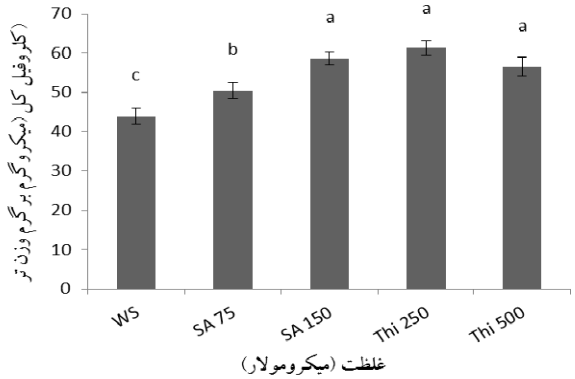
شکل ۱- مقایسه اثر سالیسیلیک اسید و تیامین بر میزان کلروفیل a ژربرا رقم پینک الگانس



شکل ۲- مقایسه اثر سالیسیلیک اسید و تیامین بر میزان کلروفیل b ژربرا رقم پینک الگانس



شکل ۳- مقایسه اثر سالیسیلیک اسید و تیامین بر میزان کاروتنویید ژربرا رقم پینک الگانس



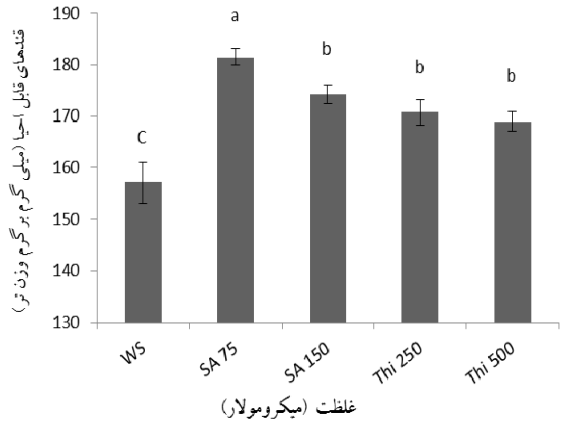
شکل ٤- مقایسه اثر سالیسیلیک اسید و تیامین بر میزان کلروفیل کل ژربرا رقم پینک الگانس

کلروفیل کل

میزان کلروفیل کل نیز تحت تاثیر تیمار قرار گرفت (جدول ۱). طبق نتایج تیمارهای سالیسیلیک اسید و تیامین کلروفیل کل را نسبت به شاهد افزایش دادند (شکل ۴). نتایج آزمایش بدور و همکاران (۷) نشان می‌دهد که کاربرد تیامین به تنهایی کمترین اثر مطلوب را بر رنگیزه‌های فتوسنتزی داشته که نتایج کار ما با آن‌ها مطابقت نداشت. تیامین فاکتور مهمی در انتقال واکنش‌های چرخه پنتوز فسفات می‌باشد که سبب سنتز نوکلئوتیدها و تولید NADP از مسیرهای مختلف می‌شود (۷). هم‌چنین افزایش میزان کلروفیل احتمالاً به نقش تیامین به عنوان کاتالیزور در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها برمی‌گردد (۳).

قندهای قابل احیا

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که میزان قندهای قابل احیا برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۱). بیشترین میزان این صفت در تیمار ۷۵ میکرومولار سالیسیلیک اسید با ۱۸۱/۵ میلی‌گرم برگرم وزن‌تر و کمترین مقدار مذکور در تیمار شاهد با ۱۵۷ میلی‌گرم برگرم وزن‌تر مشاهده شد (شکل ۵). راویا و همکاران (۱۹) گزارش کردند که کاربرد تیامین روی یاسمن سبب افزایش میزان قندهای محلول، غیر محلول و کل نسبت به شاهد شد و با افزایش غلظت میزان قندها نیز افزایش یافتند. هم‌چنین منصوری (۱۷) اظهار داشت که کاربرد تیمارهای سالیسیلیک اسید تا سطح ۱۰ میکرومولار سبب افزایش میزان قندهای قابل احیا در گل‌های بریدنی داوودی شد و در غلظت‌های بیش از آن سبب کاهش میزان قندهای قابل احیا شد. به نظر می‌رسد سالیسیلیک اسید از طریق کاهش تنفس سلولی و بهبود شرایط فتوسنتزی میزان قندهای قابل احیا را افزایش می‌دهد (۱۷).



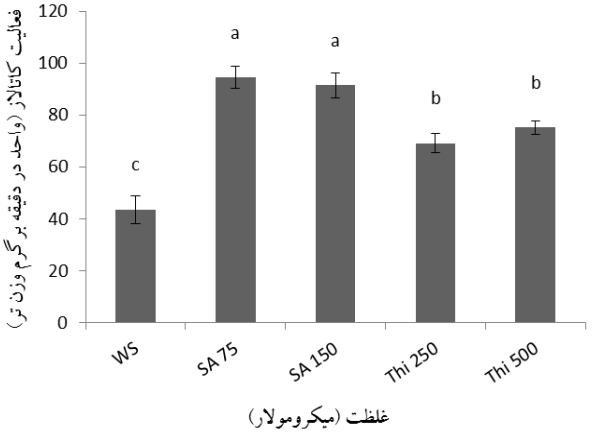
شکل ۵- اثر سالیسیلیک اسید و تیامین بر میزان قندهای قابل احیا ژربرا رقم پینک الگانس

میزان فعالیت آنزیم کاتالاز

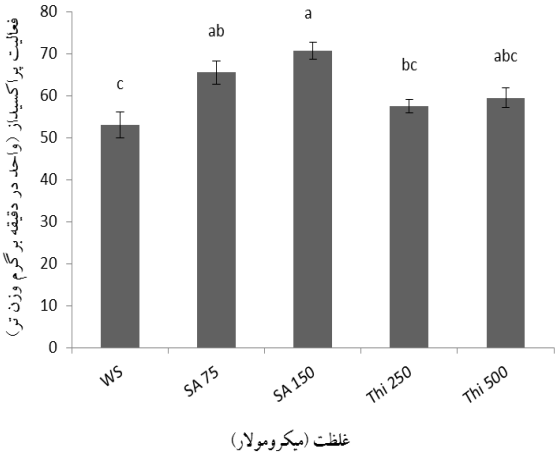
طبق نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس صفات، اثر تیمار بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال یک درصد ($P\leq ۰/۰۱$) معنی‌دار بود (جدول ۱). ۲۴ ساعت بعد از دومین محلول‌پاشی بیشترین تاثیر مربوط به تیمار ۷۵ میکرومولار سالیسیلیک اسید با ۹۴/۵ واحد آنزیم بر دقیقه درگرم وزن تر گزارش شد و این درحالی است که تیمار شاهد (آب شهر) با کمترین تاثیر، ۴۳/۶ واحد آنزیم بر دقیقه درگرم وزن تر مشاهده شد. سایر تیمارها نیز نسبت به شاهد از سطح بالاتری برخوردار بودند (شکل ۶). گزارشات متعددی در زمینه فعالیت آنزیم کاتالاز وجود دارد. طبق گزارش اعلایی و همکاران (۷) تیمارهای سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد میزان فعالیت آنزیم کاتالاز را افزایش دادند. باتوجه به اینکه آنزیم کاتالاز تحت شرایط تنش افزایش می‌یابد پرومیو و همکاران (۲۱) گزارش کردند که کاربرد سالیسیلیک اسید میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در گل آنتوریوم تحت شرایط سرمازدگی را افزایش داد. آنزیم های آنتی اکسیدانی باعث محافظت سلول‌ها می‌شوند و آنزیم کاتالاز در کنترل میزان پراکسید هیدروژن و پاک‌سازی آن از سلول نقش دارد (۶).

میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز

نتایج آزمایش نشان می‌دهد که اثر تیمار بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در سطح احتمال پنج درصد ($P\leq ۰/۰۵$) معنی دار بود (جدول ۱). طبق نتایج بیشترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز ۲۴ ساعت بعد از محلول‌پاشی مربوط به تیمار ۱۵۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید با ۷۰/۷ واحد آنزیم بر دقیقه در گرم وزن تر بود و کمترین تاثیر مربوط به تیمار شاهد (آب شهر) با ۵۳ واحد آنزیم بر دقیقه در گرم وزن‌تر گزارش شد (شکل ۷). طبق گزارش شی و ژو (۲۲) که به بررسی تاثیر کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید بر سمیت منگنز و سیستم آنتی اکسیدانی خیار پرداختند نشان دادند که کاربرد سالیسیلیک اسید باعث افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز شد. هم‌چنین گرائی‌لو و قاسم نژاد (۱۲) گزارش کردند که کاربرد سالیسیلیک اسید در دوره پس از برداشت باعث کاهش فعالیت آنزیم پراکسیداز در گل رز شد و پیری گلها را به تعویق انداخت. پراکسیداز نقش حیاتی در محافظت سلول در برابر پراکسید هیدروژن دارد (۲۲).



شکل ٦- اثر سالیسیلیک اسید و تیامین بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز ژربرا رقم پینک الگانس



شکل ۷- اثر سالیسیلیک اسید و تیامین بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز ژربرا رقم پینک الگانس

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد تیامین منجر به افزایش کلروفیل a، b، کاروتنوئید و کلروفیل کل شد و بیشترین میانگین را در صفات مذکور داشت که به نقش کاتالیزوری تیامین در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین ها اشاره دارد. همچنین کاربرد

سالیسیلیک اسید منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی (کاتالاز و پراکسیداز)، که باعث محافظت سلول‌ها گردید. در نهایت با توجه به اثر مطلوب سالیسیلیک اسید با غلظت ۱۵۰ میکرومولار بر فعالیت آنزیم ها و همچنین با توجه به این‌که اثر تیمارسالیسیلیک از نظر مقایسه میانگین تفاوت چندانی با تیامین بر رنگیزه‌های فتوسنتزی ندارد، تیمار سالیسیلیک اسید با غلظت ۱۵۰ میکرومولار توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مسئولین محترم شرکت گل‌آذین مقصود به خاطر همکاری در اجرای تحقیق و استفاده از گلخانه این شرکت، تشکر و قدردانی می‌نمائیم.

منابع

۱- اعلایی م. ۱۳۹۰. بررسی اثر سالیسیلیک اسید در مرحله داشت و پس از برداشت بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و عمر پس از برداشت رز. رساله دکتری تخصصی گروه علوم باغبانی. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج.

۲- شاکرحسینی ر. و آزادبخت ل. ۱۳۸۳. ویتامین‌ها. نشر گرایش. ۱۹۷ صفحه.

۳- صادقی ح. و رجب نژاد ک. ۱۳۸۹. بررسی اثر کاربرد همزمان اسید بوریک، پراکسید هیدروژن و تیامین با ایندول بوتریک اسید بر ریشه‌زایی قلمه‌های زیتون "رقم رشید" . مجله علوم باغبانی ایران ۴۱(۲): ۱۷۸-۱۷۳.

۴- فتحی ق. و اسماعیل پور ب. ۱۳۸۹. مواد تنظیم کننده رشد گیاهی، اصول و کاربرد. جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۸ صفحه.

۵- هاشمی م. ۱۳۸۹. تاثیرات سالیسیلیک اسید، متیل جاسمونات و اسانس‌های گیاهی بر کیفیت و عمر گل‌جایی گل‌های بریده. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، علوم باغبانی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان.

6- Alaey M., Babalar M., Naderi R., and kafi M. 2011. Effect of pre and postharvest Salicylic acid treatment on physiochemical attributes in relation to vase life of Rose cut flowers." Postharvest Biology and Technology, 61(1): 91-94.

7- Bedour A., Leila A., and Rawia A., 2011. Improving gladiolus growth, flower keeping quality by using some vitamins application. Journal of American Science, 7(3); 169-174.

8- Dere S., Gunes T., and Sivaci R., 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll - a, b and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. Journal of Botany, 22: 13-17.

9- Dole J. M., and Wilkins F. H. 2006. Floriculture, Principles and Species. Prentice Hall Upper Saddle River New Jersey, 356-360.

10- Gerailoo S., and Ghasemnezhad M. 2011. Effect of Salicylic acid on antioxidant enzyme activity and petel senescence in “Yellow island” cut rose flowers. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 19(1): 183-193.

11- Goyer A. 2010. Thiamine in plants: Aspects of its metabolism and functions. Phytochemistry, 71; 1615-1624.

12- Hedge J.E., and Hofreiter B.T. 1962. In: R. L. Whistler & B. Miller (Ed.), Carbohydrate Chemistry. Academic Press, New York. pp.17-22.

13- Mahgoub M., and Abdel aziz S. 2011. Response of *dahlia pinnata* L. plant to foliar with putrescine and thiamine on growth, flowering and photosynthetic pigments. *American*-Eurasian Journal Agriculture And Environment Science, 10 (5): 769- 775.

14- Mansouri H. 2012. Salicylic acid and Sodium nitroprusside improve postharvest life of chrysanthemums. Scientia Horticulturae, 145: 29–33.

15- Nahed G., Abdel aziz S., Fatma E. M., El- Quesni and Farahat M. 2007. Response of vegetative growth and some chemical constituents of *Syngonium podophyllum* L. to foliar application of Thiamine, Ascorbic acide and kinetin at nubaria. World journal of Agricultural sciences, 3(3); 301- 305.

16- Nahed G., Abdel Aziz S., Taha Lobna M., Ibrahim Soad M. 2009. Some studies on the effect of Putrescine, Ascorbic acid and Tiamine on growth, flowering and some chemical constituents of Gladiolus plants at Nubaria. Ozean Journal of Applied Sciences, 2(2); 169- 179.

17- Nahed G., Abdel Aziz S., Azza A., Mazher M., and Farahat M. 2010. Response of vegetative growth and chemical constituents of *Thuja orientalis* L. plant to foliar application of different amino acids at Nubaria. Journal of American Science, 6:3. 295-301.

18- Promyou S., Ketsa S., and van Doorn. W. 2012. Salicylic acid alleviates chilling injury in anthurium (*Anthurium andraeanum* L.) flowers. Postharvest Biology and Technology, 64: 104-110.

19- Rawia A.E., Lobna S.T., and Soad M. I. 2010. Physiological properties studies on essential oil of *Jasminum grandiflorum* L. as affected by some vitamins. Ozean Journal of Applied Sciences, 3(1): 87-96.

20- Shi Q., and Zhu Z. 2008. Effects of exogenous Salicylic acid on manganese toxicity, element contents and

antioxidative system in cucumber. Environmental and Experimental Botany, 63: 317–326.
21- Srinivas N. D., Rashmi K. R., and Raghavarao K. S. M. S. 1999. Extraction and purification of a plant peroxidase by aqueous two-phase extraction coupled with gel filtration. Process Biochemistry, 35 .43–48.
22- Velikova V., Yordanov I., and Edreva A. 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants Protective role of exogenous polyamines. Plant Science, 151: 59–66.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۴۱-۱۳۴
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 134-141
ISSN: 2008 - 4730

ارزیابی محتوای نسبی ژنوم و پاسخ به خشکی در دانهال های فستوکای بلند جمع آوری شده در ایران

ایمان روح اللهی[۱]- محسن کافی[۲*]- نیر اعظم خوش خلق سیما[۳]- عبدالمجید لیاقت[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۲/۲۸

چکیده

کاهش محتوای ژنوم می تواند مکانیسمی در جهت سازگاری با تنش های محیطی باشد، گزارش های متعددی از همبستگی بین اندازه ژنوم، شرایط آب و هوایی و وضعیت جوانه زنی در گیاهان گزارش شده است. محتوای نسبی ژنوم و رابطه آن با شاخص های استقرار گیاهچه تحت تنش خشکی در ۱۴جمعیت از فستوکای بلند[۵] جمع آوری شده در ایران و دو رقم تجاری مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که جمعیت‌های فستوکای بلند تحت مطالعه به غیر از جمعیت بروجن (۲ ایکس) همگی هگزاپلوئید (۶ ایکس[۶]) هستند. آنالیز کلاستر نتایج استقرار گیاهچه، تفاوت معنی‌داری را در محتوای نسبی ژنوم جمعیت های تحت مطالعه در چهار گروه نشان داد. جمعیت‌های اصفهان (گروه II: با محتوای نسبی ژنوم ۱۷/۹۵ پیکوگرم) و قوچان (گروه VI: با محتوای نسبی ژنوم ۱۸/۵۶ پیکو گرم) به ترتیب با ۱۰۰ درصد و ۶/۷ درصد جوانه زنی و طول برگ ۸/۸ و ۲/۳ سانتی‌متر در تنش ۴۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب مقاوم‌ترین و حساس‌ترین جمعیت‌ها طی تنش خشکی شدید در مراحل ابتدای سبز شدن بودند. همبستگی منفی معنی‌داری بین محتوای نسبی ژنوم در جمعیت های تحت مطالعه و دو رقم خارجی با درصد نهایی سبز شدن بذور (۰/۵۶-) و طول برگ (۰/۶۱-) مشاهده شد. به نظر می‌رسد کاهش محتوای نسبی ژنوم مکانیسمی در جهت سازگاری با تنش‌های محیطی باشد. در جمعیت‌های دو گروه I و II مقاومت به خشکی خوبی در مراحل ابتدایی جوانه زنی و رشد مشاهده گردید که نشان دهنده پتانسیل این جمعیت‌ها برای برنامه‌های اصلاحی آینده می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: محتوای DNA، درصد سبز شدن، تنش خشکی، طول برگ

مقدمه

جنس فستوکا از وسیع‌ترین جنس‌ها در خانواده گرامینه است که اعضاء آن به صورت گسترده با نواحی متفاوت اکوفیزیولوژیک سازگار شده اند (۲۵). جنس فستوکا شامل حدود ۴۵۰ گونه است که تعداد کروموزوم‌ها در آن طیفی از دیپلوئید (2n=2x=14) تا دو دکاپلوئید (2n=12x=84) را شامل می شوند (۲۱). مشخص شده است که اندازه ژنوم همبستگی مثبتی با عرض جغرافیایی خواستگاه گیاه تحت مطالعه دارد و این موضوع نشان می‌دهد که تغییر در ساختار ژنتیکی می تواند باعث سازگاری در محیط شود (۶). نایت و آکرلی (۱۲) معتقدند، گونه‌های دارای سایز ژنوم بزرگتر طی فصل‌های رشدی کوتاه و در مواجه با شرایط نامساعد، بیشتر در معرض نابودی قرار می‌گیرند. نایت و همکاران (۱۳) فرضیه‌هایی مبنی بر انتخاب طبیعت بر علیه ارگانیسم‌های دارای ژنوم بزرگ‌تر را پیشنهاد کردند. فاکتورهای محیطی ممکن است موجب تغییرهای معنی‌داری در محتوای دی ان ای گیاه شوند (۱۰). در طی مطالعه‌های انجام شده در ارتباط با سایز ژنوم، همبستگی‌های بالایی بین دما، ریزش باران با سایز ژنوم گزارش شده است (۱۲). به علاوه همبستگی مثبتی بین میزان رشد و سایز ژنوم تحت شرایط آب و هوایی خنک در گیاهان وجود دارد (۱۰). در مطالعه‌های مرتبط با سایز ژنوم و فاصله بین جوانه‌زنی بذر تا گلدهی نتایج متضادی ارائه شده است (۱۲) همبستگی اندازه ژنوم با سرعت نسبی رشد نیز به صورت مثبت (۱۵)، منفی (۷) و یا بی‌معنی (۱۲) گزارش شده است. همبستگی بین سایز

۱- استادیار گروه علوم باغبانی دانشگاه شاهد، دانشجوی سابق دکتری گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشگاه تهران
(*-نویسنده مسئول: Email: mkafi@ut.ac.ir)
۲ - استاد دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشگاه تهران
۳- استادیار پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران
۴- استاد دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران

5- *Festuca arundinacea*
6- 6X

ژنوم و خصوصیات فنوتیپی پیش از این در گونه‌های فستوکای بلند (۷)، (۵) *Pisum sativum* و آفتابگران (۱۶) مشاهده شده است. اکنون مشخص شده است که گونه‌های دارای سایز ژنوم بزرگتر تمایل به داشتن سطح مخصوص برگ کوچک‌تری (معمولاً کوچک‌تر و ضخیم‌تر) در مقایسه با گونه‌های دارای سایز ژنوم کوچک‌تر دارند (۹ و ۱۳). اسماردا و بورس (۲۲) طی مطالعه‌های متفاوت در ارتباط با اندازه ژنوم در جنس فستوکا، کاربردی بودن دَپی، ۶-دی امیدینو-۲-فنیل ایندول (دَپی DAPI[1])، برای مطالعه محتوای نسبی ژنوم در این جنس را تایید نمودند. سکارلی (۶ و ۷) بذرهای جمعیت‌های فستوکای بلند، جمع‌آوری شده از ایتالیا را روی کاغذ صافی مرطوب در پتری دیش مورد مطالعه قرار داد. این مطالعه به همبستگی منفی بین قدرت جوانه‌زنی بذر، طول برگ و اندازه ژنوم در جمعیت‌های فستوکای بلند اشاره نمود. اگرچه مطالعات گروه سکارلی (۶ و ۷) نیز روی فستوکای بلند بود ولی تحقیقات بیان شده تنها در شرایط عدم هر گونه تنش و در پتری دیش انجام شد. فستوکای بلند به عنوان چمن و علوفه نقش اقتصادی مهمی در نواحی معتدل جهان دارا می‌باشند (۱۹ و ۲۳). علی رغم این‌که فستوکای بلند نسبتاً مقاوم به خشکی است (۱۷) تنوع ژنتیکی قابل توجهی بین جمعیت‌ها و ژنوتیپ‌های این گونه مشاهده می‌شود (۲). جوانه زنی و استقرار گیاهچه در رقم‌های فستوکای بلند تحت تاثیر کمبود آب در مناطق نیمه خشک متوقف می‌شود. تنش خشکی نقش مهمی در تعیین سرعت نسبی رشد و توسعه گیاهچه دارد (۳). گزنچیان و همکاران (۸) گزارش کردند که بذرهای فستوکای بلند برای سبز شدن به حداقل ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه رطوبت نیاز دارند. اطلاعاتی در ارتباط با محتوای نسبی ژنوم فستوکاهای بلند پراکنده در ایران وجود ندارد. همچنین گزارشی در باره تاثیر محتوای نسبی ژنوم روی توانایی سبز شدن و استقرار گیاهچه (طول برگ) تحت تنش خشکی ارائه نشده است. در این مطالعه سعی شده تا ضمن بررسی محتوای نسبی ژنوم در جمعیت‌های فستوکای بلند جمع آوری شده از نقاط مختلف ایران در کنار دو رقم خارجی، همبستگی فاکتور های موثر در استقرار اولیه گیاهچه مانند درصد سبز شدن و طول برگ با محتوای نسبی ژنوم را مورد بررسی قرار دهیم.

مواد و روش‌ها

تعیین محتوای نسبی ژنوم با استفاده از فلو سایتومتری

محتوای نسبی ژنوم در ۱۴ جمعیت فستوکای بلند جمع آوری شده از نقاط مختلف ایران و ۲ رقم خارجی (جدول ۱) با استفاده از فلوسایتومتری[2] انجام شد. یک برگ جوان از هر بوته و دو بوته از هر جمعیت به صورت کامل در ۰/۲ میلی لیتر بافر استخراج کننده سلول تکه تکه شدند. بعد از فیلتر کردن با استفاده از فیلتر پلاستیکی ۳۰ ماکرومتری، نمونه‌های سلولی با استفاده از ۰/۸ میلی لیتر محلول دَپی شامل ۱۰ میلی مولار تریس[3]، رنگ آمیزی شدند. بعد از ۵ دقیقه قرار دادن آن‌ها در دمای اتاق، محتوای نسبی ژنوم با استفاده از فلوسایتومتری تعیین شد. در کل برای هر نمونه حدود ۲۰۰۰ سلول آنالیز شد. محاسبه محتوای نسبی ژنوم بر اساس فرمول ارائه شده توسط لوریرو و همکاران (۱۴) انجام شد. گیاه جو، رقم سلطان[4] (اندازه ژنوم[5] = ۱۰/۹ پیکو گرم) به عنوان استاندارد داخلی مورد استفاده قرار گرفت (۴).

در ادامه جهت مطالعه محتوای نسبی ژنوم و تاثیر تنش خشکی بر درصد سبز شدن و رشد اولیه گیاهچه، جمعیت‌های فستوکای بلند جمع‌آوری شده از نقاط مختلف کشور و ۲ رقم خارجی تحت سطوح تنش خشکی ۴۰ درصد، ۶۰ درصد، ۸۰ درصد و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی مورد مطالعه قرار گرفتند. تاثیر سطوح متفاوت تنش خشکی روی درصد سبز شدن نهایی، سرعت جوانه زنی ، ضریب سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، بنیه گیاهچه (۱)، طول ریشه چه (بلندترین ریشه و برگ) و وزن تر و خشک ریشه چه و برگ‌ها در هر گلدان در اتاقک رشد به مدت ۲۰ روز برای تمام جمعیت‌ها مورد مطالعه قرار گرفت. هر گلدان (قطر ۹ سانتیمتر و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر) با ۳۰۰ گرم خاک شنی–لومی (ماسه ۶۱۰ گرم ، سیلت ۲۰۰ گرم و رس ۱۹۰ گرم در هر کیلوگرم) که قبلاً در خشک کن با دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد برای ۶ ساعت کامل خشک شده بودند پُر گردید. ۲۰ عد بذر سالم از هر جمعیت و رقم در سطح خاک خشک گلدان قرار گرفته و سپس با با حدوداً ۲ میلی متر خاک پوشانده شدند. یک آزمایش فاکتوریل در پایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. بعد از کاشت به آرامی آب به هر گلدان اضافه شد تا به ۴۰ درصد، ۶۰ درصد، ۸۰ درصد و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (۱/۴- ، ۰/۶- ، ۰/۲ – و ۰/۳ – مگا پاسکال) برابر با ۷/۲ ، ۱۰/۸ ، ۱۴/۴ و ۱۸ میلی‌لیتر در ۱۰۰ گرم خاک خشک برسند. دمای اتاقک رشد گلدان‌ها ۲۵/۱۷ درجه سانتی‌گراد به ترتیب در شب/روز، تحت شرایط نور طبیعی با ۵۰ تا ۶۰ درصد رطوبت بود. میزان محتوای آب خاک طی آزمایش با وزن کردن تک تک گلدان‌ها هر ۶ ساعت یک بار در طی کل آزمایش حفظ شد.

1- 4;6-diamidino-2-phenylindole (DAPI)

2- Partec PA; Partec GmbH, Munster, Germany

3- Tris

4- Hordeum vulgare cv. Sultan (2n=2x=14) – Cx-value= value= 10.9 pg

5- Genome size (Cx-value)

جدول ۱- محل جمع‌آوری، دما و بارندگی در مناطق جمع آوری و محتوای نسبی ژنوم جمعیت‌های فستوکای بلند

	محل جمع آوری	محتوای نسبی ژنوم	متوسط دما (درجه سانتی‌گراد)	متوسط بارندگی (میلی متر/سال)
۱	سنندج	۱۸/۱۸	۱۳/۲۶	۴۶۷/۵۵
۲	گناباد	۱۷/۹۱	۱۶/۶۳	۱۴۳/۶۴
۳	اصفهان	۱۷/۸۷	۱۴/۶۰	۱۱۷/۰۹
۴	سمیرم	۱۷/۸۸	۱۱/۵۰	۳۰۵/۴۰
۵	بروجن	۶/۵۳	۹/۸۹	۲۵۸/۴۸
۶	کامیاران	۱۸/۸۹	۱۳	۴۶۶/۶۰
۷	مشهد	۱۸/۱۷	۱۴/۵۸	۲۵۴/۳۶
۸	اردبیل	۱۷/۸۲	۸/۵۶	۲۸۹/۳۲
۹	سد کرج	۱۸/۳۰	۱۴/۲۴	۲۶۴/۷۰
۱۰	یاسوج	۱۸/۲۹	۱۴/۳۵	۸۹۱/۳۵
۱۱	بارلروی	۱۸/۰۳	-	-
۱۲	بارودو	۱۸/۳۷	-	-
۱۳	قوچان	۱۸/۴۹	۱۲/۱۰	۳۳۹/۳۳
۱۴	فضای سبز اصفهان	۱۷/۹۸	۱۶/۰۹	۱۱۶/۵۰
۱۵	اصفهان – داران	۱۸	۹/۹۷	۳۴۱/۲۷
۱۶	اصفهان – یزد آباد	۱۷/۹۸	۱۶/۲۳	۱۰۹/۹۰

اندازه گیری درصد سبز شدن و طول برگ و ریشه هر گیاهچه

درصد سبز شدن طی ۲۰ روز، به صورت روزانه مورد بررسی دقیق قرار گرفت. سبز شدن برای هر بذر به محض مشاهده برگ در سطح خاک در هر گلدان در نظر گرفته شد. طول برگ و طول ریشه هر گیاهچه در هر گلدان بعد از اتمام آزمایش اندازه گیری شد (۲۰ روز بعد از کاشت). شاخص قدرت گیاهچه (۱) با ضرب کردن درصد سبز شدن برای هر جمعیت در میانگین طول گیاهچه (برگ به علاوه ریشه) محاسبه شد.

آنالیز داده ها

آنالیز واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS[1] انجام شد. همبستگی ساده برای تعیین ارتباط بین صفات مورد استفاده قرار گرفت. کلاستر داده‌ها با استفاده از حداقل واریانس وارد[2] و فاصله اقلیدسی[3] برای تمام صفت ها و ۱۵ جمعیت هگزاپلوییید تحت مطالعه انجام شد (۲۴). مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه دانکن و با دقت ۰/۰۱ انجام شد.

نتایج و بحث

در ابتدا محتوای نسبی ژنوم و سطوح پلوییدی تمام جمعیت های تحت مطالعه را آنالیز نموده و سپس همبستگی بین محتوای نسبی ژنوم، درصد سبز شدن و طول برگ تحت تنش خشکی شدید در تمام جمعیت‌ها مورد بررسی قرار گرفت. محتوای نسبی ژنوم در بین جمعیت های هگزا پلوییید تحت مطالعه در محدوده ۱۷/۸۱ – ۱۸/۹۳ پیکو گرم قرار داشت (جدول ۱). آنالیز کلاستر نتایج جوانه زنی و استقرار گیاهچه، ۱۵ فستوکای بلند تحت مطالعه را در ۴ گروه قرار داد (شکل ۱)، به نحوی که تفاوت میانگین داده‌های محتوای نسبی ژنوم گروه‌های III و VI با گروه های I و II تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۴) تخمین محتوای نسبی ژنوم نشان داد که به ترتیب جمعیت‌های کامیاران و قوچان با ۱۸/۸۸ و ۱۸/۴۹ پیکوگرم در گروه VI کلاستر بیشترین و دو جمعیت اردبیل و اصفهان به ترتیب با ۱۷/۸۱ و ۱۷/۸۷ پیکوگرم در گروه I وII کلاستر، کمترین محتوای نسبی ژنوم را دارا می‌باشند (شکل ۱ و جدول ۴). در ضمن محتوای نسبی ژنوم در بارودو و بارلروی (دو رقم خارجی) به ترتیب ۱۸/۳۷ و ۱۸/۰۲ پیکو گرم بود (جدول ۱). به غیر از یک جمعیت دیپلوییید (بروجن) تمام فستوکاهای بلند تحت مطالعه هگزا پلوییید بودند، اگرچه تایید این جمعیت دیپلوییید نیاز به تحقیق و بررسی بیشتری دارد. تمام جمعیت‌های فستوکای بلند در گروه I کمترین میزان محتوای نسبی

1 -(SAS Inst. Cary, NC)
2- Ward
3- Euclidean distance

ژنوم و جمعیت‌های گروه VI بیشترین محتوای نسبی ژنوم را از خود نشان دادند (جدول ۴). از طرف دیگر بیشترین درصد سبز شدن نهایی و بیشترین طول برگ و ریشه تحت تنش خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب با ۱۰۰ درصد جوانه زنی، طول برگ ۸/۸ و طول ریشه ۶/۴ سانتی‌متر (جدول ۳) نیز متعلق به جمعیت اصفهان در گروه I بود (جدول ۴). کمترین درصد سبز شدن نهایی و کمترین طول برگ و ریشه تحت تنش خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی نیز به ترتیب با ۶/۷ درصد جوانه زنی، طول برگ ۲/۳ سانتی‌متر و طول ریشه ۲/۳ سانتی‌متر (جدول ۳) متعلق به جمعیت قوچان در گروه VI بود (جدول ۴).

نتایج ما همبستگی منفی معنی داری در فستوکاهای بلند تحت مطالعه، بین درصد سبز شدن نهایی (r =۰/۵۶) با محتوی نسبی ژنوم و طول برگ (r = ۰/۶۱) با محتوای نسبی ژنوم نشان داد (شکل ۲). اگرچه هیچ همبستگی معنی‌داری بین بارندگی (جدول ۱) و سایر صفات مشاهده نشد.

درصد سبز شدن بذر و طول برگ گیاهچه

تفاوت معنی داری بین سطوح رطوبتی و ژنوتیپ های تحت مطالعه در ارتباط با تمام صفت ها مشاهده شد (جدول ۲). جوانه‌زنی سریع و کامل در استقرار گیاهچه‌ها نقش مهمی ایفاء می کند.

جدول ۲ - مقایسه میانگین درصد نهایی سبز شدن و شاخص های گیاهچه در ۱۶ جمعیت فستوکای بلند، تحت ٤ سطح تنش خشکی

سطوح تنش	شاخص قدرت گیاهچه	طول ریشه	طول برگ	§درصد سبز شدن نهایی
درصد ظرفیت زراعی	SVI	سانتیمتر		درصد
†ظرفیت زراعی	۱۸/۲۸a	۸/۳۶a	۱۲/۴۰a	۸۷/۱۸a
۸۰ درصد ظرفیت زراعی	۱۶/۸۴b	۷/۷۰b	۱۱/۲۶b	۸۸/۲۲a
۶۰ درصد ظرفیت زراعی	۱۳/۲۳c	۶/۷۵c	۹/۱۵c	۸۲/۶۰b
۴۰ درصد ظرفیت زراعی	۷/۸۱d	۵/۲۷d	۶/۳۹d	۶۰/۶۲c
LSD (0.05)	۰/۵۵۱۲	۰/۱۹۷۸	۰/۲۴۱۴	۲/۶۸۷۴

† ظرفیت زراعی مزرعه

†† در هر ستون، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵درصد آزمون دانکن با هم اختلاف معنی داری ندارند

§ درصد سبز شدن نهایی با شمارش تعداد گیاهچه های ظاهر شده در سطح خاک در پایان آزمایش (بعد از ۲۰ روز) تعیین شد

جدول۳- تاثیر سطوح متفاوت تنش خشکی روی درصد نهایی سبز شدن، طول برگ، طول ریشه و شاخص قدرت گیاهچه در ۱۶ جمعیت فستوکای بلند

جمعیت ها†	کلاستر	شاخص قدرت گیاهچه (SVI)		طول ریشه چه (سانتی‌متر)		طول برگ (سانتی‌متر)		درصد سبز شدن نهایی	
		FC	FC٪ ٤٠	FC	FC٪ ٤٠	FC	FC٪ ٤٠	FC	٪ ٤٠FC
سنندج	III	۱۷/۸۳edf	۱۱/۸۵bc	۷/۸cde	۵/۹abcd	۱۰/۶gh	۸ abcd	۹۶/۶abc	۸۵ab
گناباد	II	۲۱/۷۳ab	۱۳/۰۲ab	۸/۹ab	۶/۱abc	۱۴/۳۵bc	۸/۶ab	۹۳/۳abc	۸۸/۳a
اصفهان	II	۲۲/۲۸ab	۱۵/۱۶a	۸/۹ab	۶/۴a	۱۳/۴bcd	۸/۸a	۱۰۰a	۱۰۰a
سمیرم	I	۲۲/۶۰a	۸/۰۴def	۸/۸abc	۶/۴a	۱۴/۲bc	۸/۲abc	۹۳/۳ab	۵۵ cd
بروجن	III	۱۱/۱۲h	۲/۷۰gh	۷/۲e	۵/۶bcd	۱۱/۸efg	۳/۹h	۵۸/۳e	۲۸/۳fg
کامیاران	VI	۱۴/۲۹g	۳/۶۹g	۹ ab	۵/۲de	۱۰h	۴/۶h	۷۵d	۳۵ ef
مشهد	III	۲۰/۸۹abc	۸/۹۹de	۸/۲abcd	۵/۴cd	۱۳ cde	۷/۴cde	۹۶/۶abc	۷۰bc
اردبیل	I	۱۹/۷۴bcd	۷/۹۷def	۹/۳a	abc۶	۱۶a	۷/۲de	۷۸/۳d	۶۰cd
کرج	III	۲۰/۰۸abcd	۷/۳۹ef	۸/۷abc	۵/۲de	۱۳/۶bcd	۶/۲g	۹۰ bc	۶۵cd
یاسوج	VI	۱۸/۹۵cde	۰/۵۱hi	۸/۵abcd	۱/۹f	۱۱/۸efg	۱/۶i	۹۳/۳abc	۱۳/۳gh
بارواندو	III	۲۲/۲۳ab	۶/۵۴f	۸/۴abcd	۶ abc	۱۴/۵b	۷ efg	۹۶/۶bc	de۵۰
بارلروی	II	۲۰/۱۴abcd	۹/۸۴cd	۸/۳abcd	۴/۶e	۱۲/۵def	۶/۳fg	۹۶/۶abc	۹۰a
قوچان	VI	۸/۸۳h	۰/۰۳i	۷/۶de	۲/۳f	۸ i	۲/۳i	۵۶/۶۶e	۶/۷h
اصفهان-تیران	I	۱۶/۳۹efg	۷/۸۸def	۷/۸cde	۵/۳cde	۱۰/۸gh	۷/۱ef	۸۸/۳۳C	۶۳/۳cd
اصفهان-داران	II	۲۰/۰۳ abcd	۱۲/۲۷ b	۷/۹bcde	۵/۸abcd	۱۲/۵def	۷/۲de	۹۸/۳۳ab	۹۵ a
اصفهان-یزدآباد	I	۱۵/۲۶ fg	۹/۰۶ de	۸/۲bcde	۶/۱ab	۱۱/۴fgh	۷/۸bcde	۷۸/۳۳d	۶۵ cd

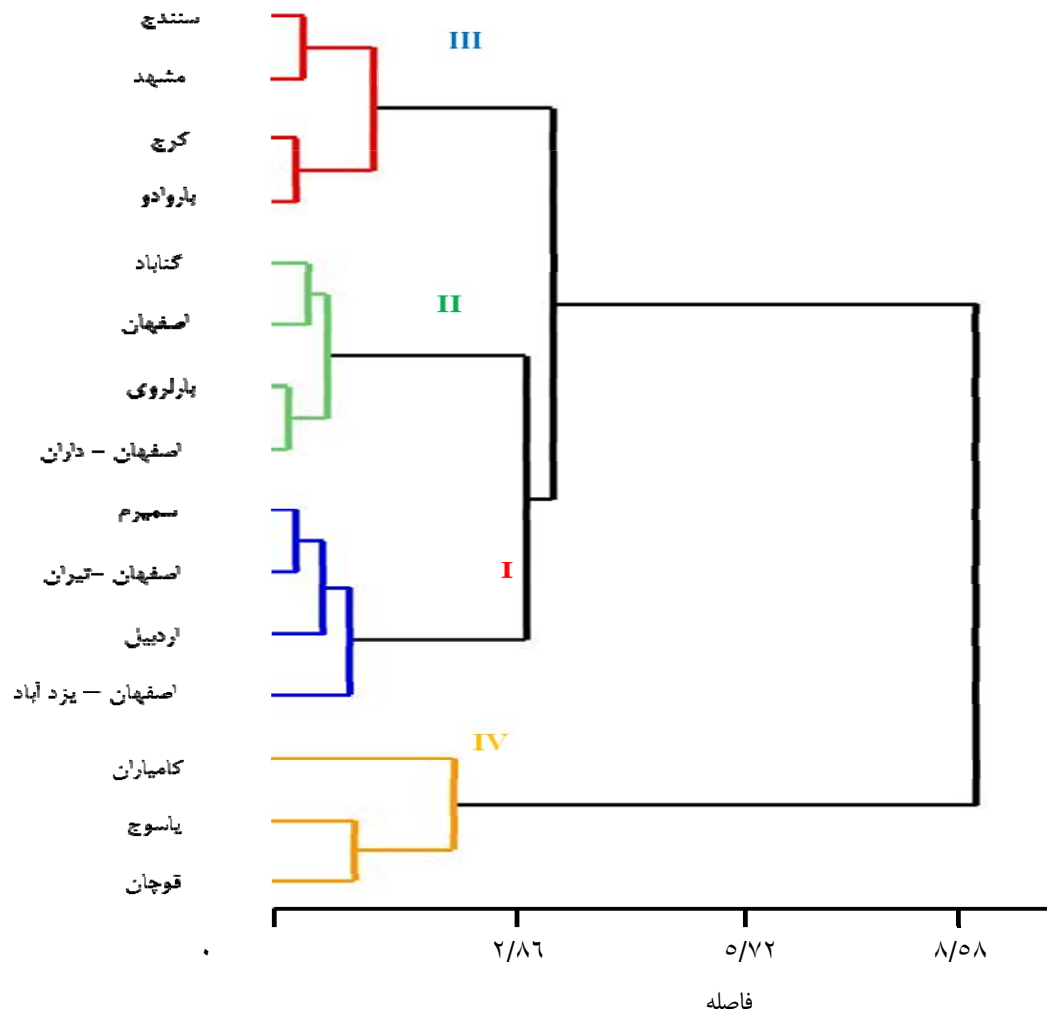
† 100% and 40% Field soil moisture capacity

†† در هر ستون، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵درصد آزمون دانکن با هم اختلاف معنی داری ندارند.

میانگین کل درصد جوانه زنی در ۱۰۰ درصد، ۸۰ درصد، ۶۰ درصد و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب ۸۷/۱۸، ۸۸/۲۲، ۸۱/۶۰ و ۶۰/۶۲ درصد بود (جدول ۳). در حالیکه تمام جمعیت ها در ۴۰ درصد ظرفیت زراعی تا حدودی جوانه زنی داشتند، میانگین سبز شدن برای جمعیت های قوچان و یاسوج بسیار پایین بود. بیشترین درصد سبز شدن در جمعیت اصفهان (۱۰۰ درصد) و در رقم باروارد (۹۰ درصد) برای ظرفیت زراعی ۴۰ درصد مشاهده شد (جدول ۳). میزان سبز شدن نهایی برای جمعیت های قوچان، یاسوج، بروجن و کامیاران در ۴۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب ۶/۷ درصد، ۱۳/۳ درصد، ۲۸/۳ درصد و ۳۵ درصد بود (جدول۲). بیشترین درصد سبز شدن در جمعیت‌های اصفهان-یزدآباد، سمیرم و اردبیل در ۸۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد. این موضوع نشان می‌دهد که میزان رطوبت موجود در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی برای جمعیت‌های مذکور بیشتر از حد مطلوب است و سبز شدن نهایی بذرها را تا حدودی کاهش می‌دهد. با کاهش محتوای آب خاک شاخص قدرت گیاهچه در حدود ۴۲ درصد کاهش یافت (جدول ۲). بیشترین میزان شاخص قدرت گیاهچه در جمعیت های اصفهان و گناباد و کمترین شاخص در جمعیت های قوچان و یاسوج و در ۴۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد (جدول ۳). تحت ۴۰ درصد ظرفیت زراعی شاخص قدرت گیاهچه در رقم‌های باروادو و بارلروی حدود ۷۰ درصد و ۵۱ درصد به ترتیب کاهش یافت. طول ریشه و طول برگ در هر گیاهچه در کلیه جمعیت‌های تحت مطالعه در ۱۰۰ درصد و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب در حدود ۵۰ درصد و ۳۶ درصد کاهش نشان داد (جدول ۱). در ۴۰ درصد ظرفیت زراعی جمعیت اصفهان بیشترین طول برگ (۸/۸ سانتیمتر) و طول ریشه (۶/۴ سانتی‌متر) را در مقایسه با سایر جمعیت‌ها به خود اختصاص داد (جدول ۲). طول برگ و ریشه به ترتیب در حدود ۵۲ درصد و ۲۱ درصددر باروادو و در حدود ۵۱ درصد و ۲۸ درصد در بارلروی تحت تنش ۴۰ درصد ظرفیت زراعی در مقایسه با ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی کاهش نشان دادند (جدول ۲). در واقع تفاوت ژنتیکی موجود در بین جمعیت‌های فستوکای بلند تحت مطالعه و دو رقم خارجی باعث تفاوت های فنوتیپی در سبز شدن بذرها و قدرت استقرار گیاهچه تحت تنش خشکی می شود. نتایج ما نشان داد که کلیه فستوکاهای بلند تحت مطالعه در شرایط تنش خشکی بر اساس صفت‌های مرتبط با استقرار گیاهچه در ۴ گروه شامل مقاوم به خشکی (I و II)، متحمل به خشکی (III) و حساس به خشکی (IV) کلاستربندی می‌شوند، که بین میانگین محتوای نسبی ژنوم گروه‌ها تفاوت های معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴).

سکارلی و همکاران (۶) تغییرات محتوای نسبی ژنوم در فستوکاهای جمع‌آوری شده در ایتالیا را بین ۵/۵ تا ۹ پیکو گرم گزارش کردند. سیبل (۲۰) تغییرات بسیار زیاد در محتوای دی ان ای فستوکای بلند و حداکثر تا ۱۱/۱۹ پیکوگرم را گزارش نمود. جوهار (۱۱) در مطالعه دیپلوییدی در جمعیت‌های فستوکای بلند، وجود جمعیت های فستوکا-لولیوم دیپلویید را تایید کرده است، ولی گزارشی مبنی بر وجود این سطح پلوییدی در فستوکای بلند گزارش نشده است. مطابق با نتایج ما همبستگی منفی بین قدرت جوانه زنی و اندازه ژنوم و هم‌چنین همبستگی منفی بین طول برگ و اندازه ژنوم توسط سکارلی و همکاران (۶ و ۷) نیز در فستوکای بلند گزارش شده است. تغییر در محتوای ژنوم در جنس فستوکای بلند که توانایی گسترش در نواحی جغرافیایی مختلف دارد، احتمالاً در سازگاری این گونه تاثیر گذار بوده است.

در نهایت، نتایج ما تغییرات معنی داری در محتوای نسبی ژنوم و توانایی استقرار گیاهچه تحت تنش خشکی در فستوکاهای بلند جمع آوری شده از نقاط مختلف اکولوژیکی ایران نشان داد. مقدار کم آب موجود در خاک تحت تنش ۴۰ درصد ظرفیت زراعی، صفات درصد سبز شدن نهایی، شاخص قدرت گیاهچه و طول برگ و ریشه را خصوصاً در جمعیت های حساس کاهش داد. جمعیت های کلاستر I که از نواحی نیمه خشکی چون اصفهان جمع‌آوری شده بودند با کمترین محتوای نسبی ژنوم دارای بهترین درصد جوانه زنی، رشد برگ و شاخص قدرت گیاهچه طی تنش شدید خشکی بودند. جمعیت‌های قوچان و یاسوج از کلاستر VI بیشترین محتوای نسبی ژنوم، کوچکترین سایز برگ‌ها و ضعیف‌ترین درصد سبز شدن انتهایی را نشان دادند. در نهایت بر اساس نتایج آنالیز کلاستر و میانگین محتوای نسبی ژنوم در کنار شاخص های استقرار فستوکاهای بلند تحت مطالعه می توان گفت که شاخص های درصد سبز شدن نهایی، طول برگ و شاخص قدرت گیاهچه در کنار محتوای نسبی ژنوم در ارزیابی فستوکا های بلند مقاوم به خشکی نقش اساسی و مهمی را دارند. فستوکاهای بلند موجود در طبیعت ایران منابع ژنتیکی ارزشمندی جهت کارهای اصلاحی آینده برای دستیابی به چمن‌های فستوکای بلند مقاوم به خشکی با قدرت استقرار بالاهستند.

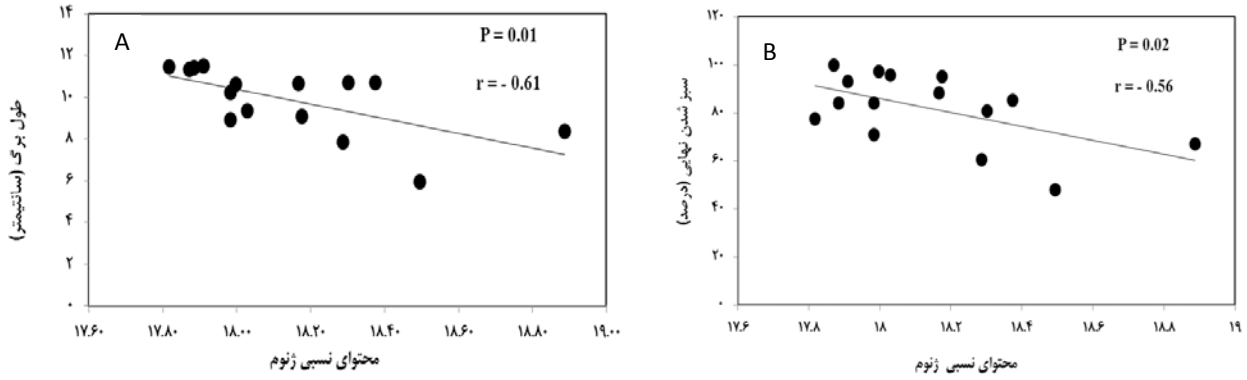


شکل ۱- گروه‌بندی ۱۳ جمعیت فستوکای بلند و دو رقم تجاری بر اساس صفت‌های اندازه گیری شده در ارتباط با جوانه زنی و استقرار گیاهچه از طریق آنالیز کلاستر وارد (فاصله اقلیدسی)

جدول ٤ - گروه بندی آنالیز کلاستر ۱۳ جمعیت فستوکای بلند و ۲ رقم تجاری بر اساس فاکتور های اندازه گیری شده و میانگین محتوای نسبی ژنوم در هر گروه

گروه های کلاستر	I	II	III	IV
نام محل های جمع آوری جمعیت های فستوکای بلند	سمیرم، اردبیل، اصفهان – تیران و اصفهان – یزد آباد	گناباد، اصفهان، بارلروی و اصفهان– داران	سنندج، مشهد، کرج و بارواندو	کامیاران، یاسوج و قوچان
میانگین محتوای نسبی دی ان ای (پیکو گرم)	۱۷/۹۱۶	۱۷/۹۵۲	۱۸/۲۵۴	۱۸/۵۵۶
تفاوت میانگین ها†	c	b	a	a

† میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۰/۰۵ آزمون چند دامنه ای دانکن با هم اختلاف معنی داری ندارند.



شکل ۲- همبستگی محتوای نسبی نسبی ژنوم با طول برگ (A) ودرصد سبز شدن نهایی (B) در ۱۳ جمعیت فستوکای بلند و دو رقم تجاری

منابع

1- Abdul-Baki A.A., and Anderson J.D. 1973. Relationship between decarboxylation of glutamic acid and vigor in soybean seed. Crop Science, 13:227–232.
2- Beard J.B., and Sifers S.I. 1997. Genetic diversity in dehydration avoidance and drought resistance within *Cynodon* and *Zoysia* species. International Turfgrass Society Research Journal, 8: 603–610.
3- Berg L.V.D., and Zeng Y.J. 2006. Short communicate. Response of South African indigenous grass species to drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) 6000. South African Journal of Botany, 72: 284 – 286.
4- Buitendijk J.H., Boon E.J., and Ramanna M.S. 1997. Nuclear DNA content in twelve species of *Alstroemeria* L. and some of their hybrids. Annals of Botany, 79: 343-353.
5- Cavallini A., Natali L., Cionini G., and Gennai D. 1993. Nuclear DNA variability within *Pisum sativum* (Leguminosae): nucleotypic effects on plant growth. Heredity, 70: 561-565.
6- Ceccarelli M., Falistocco E., and Cionini P.G. 1992. Variation of genome size and organization with in hexaploid *Festuca arundinacea*. Theoretical and Applied Genetics, 83: 273-278.
7- Ceccarelli M., Minelli S., Falcinelli M., and Cionini P.G. 1993. Genome size and plant development in hexaploid *Festuca arundinacea*, Heredity 71:555-560.
8- Gazanchian A., Khosh Kholgh Sima N.A., Malboobi M.A., and Majidi Heravan E. 2006. Relationships between Emergence and Soil Water Content for Perennial Cool-Season Grasses Native to Iran. Crop Science, 46: 544-553.
9- Gregory R.T. 2005. The evolution of the genome. Elsevier academic press, New York, 740p.
10- Grime J.P., Thompson K., Hunt R., Hodgson J.G., Cornnelissen J.H.C., Rorison I.H., Hendry G.A.F., Ashenden T.W., Askew A.P., Band S.R and et al. 1997. Integrated screening validates primary axes of specialisation in plants. Oikos, 79:259-281.
11- Jauhar P.P. 1975. Genetic Regulation of Diploid-like Chromosome Pairing in the Hexaploid Species, *Festuca arundinacea* Schreb. and *F. rubra* L. (Gramineae) Chromosoma (Berl.), 52:363-382
12- Knight C.A., Ackerly D.D. 2002. Variation in nuclear DNA content across environmental gradients: a quantile regression analysis. Ecology Letters 5:66-76.
13- Knight C.A., Molinari N.A., and Petrov D.A. 2005. The large genome constraint hypothesis: Evolution, Ecology and phenotype. Annals of Botany, 95: 177-190.
14- Loureiro J., Kopecky D., Castro S., and Silveria P. 2007. Flow cytometric and cytogenetic analyses of Iberian Peninsula *Festuca* spp. Plant Systematics and Evolution, 269:89-105.
15- Minelli S., Moscariello P., Ceccarelli M., and Cionini P.G. 1996. Nucleotype and phenotype in *Vicia faba*. Heredity, 76:524-530.
16- Natali L., Cavallini A., Cionini G., Sassoli O., Cionini P.G., and Durante M. 1993. Nuclear changes within *Helainthus annuus* L: changes with in single progenies and their relationship with plant development. Theoretical and Applied Genetics, 85:506-512.
17- Pessarakli M. 2008. Hand Book of Turfgrass Management and Physiology. CRC Press. Taylor & Francis publishing company, Florida, 690p.
18- Saha M.C., Mian R., Zwonitzer J.C., Chekhovskiy K., and Hopkins A.A. 2005. An SSR and AFLP based genetic linkage map of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb. Theoretical and Applied Genetics, 110: 323-336.

19- SAS (1996) SAS/STAT User's guide, Release 6.12 ed. SAS Institute. Cary, NC.
20- Seal A.G. 1983. DNA variation in *Festuca*. Heredity (1983), 50 (3): 225-236.
21- Sharifi Tehrani M., Mardi M., Sahebi J.P. and Catala A. and ıaz-P D´. 2009.Genetic diversity and structure among Iranian tall fescue populations based on genomic-SSR and EST-SSR marker analysis. Plant Syst Evol, 282:57–70.
22- Smarda P., and Bures P. 2006. Intraspecific DNA content variability in *Festuca pallens* on different geographical scales and ploidy. Annals of botany, 98: 665–678.
23- Smarda P., and Stancik D. 2006. Ploidy level variability in South American fescues (*Festuca* L., Poaceae): use of flow cytometry in up to 5 1/2-year-old caryopses and herbarium specimens. Plant Biology, 8: 73–80.
24- Ward J.H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. American Statistical Association Journal, 56:236–244.
25- Yamada T. 2011. *Festuca*, In: Kole C. (ed.) Wild Crop relatives: Genomic and Breeding Resources, Millets and Grasses, Springer, New York, pp 153-164.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۴۹-۱۴۲
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 142-149
ISSN: 2008 - 4730

بررسی روابط بین عملکرد بذر و برخی از صفات میوه در توده‌های کدو خورشتی ایران (*Cucurbita pepo* L.)

رحیم برزگر[1*]- سعدالله هوشمند[2]- غلامعلی پیوست[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۰۶

چکیده

به منظور بررسی عملکرد بذر در هر میوه کدو خورشتی (*Cucurbita pepo* L) و رابطه آن با سایر صفات میوه شامل طول، قطر، نسبت طول به قطر (شکل میوه)، ضخامت گوشت، وزن هزار دانه و وزن میوه، آزمایشی با ۲۴ توده کدو خورشتی (زمستانه و تابستانه) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. صفات مرفولوژیکی مختلف در ۲۴ توده طبق دیسکریتور UPOV اندازه گیری شد و سپس با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA در چهار گروه (غالباً بر اساس شکل میوه) دسته‌بندی شدند. تجزیه همبستگی، تجزیه رگرسیون و تجزیه علیت جهت بررسی روابط بین صفات فوق و تاثیر آن بر میزان عملکرد میوه ها در هر یک از خوشه‌ها انجام شد. همبستگی منفی بین عملکرد بذر با شکل میوه (نسبت طول به عرض میوه) و طول میوه وجود داشت. اما وزن میوه، قطر میوه و وزن هزار دانه با عملکرد بذر همبستگی مثبت داشتند. نسبت وزن بذر به وزن میوه رابطه منفی با وزن میوه داشت. بنابراین میوه‌های کوچکتر برای عملکرد بیشتر بذر به ازای واحد سطح، مناسب‌تر هستند. تجزیه علیت نشان داد که در همه گروه‌ها وزن میوه بیشترین تاثیر مستقیم مثبتی بر عملکرد بذر به ازای هر میوه در همه گروه‌ها داشت.

واژه‌های کلیدی: کدوی خورشتی، عملکرد بذر، شکل میوه ، وزن میوه، تجزیه علیت، تجزیه رگرسیون

مقدمه

کدو خورشتی (*Cucurbita pepo* L.) از گیاهان علفی، یکساله، یکپایه و متعلق به خانواده کدوئیان است (۸). میوه‌های آن از نظر شکل، رنگ، اندازه و وزن دارای تنوع هستند. دارای پوستی نسبتاً سخت و صاف با گوشت نازک تا ضخیم و یک حفره بذری در بخش مرکزی میوه هستند و بذر آن‌ها با یک پوسته کرم یا سفید پوشیده شده است (۱۳). کشت کدو و استفاده از آن به بیش از ۱۰۰۰۰ سال قبل بر می‌گردد (۴).

بذر کدو به خاطر داشتن روغن و پروتئین زیاد، از ارزش غذایی و دارویی بالایی برخوردار است. بذر کدو به دلیل دارا بودن اسیدهای چرب اشباع نشده به‌خصوص لینولئیک اسید[4]، بتا سیتوسترول[5] و ویتامین E در تولید داروهایی مانند پپونن[6]، پپوسترین[7] و گرونفینگ[8] (به صورت کپسول) برای درمان سرطان خوش خیم پروستات[9] مورد استفاده قرار می‌گیرد (۹). بذر کدو در برخی دیگر از کشورهای آفریقایی برای درمان انگل‌های دستگاه گوارش مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۵). روغن کدو که از بذرهای واریته‌هایی از گونه *Cucurbita pepo* بدست می‌آید اغلب در کشورهای مجارستان، اسلوونی، اتریش، کرواسی، آلمان و استرالیا تولید می‌شود. بذر کدو خورشتی در اغلب کشورهای جهان به‌خصوص در کشورهای عربی و خاورمیانه به صورت بوداده یا خام به عنوان آجیل مورد استفاده قرار می‌گیرد (۶).

واریته‌های مختلفی در گونه کدو خورشتی وجود دارند که از نظر شکل میوه یا عادت رشد بوته با یکدیگر تفاوت دارند. از نظر شکل میوه (با برش طولی میوه) می‌توان اغلب آن‌ها را به شکل‌های استوانه‌ای، تخم مرغی، گرد و بیضی افقی، مربعی، مستطیلی، چماقی

۱- استادیار سبزیکاری گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
(*- نویسنده مسئول: Email: barzegar56@yahoo.com)
۲- دانشیار گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
۳- استاد سبزیکاری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

4- Linoleic acid
5- β -sitostrol
6 -Peponen
7 -Pepostrin
8- Gronfing
9- Benign Prostatic Hyperplasia (BPH)

مشاهده کرد. از نظر عادت رشد بوته نیز واریته‌های کدو خورشتی به صورت خزنده، بوته‌ای (دارای ساقه کوتاه و فاصله میانگره‌ها خیلی کم) و نیمه رونده هستند (۱۲).

نرسون و پاریس (۱۱) با دسته‌بندی ارقام مختلف کدو گونه *Cucurbita pepo*، به ۹ مورفوتیپ (بر اساس شکل میوه)، تأثیر شکل میوه بر عملکرد بذر میوه را مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که همبستگی منفی بین عملکرد بذر و طول میوه وجود دارد و نیز در بیشتر مورفوتیپ‌ها همبستگی مثبتی بین اندازه میوه و اندازه بذر وجود داشت. نرسون (۱۰) با دسته بندی ۱۶ رقم کدو به ۴ گروه از لحاظ شکل میوه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها و حتی ارقام داخل هر گروه از نظر عملکرد بذر وجود دارد و ارقام با تعداد دانه بیشتر در میوه، وزن بذر کمتری دارند (وزن هزار دانه کمتری دارند). نتایج تحقیقات برنجی و پوپ (۵) شان داد که برای تولید بذر میوه‌هایی مناسب‌تر هستند که وزن کمتری داشته باشند

یکی از اجزای مهم عملکرد بذر کدو در واحد سطح، میزان بذر تولیدی در هر میوه است که به تعداد بذر در میوه و وزن هر بذر (وزن هزار دانه) بستگی دارد. عوامل دیگری مانند شکل میوه و اندازه حفره بذر بر روی عملکرد بذر در میوه تأثیر می‌گذارند (۷). تعیین همبستگی بین صفات مختلف، به ویژه عملکرد دانه واجزای آن و تعیین روابط علت و معلولی آن‌ها، به به‌نژادگران این فرصت را می‌دهد که مناسب‌ترین ترکیب اجزاء را که منتهی به عملکرد بیشتر شود، انتخاب نمایند. در این نوع مطالعات انتخاب بر اساس همبستگی های ساده، به تنهایی نمیتواند نتایج کاملاً مطلوبی داشته باشد، لذا ضروری است که اثر مستقیم و غیرمستقیم صفات مؤثر بر عملکرد دانه تعیین گردد. در این راستا روش تجزیه علیت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، این روش اجازه می‌دهد که اثر مستقیم هر جزء عملکرد بر مقدار نهائی تولید از آثار غیرمستقیم که از طریق ارتباطات دو جانبه میان آن‌ها ایجاد می‌شود تفکیک گردد (۳).

این مطالعه جهت بررسی عملکرد بذر هر میوه در توده‌های مختلف کدو خورشتی ایرانی و تأثیر برخی از صفات میوه (مانند شکل میوه، وزن میوه، طول و قطر میوه، ضخامت گوشت)، بر عملکرد بذر میوه طراحی و اجرا گردید تا بتوان با بررسی تأثیر صفات مختلف میوه بر عملکرد بذر، به انتخاب ارقامی با صفات مطلوب و مرتبط با عملکرد بذر اقدام نمود.

مواد و روش‌ها

مواد ژنتیکی مورد استفاده در این آزمایش شامل ۲۴ توده مختلف کدو خورشتی بود که ۱۰ نمونه آن از استان گیلان و ۱۴ نمونه دیگر از سایر مناطق ایران (جدول ۱) جمع‌آوری گردیدند و جهت سهولت در کار، طبق جدول ۱ به هر کدام از توده‌ها یک کد اختصاص داده شد.

این مواد ژنتیکی در یک آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در شهرکرد با ارتفاع ۲۱۰۰ متر بالاتر از سطح آب‌های آزاد مورد ارزیابی قرار گرفتند. ابتدا خاک مزرعه از نظر فیزیکی و شیمیایی تجزیه شده و سپس با توجه به نتایج آزمایش خاک (جدول ۲) کوددهی انجام شد. بافت خاک این مزرعه از نوع لومی بود. جهت کشت بذور ابتدا جوانه‌زنی بذرها در دمای اتاق انجام شد و سپس بذرهای از پیش جوانه زده، در زمین اصلی روی پشته‌ها در محل داغ آب در عمق ۲ سانتی‌متری و با فاصله ۳ × ۱ کشت شدند. جهت کنترل علف‌های هرز، وجین زمین به صورت دستی انجام شد. در اوایل مرداد با مشاهده سفیدک پودری روی برخی از بوته‌ها، سمپاشی با قارچکش توپاس با غلظت یک در هزار انجام شد. میوه‌های هر کرت پس از رسیدگی کامل برداشت شدند.

به منظور سهولت در تجزیه و تحلیل، و خودداری از بررسی روابط عملکرد بذر و صفات وابسته در تک تک توده‌ها، با استفاده از دیسکریپتور UPOV، ۲۵ صفت مرفولوژیکی در توده‌ها اندازه گیری شد و سپس ۲۴ توده با تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA، گروه‌بندی شدند (۲) و جهت تایید گروه‌های مختلف شکلی از روش MANOVA استفاده شد (۱۴).

در هر توده، صفات وزن میوه (کیلوگرم)، طول میوه (سانتی‌متر)، قطر میوه در پهن‌ترین قسمت (سانتی‌متر)، ضخامت گوشت میوه در پهن ترین قسمت (با استفاده از کولیس و بر حسب میلی‌متر)، نسبت طول به قطر، نسبت گوشت به قطر، عملکرد بذر در هر میوه و نسبت عملکرد بذر به وزن میوه اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری عملکرد بذر، کلیه میوه‌ها شکافته شده و بذر آن پس از استخراج، در شرایط هوای آزاد و در سایه خشک شده و پس از تمیز کردن، وزن آن اندازه گیری شد.

ضرایب همبستگی ساده بین صفات، تجزیه رگرسیون گام به گام، تجزیه ضرایب علیت و سنجش اثرات مستقیم و غیرمستقیم و اثر باقیمانده در هر گروه از توده‌های کدو به صورت جداگانه انجام شد (۱). ضمن این‌که متغیر عملکرد بذر به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. در انجام این تجزیه‌ها از نرم‌افزارهای آماری SAS و SPSS استفاده شد.

نتایج

نتایج تجزیه همبستگی در کلیه توده (جدول ۳) نشان می‌دهد که به طور کلی عملکرد بذر در میوه‌های گونه *Cucurbita pepo* بیشترین همبستگی مثبت را با وزن میوه دارد (r=۰/۶۵۱) که در سطح (α =٪۱) معنی‌دار است. اما عملکرد بذر همبستگی منفی با نسبت طول به قطر (شکل میوه) دارد (۰/۲۲۶-) و توده‌هایی با میوه‌های استوانه‌ای شکل که بیشترین نسبت طول به قطر را دارند، عملکرد بذر کمتر است. همبستگی عملکرد بذر با قطر میوه متوسط (r=۰/۵۱۰) است اما با طول میوه همبستگی ندارد.

جدول ۱- محل جغرافیایی نمونه‌های جمع‌آوری شده کدو و کد اختصاص یافته به آن‌ها

ردیف	محل جمع‌آوری	کد اختصاصی	ردیف	محل جمع‌آوری	کد اختصاصی	ردیف	محل جمع‌آوری	کد اختصاصی
۱	زنجان	A1	۹	اصفهان	A21	۱۷	صومعه سرا	A40
۲	ملایر	A2	۱۰	اصفهان	A23	۱۸	لاهیجان	A44
۳	نقده	A4	۱۱	آستانه	A26	۱۹	آستانه	A45
۴	تبریز	A7	۱۲	آستانه	A33	۲۰	آستانه	A51
۵	خرم آباد	A8	۱۳	لشت نشا	A34	۲۱	آمل	A53
۶	خرم آباد	A9	۱۴	لنگرود	A36	۲۲	رامیان	A55
۷	بهشهر	A13	۱۵	لنگرود	A38	۲۳	اراک	A56
۸	ایلام	A19	۱۶	صومعه سرا	A39	۲۴	خرم آباد	A57

جدول۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در سال ۱۳۸۸

عمق نمونه برداری	EC (دسی زیمنس بر متر)	pH	OC (درصد)	total N	P	K	Zn	Fe	Mn	Cu
					پی.پی.ام					
۰-۳۰ Cm	۰/۴۷	۷/۸	۰/۷۹	۰/۰۶۵	۲۸	۲۴۵	۱/۱۳	۳/۴۵	۹/۷۹	۱/۱۰

تجزیه خاک در آزمایشگاه آب، خاک و گیاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد انجام شد.

جدول۳- همبستگی صفات در کلیه توده‌ها

	عملکرد بذر	طول میوه	قطر میوه	طول به قطر	ضخامت گوشت	گوشت به قطر	وزن میوه	وزن هزاردانه
عملکردبذر	۱							
طول میوه	۰/۰۷۲	۱						
قطر میوه	۰/۵۱۰**	-۰/۴۵۹**	۱					
طول به قطر	-۰/۲۲۶**	۰/۸۸۱**	-۰/۷۷۹**	۱				
ضخامت گوشت	۰/۴۰۱**	۰/۰۳۹	۰/۵۲۵**	-۰/۲۶۲**	۱			
گوشت به قطر	۰/۱۶۴**	۰/۵۵۹**	-۰/۵۷۴**	۰/۶۳۶**	۰/۳۶۶**	۱		
وزن میوه	۰/۶۵۱**	۰/۲۰۸*	۰/۷۲۷**	-۰/۲۲۵**	۰/۶۸۹**	-۰/۱۱۵	۱	
وزن هزاردانه	۰/۴۲۳**	-۰/۰۲۷	۰/۴۸۰**	۰/۲۵۶**	۰/۳۹۱**	-۰/۱۴۹	۰/۵۱۱**	۱

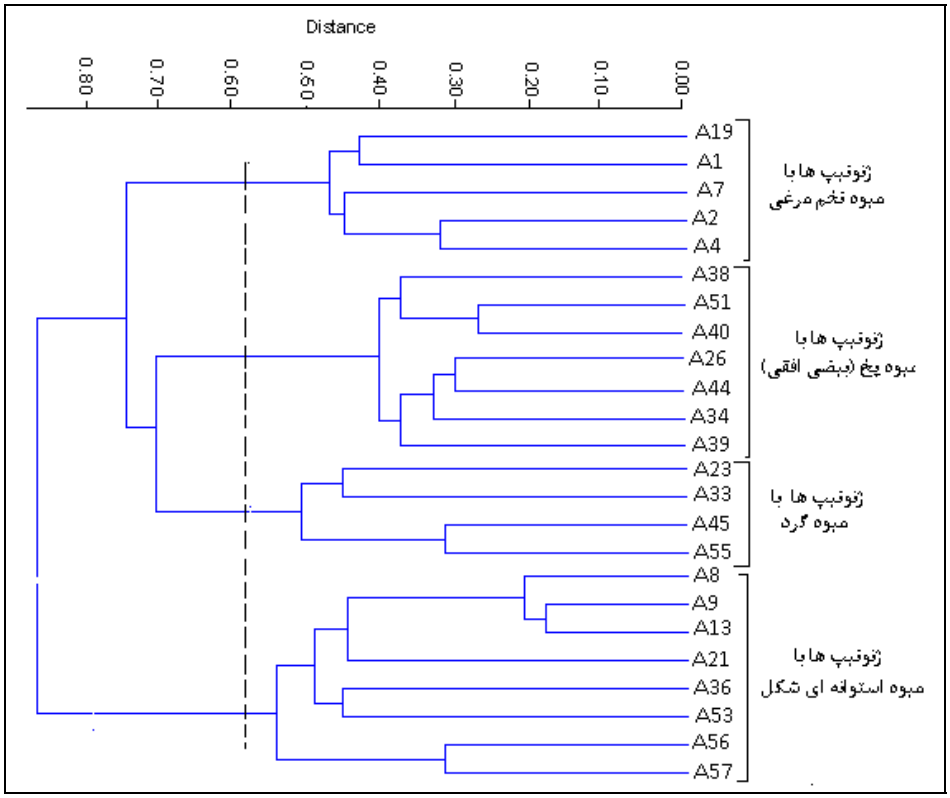
*- معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ ، **- معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ ، ns: غیرمعنی‌دار

نتایج تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA ۲۴ توده مورد آزمایش را در ۴ گروه، دسته‌بندی کرد (شکل ۱). به نحوی که ۵ توده در گروه میوه‌های تخم مرغی، ۴ توده در گروه میوه‌های گرد، ۷ توده در گروه میوه‌های پخ (بیضی افقی) و ۸ توده در گروه میوه‌های استوانه‌ای قرار گرفتند. ارزیابی روابط بین صفات و عملکرد بذر در هر گروه به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در کدوهای خورشتی ایرانی دارای میوه‌های تخم‌مرغی، گرد، پخ و استوانه‌ای به ترتیب در جداول ۴، ۵، ۶ و ۷ نشان داده شده است. طول هر میوه در هر چهار گروه همبستگی معنی‌داری با عملکرد بذر هر میوه (α =٪۱) دارد. با این حال بیشترین میزان همبستگی در گروه میوه‌های گرد به میزان ۰/۷۵ مشاهده گردید در حالی که در کدوهای دارای میوه‌های استوانه‌ای و تخم مرغی میزان همبستگی نسبتاً پایین به ترتیب ۰/۳۳ و ۰/۳۱ بود.

قطر میوه با عملکرد بذر همبستگی معنی‌داری (α =٪۱) دارد که بین ۰/۵۱ (گروه میوه‌های استوانه‌ای) تا ۰/۶۰ (گروه میوه‌های تخم مرغی) متغیر بود. در همه گروه‌ها به غیر از گروه میوه‌های گرد همبستگی بین قطر میوه با عملکرد بذر بیشتر از همبستگی بین طول میوه با عملکرد بذر هر میوه است. هر چند همبستگی ضخامت گوشت میوه با عملکرد بذر در هر چهار گروه معنی‌دار بود اما میزان این همبستگی نسبتاً پایین (۰/۳۸-۰/۳۰) بود.

قطر میوه نیز در همه خوشه‌ها همبستگی معنی‌داری با عملکرد هر میوه (α =٪۱) داشت که این همبستگی بین ۰/۶۰-۰/۵۱ است. بیشترین همبستگی در میوه‌های تخم مرغی شکل به میزان ۰/۶۰ و کمترین میزان آن در میوه‌های استوانه‌ای شکل، ۰/۵۱ می باشد. در همه گروه‌ها به غیر از میوه‌های گرد همبستگی بین قطر میوه با عملکرد بذر بیشتر از همبستگی بین طول میوه با عملکرد بذر هر میوه است.



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۲۴ توده کدو خورشتی به روش UPGMA

مهم‌ترین عاملی که در همه گروه‌ها همبستگی بالایی را با عملکرد بذر هر میوه نشان می‌دهد، وزن میوه است. میزان این همبستگی بین ۰/۷۴-۰/۵۷ بود که بیشترین همبستگی در گروه میوه‌های گرد مشاهده شد. نسبت طول به قطر و نسبت گوشت به قطر میوه در هیچ یک از گروه‌ها همبستگی معنی‌داری با عملکرد بذر نشان ندادند.

در گروه‌های مختلف، وزن هزاردانه با عملکرد بذر همبستگی مثبت نشان دادند، که نشان می‌دهد با افزایش در اندازه بذر، میزان عملکرد بذر هر میوه افزایش می‌یابد، اما شدت همبستگی در این گروه‌ها متفاوت بود. بیشترین این همبستگی در میوه‌های پخ (بیضی افقی) به میزان ۰/۵۳ و کمترین همبستگی به میزان ۰/۲۰ در گروه میوه‌های استوانه‌ای شکل دیده شد و از طرفی همبستگی بین وزن هزار دانه و وزن میوه در همه خوشه‌ها در سطح ۱ درصد نیز معنی‌دار می‌باشد. بیشترین میزان همبستگی بین وزن میوه و وزن هزار دانه درخوشه اول به میزان ۰/۷۸و کمترین میزان همبستگی در خوشه دوم به میزان ۰/۳۲ مشاهده می‌شود.

در زمینه ارتباط سایر صفات با یکدیگر، همبستگی مثبت بالا بین قطر با وزن میوه و نیز همبستگی مثبت بالا بین طول و وزن میوه وجود دارد و در همه گروه‌ها همبستگی بین قطر با وزن بیشتر از همبستگی طول با وزن میوه است. اما در مواردی همچون ارتباط بین وزن میوه و وزن هزار دانه در گروه‌های مختلف متفاوت می‌باشد به نحوی که این همبستگی در گروه میوه‌های تخم مرغی شکل بسیار بالا اما در میوه‌های گرد و استوانه‌ای شکل کم است. هم‌چنین همبستگی بین طول و قطر میوه در میوه‌های تخم مرغی معنی‌دار نیست اما در سایر گروه‌ها همبستگی متوسط یا بالایی وجود دارد.

نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام برای عملکرد بذر میوه به عنوان صفت تابع و سایر صفات در چهار گروه کدوی خورشتی (جدول ۸) نشان داده شده است. در گروه میوه‌های تخم مرغی شکل، دو صفت وزن میوه (با ضریب مثبت) و ضخامت گوشت میوه (با ضریب منفی) به عنوان مؤثرترین صفات بر عملکرد بذر میوه وارد مدل شده و جمعاً ۴۴/۴ درصد از تغییرات عملکرد بذر در میوه را توجیه نمودند در گروه میوه‌های گرد، صفات طول میوه و وزن میوه (با ضریب مثبت) در سطح احتمال ۱ درصد و ضخامت گوشت میوه (با ضریب منفی) در سطح احتمال ۵ درصد به عنوان صفات مؤثر در عملکرد بذر میوه انتخاب شدند که مجموع ضریب تبیین توسط این سه صفت، ۰/۶۷۹ است.

جدول٤- همبستگی صفات در میوه‌های تخم مرغی شکل

	عملکردبذر	طول میوه	قطر میوه	طول به قطر	ضخامت گوشت	گوشت به قطر	وزن میوه	وزن هزاردانه
عملکردبذر	۱							
طول میوه	۰/۲۱**	۱						
قطر میوه	۰/۶۰**	۰/۰۷	۱					
طول به قطر	-۰/۱۷	۰/۶۷**	-۰/۶۵**	۱				
ضخامت گوشت	۰/۳۴**	۰/۴۴**	۰/۴۹**	-۰/۰۴	۱			
گوشت به قطر	-۰/۱۸	۰/۳۷**	-۰/۴۰**	۰/۵۶**	۰/۵۸**	۱		
وزن میوه	۰/۶۵**	۰/۶۴**	۰/۷۹**	-۰/۱۱	۰/۷۰**	-۰/۰۱	۱	
وزن هزاردانه	۰/۵۱**	۰/۵۰**	۰/۵۸**	-۰/۰۵	۰/۶۳**	۰/۱۱	۰/۷۸**	۱

*- معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ ، **- معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

جدول۵- همبستگی صفات در گروه میوه‌های گرد

	عملکردبذر	طول میوه	قطر میوه	طول به قطر	ضخامت گوشت	گوشت به قطر	وزن میوه	وزن هزاردانه
عملکردبذر	۱							
طول میوه	۰/۷۵**	۱						
قطر میوه	۰/۵۸**	۰/۴۴**	۱					
طول به قطر	۰/۱۵	۰/۵۴**	-۰/۵۰**	۱				
ضخامت گوشت	۰/۳۹**	۰/۴۳**	۰/۶۱**	-۰/۱۴	۱			
گوشت به قطر	-۰/۰۹	۰/۱۳	-۰/۲۵*	۰/۳۹**	۰/۵۹**	۱		
وزن میوه	۰/۷۴**	۰/۷۰**	۰/۹۰**	-۰/۱۷	۰/۶۸**	-۰/۰۶	۱	
وزن هزاردانه	۰/۳۱**	۰/۲۶*	۰/۲۸**	۰/۰۰	۰/۳۰**	۰/۰۷	۰/۳۲**	۱

*- معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ ، **- معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

جدول٦- همبستگی صفات در گروه میوه‌های پخ

	عملکردبذر	طول میوه	قطر میوه	طول به قطر	ضخامت گوشت	گوشت به قطر	وزن میوه	وزن هزاردانه
عملکردبذر	۱							
طول میوه	۰/۴۶**	۱						
قطر میوه	۰/۵۴**	۰/۵۸**	۱					
طول به قطر	۰/۱۱	۰/۷۰**	-۰/۱۶*	۱				
ضخامت گوشت	۰/۳۴**	۰/۵۵**	۰/۶۵**	۰/۰۸	۱			
گوشت به قطر	۰/۰۰	۰/۲۰*	۰/۰۴	۰/۱۹	۰/۷۷**	۱		
وزن میوه	۰/۵۹**	۰/۸۱**	۰/۹۱**	۰/۱۹	۰/۷۲**	۰/۱۹*	۱	
وزن هزاردانه	۰/۵۲**	۰/۴۴**	۰/۴۴**	۰/۱۴	۰/۳۸**	۰/۱۳	۰/۴۹**	۱

*- معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ ، **- معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

جدول ۷-همبستگی صفات در گروه میوه‌های استوانه‌ای

	عملکردبذر	طول میوه	قطر میوه	طول به قطر	ضخامت گوشت	گوشت به قطر	وزن میوه	وزن هزاردانه
عملکردبذر	۱							
طول میوه	۰/۳۳**	۱						
قطر میوه	۰/۵۱**	۰/۵۰**	۱					
طول به قطر	-۰/۰۹	۰/۶۳**	-۰/۳۵**	۱				
ضخامت گوشت	۰/۳۰**	۰/۳۷**	۰/۵۷**	-۰/۱۰	۱			
گوشت به قطر	-۰/۱۰	-۰/۰۱	-۰/۲۳*	۰/۲۰*	۰/۶۶**	۱		
وزن میوه	۰/۵۷**	۰/۷۸**	۰/۸۵**	-۰/۰۸	۰/۶۵**	۰/۰۱	۱	
وزن هزاردانه	۰/۲۰*	۰/۳۳**	۰/۳۵**	۰/۰۴	۰/۲۴*	-۰/۰۱	۰/۳۶**	۱

*- معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ ، **- معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

در گروه میوه‌های پخ (بیضی افقی)، صفات وزن میوه و وزن هزار دانه (با ضریب مثبت) در سطح احتمال ۱ درصد و ضخامت گوشت میوه (با ضریب منفی) در سطح احتمال ۵ درصد به عنوان صفات مؤثر در عملکرد بذر میوه انتخاب شدند که مجموع ضریب تبیین توسط این دو صفت، ۴۳/۲ درصد است. در گروه میوه‌های استوانه‌ای شکل، با انجام رگرسیون به روش گام به گام، صفت وزن میوه (با ضریب مثبت) در سطح احتمال ۱ درصد و طول میوه (با ضریب منفی) در سطح احتمال ۵ درصد به عنوان صفات مؤثر در عملکرد بذر میوه انتخاب شدند که مجموع ضریب تبیین توسط این دو صفت، ۳۵/۳ درصد است

تجزیه علیت

نتایج بدست آمده از تجزیه علیت در گروه میوه‌های تخم مرغی (جدول ۹) نشان داد که وزن میوه اثر مستقیم بالاتری نسبت به ضخامت گوشت میوه دارد اما با توجه به اثر غیر مستقیم منفی آن از طریق ضخامت گوشت میوه، سبب شده تا میزان همبستگی آن با عملکرد بذر کمتر از اثر مستقیم آن گردد. اثر مستقیم ضخامت گوشت میوه اگرچه منفی بود اما اثر غیر مستقیم مثبت آن از طریق وزن میوه سبب شده که همبستگی آن با عملکرد بذر میوه مثبت و در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار باشد.

در گروه میوه‌های گرد تجزیه علیت نشان داد (جدول ۹) که وزن میوه بیشترین اثر مستقیم را دارد (۰/۵۳۷) و اثر غیر مستقیم مثبتی نیز از طریق طول میوه و اثر غیر مستقیم منفی نیز از طریق ضخامت گوشت میوه بر عملکرد بذر میوه می گذارد که منجر به افزایش ضریب همبستگی آن با عملکرد بذر می‌گردد (۰/۷۴۵). طول میوه نیز دارای اثر مستقیم مثبت بود اما اثر غیر مستقیم مثبت آن بر وزن میوه سبب شده که همبستگی آن با عملکرد بذر میوه (۰/۷۵۲) بیشتر از همبستگی وزن میوه با عملکرد بذر (۰/۷۴۵) گردد. در میوه‌های این گروه نیز اثر مستقیم ضخامت گوشت میوه منفی است اما به واسطه اثرات مثبت غیر مستقیم آن بر وزن و طول میوه سبب همبستگی مثبت و معنی‌دار آن با عملکرد بذر میوه در سطح احتمال ۱ درصد شده است.

در گروه میوه‌های پخ نیز وزن میوه بیشترین اثر مستقیم را دارد (جدول ۱۰) و بیشترین اثر خود را نیز به صورت مستقیم بر روی عملکرد بذر دارد.

جدول ۸- نتایج تجزیه رگرسیونی عملکرد بذر میوه در چهار گروه مختلف کدو خورشتی

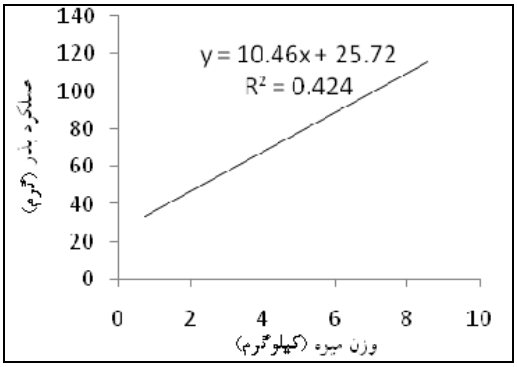
گروه	صفات وارد شده در مدل	ضرایب رگرسیونی	ضریب تبیین تجمعی
میوه‌های تخم مرغی	وزن میوه	۱۲/۲۵	۰/۴۱۹
	ضخامت گوشت میوه	−۰/۶۲	۰/۴۴۴
	(ضخامت گوشت) ۰/۶۲ − (وزن میوه) ۱۲/۲۵ + ۴۴/۷۶ = y (عملکرد بذر هر میوه)		
میوه‌های گرد	طول میوه	۲/۸۸	۰/۵۶۵
	وزن میوه	۱۰/۹۸	۰/۶۶۸
	ضخامت گوشت میوه	−۰/۷۱	۰/۶۷۹
	(ضخامت گوشت) ۰/۷۱− (طول میوه) ۲/۸۸ + (وزن میوه) ۱۰/۹۸ −۱۰/۲۹− = y (عملکرد بذر هر میوه)		
میوه‌های پخ	وزن میوه	۷/۷۰	۰/۳۴۴
	وزن هزار دانه	۰/۱۱	۰/۴۱۶
	ضخامت گوشت	−۰/۵۱	۰/۴۳۲
	(ضخامت گوشت) ۰/۵۰۷− (وزن هزار دانه میوه) ۰/۱۱ + (وزن میوه) ۷/۷۰ +۲۵/۲۱= y (عملکرد بذر هر میوه)		
میوه‌های استوانه‌ای	وزن میوه	۱۶/۵۷	۰/۳۲۳
	طول میوه	−۰/۸۰	۰/۳۵۳
	(طول میوه) ۰/۸۰ − (وزن میوه) ۱۶/۵۷ + ۳۴/۴۵ = y (عملکرد بذر هر میوه)		

جدول۹- نتایج تجزیه علیت؛ اثرات مستقیم (روی قطر) و اثرات غیرمستقیم (سایر داده‌ها در ستون) صفات بر عملکرد بذر در دو گروه میوه‌های تخم مرغی و گرد

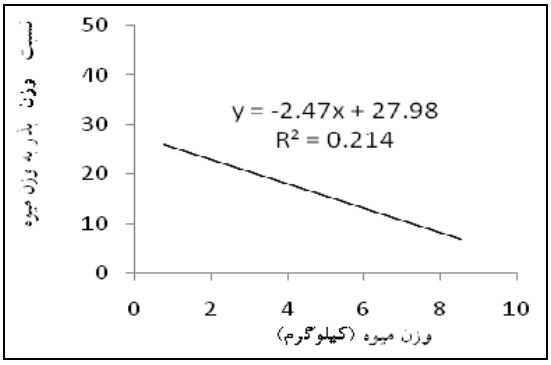
صفات	میوه های تخم مرغی			میوه های گرد			
	X_1	X_2	r	صفات	X_1	X_2	X_3	r
وزن میوه (X_1)	۰/۸۰۲	−۰/۱۵۳	۰/۶۴۷	طول میوه (X_1)	۰/۴۳۵	۰/۴۰	−۰/۰۸۴	۰/۷۵۲
ضخامت گوشت (X_2)	−۰/۲۲۱	۰/۵۶۱	۰/۳۴۰	وزن میوه (X_2)	۰/۳۰۴	۰/۵۷۳	−۰/۱۳۲	۰/۷۴۵
				ضخامت گوشت (X_3)	−۰/۱۸۸	۰/۳۹۱	−۰/۱۹۴	۰/۳۸۷
باقیمانده		۰/۷۴۶		باقیمانده		۰/۵۶۷		

جدول ۱۰- نتایج تجزیه علیت؛ اثرات مستقیم (روی قطر) و اثرات غیرمستقیم (سایر داده‌ها در ستون) صفات بر عملکرد بذر در دو گروه میوه‌های پخ و استوانه‌ای

صفات	میوه‌های پخ					میوه‌های استوانه‌ای		
	X_1	X_2	X_3	r	صفات	X_1	X_2	R
وزن میوه (X_1)	۰/۵۶۶	۰/۱۵۳	-۰/۱۳۲	۰/۵۸۷	وزن میوه (X_1)	۰/۷۸۱	-۰/۲۱۲	۰/۵۶۹
وزن هزار دانه (X_2)	۰/۲۷۹	۰/۳۱۲	-۰/۰۷۰	۰/۵۲۱	طول میوه (X_2)	۰/۶۰۶	-۰/۲۷۳	۰/۳۴۴
ضخامت گوشت (X_3)	۰/۴۰۷	۰/۱۱۹	-۰/۱۸۳	۰/۳۴۳				
باقیمانده		۰/۷۵۳			باقیمانده		۰/۸۰	



شکل ۲- نمودار رگرسیون عملکرد بذر (گرم) با وزن میوه (کیلوگرم)



شکل۳-نمودار رگرسیون نسبت وزن بذر به وزن میوه (گرم/کیلوگرم) با وزن میوه (کیلوگرم)

در تجزیه علیت گروه میوه‌های استوانه‌ای شکل (جدول ۱۰) نیز وزن میوه بیشترین اثر مستقیم را دارد (۰/۷۸۱) اما اثر غیر مستقیم و منفی آن از طریق طول میوه، سبب شده تا همبستگی آن با عملکرد بذر کمتر از اثر مستقیم آن گردد (۰/۵۶۹).

نسبت وزن بذر به وزن میوه

انجام تجزیه رگرسیون در همه توده‌ها نشان می‌دهد که با افزایش وزن میوه، عملکرد بذر میوه افزایش می‌یابد (شکل ۲). اما با افزایش وزن میوه نسبت وزن بذر به وزن میوه (کارایی تولید بذر) کاهش می‌یابد که در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است (شکل ۳).

بحث

شکل میوه (نسبت طول به قطر) با عملکرد بذر هر میوه همبستگی منفی دارد که با نتایج نرسون و پاریس (۱۱) مطابقت دارد. دلیل این همبستگی منفی آن است که در میوه‌هایی که نسبت طول به قطر زیاد دارند (میوه‌های استوانه‌ای) یک سوم از طول میوه که به دم میوه نزدیک است، بذر خیلی کمی تولید می‌کند (۱۰) هم‌چنین در این نوع میوه‌ها نسبت حجم حفره بذر به حجم میوه کمتر از میوه‌هایی است که نسبت طول به قطر کمتری دارند (۷). اما در داخل هر یک از گروه‌های شکلی، نسبت طول به قطر تغییرات خیلی کمی دارد و به همین دلیل بین نسبت طول به قطر و عملکرد بذر همبستگی مشاهده نمی‌شود.

در همه گروه‌ها وزن میوه بیشترین همبستگی را با عملکرد بذر دارد و در عین حال مشاهده شد که بین عملکرد بذر و صفات طول میوه، قطر میوه و ضخامت گوشت میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد، که بیشتر این همبستگی‌های مثبت از طریق اثر غیر مستقیم وزن میوه بر قطر، طول و ضخامت گوشت میوه است و همان‌طور که در جدول ۹ و ۱۰ نیز نشان داده شد، وزن میوه اثرات مستقیم منفی برخی از صفات مانند ضخامت گوشت میوه بر عملکرد را تحت تاثیر غیر مستقیم خود قرار داده و سبب شده است که همبستگی این صفات با عملکرد بذر به صورت مثبت مشاهده شود و یا در مورد میوه‌های استوانه‌ای اثر مستقیم طول میوه منفی است اما از طریق اثر غیر مستقیم وزن میوه، همبستگی طول میوه با عملکرد بذر مثبت دیده می‌شود.

همبستگی بین وزن هزار دانه، وزن میوه و عملکرد بذر نیز حاکی از آن است که افزایش وزن میوه، به طور غیرمستقیم بر وزن هزار دانه اثر مثبت گذاشته (جدول ۱۰) و سبب درشت‌تر شدن اندازه بذرها شده است و از این طریق سبب افزایش عملکرد بذر در میوه‌های بزرگ‌تر

می‌گردد.

اثر باقیمانده در همه گروه‌ها به جز گروه میوه‌های گرد بین ۰/۸۰-۰/۷۵ است که نشان می‌دهد متغیرهای دیگری مانند تعداد بذر در میوه، میزان گرده افشانی و استفاده از حشرات گرده افشان وحجم حفره بذری باید مورد بررسی قرار گیرد.

اگرچه با افزایش وزن میوه، عملکرد بذر در آن میوه افزایش می‌یابد اما عملکرد بذر متناسب با افزایش وزن میوه، افزایش نمی‌یابد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که وجود تعداد بیشتری میوه با وزن کمتر روی بوته بهتر از وجود تعداد کمی میوه با وزن زیاد است. نتایج این تحقیق با نتایج برنجی و پوپ (۵) مطابقت دارد که گزارش کردند برای تولید بذر، میوه‌هایی مناسب‌تر هستند که وزن کمتری داشته باشند. بنابراین انجام اقدامات زراعی که سبب افزایش تعداد میوه در واحد سطح گردند در مقایسه با تیمارهایی که سبب کاهش تعداد میوه و افزایش وزن میوه می‌شوند، موجب افزایش عملکرد بذر در واحد سطح می‌گردند. دلیل آن‌که با افزایش وزن میوه این نسبت کاهش می‌یابد آن است که بخش زیادی از بیوماس تولیدی صرف افزایش وزن میوه از طریق افزایش ضخامت گوشت میوه می‌گردد (۱۰) که به همین دلیل اثر مستقیم ضخامت گوشت بر عملکرد بذر هر میوه منفی است. این موضوع در مورد ارقامی که میوه‌های درشت دارند بیشتر صادق است.

منابع

۱-رضایی ع. و سلطانی ا. ۱۳۷۷. تحلیل رگرسیون کاربردی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲- فرشادفر ع. ۱۳۸۴. اصول و روش‌های آماری چند متغیره. انتشارات طاق بستان.

۳- مرادی م.، سلطانی حویزه م. و معتمدی م. ۱۳۸۹. تجزیه علیت عملکرد دانه و صفات وابسته در برخی ارقام گندم. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز،۲: ۱۱۲-۱۰۱.

4- Bemis W.P., Berry J.W., Weber C.W., and Whitaker T. 1978. The buffalo gourd: a new potential horticultural crop. Horticultural Sciences, 13: 235-240.

5- Berenji J., and Popp D. 2000. Interrelations among fruit and seed characteristic of oil pumpkin. Acta Horticulture. ISHS, P: 510.

6- Bonebardelli E., and Morazoni P. 1997. *Cucurbita pepo* L. Fitoterapia, 68: 291-303.

7- Chretien R.L., and Loy J.B. 2000. Biomass Partitioning and Seed Yield in Hybrid Snack seed Pumpkins. Hort. science, 35: 829-836.

8- Grosch H.D., and Belitz W. 1987. Food chemistry. Springer-Verlag. Berlin.

9- Horvath S., and Bedo Z. 1988. Another possibility in treatment of Hyperlipidacmia with peponen of natural active substance, Mediflora (Special Issue). 89: 7-8.

10- Nerson H. 2004. Effects of fruit shape and plant density on seed yield and quality. Scientia Horticulturae, 105: 293-304.

11- Nerson H., and Paris H.S. 2001. Relationship between Fruit Shape and Seed Yield in *Cucurbita pepo*. Cucurbit Genetics Cooperative Report, 24: 82-86.

12- Paris H.S. 1989. Historical records, origins and development of the edible cultivar groups of *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae). Economic Botany, 43: 423-443.

13- Robinson R.W., and Decker-Walters D.S. 1997. Cucurbits. CAB publisher. New York.

14- Sorkheh K.B., Shiran T., Gradziel M., Epperson B.K., Martınez-Gomez P., and Asadi E. 2007. Amplified fragment length polymorphism as a tool for molecular characterization of almond germplasm: genetic diversity among cultivated genotypes and related wild species of almond, and its relationships with agronomic traits. Euphytic, 156: 327–344.

15- Younis Y.M.H., Ghimay S., and Al-Shihry S.S. 2000. African *Cucurbita pepo* L.: properties of seed and variability in fatty acid composition of seed oil. Phytochemistry, 54: 71-75.

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 1
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Investigation of Possibility of Fennel (*Foeniculum vulgar* L.) Autumnal Sowing in Mashhad Condition

E. Azizi[1*]- A. Siahmarguee[2]- A. Nezami[3]- A.A. Mohamad Abadi[4]- R. Soheili[5]

Received:02-08-2011
Accepted:28-10-2014

Abstract

In order to investigate the possibility of Fennel autumnal sowing in Mashhad condition, 2 sets of experiments were conducted in Agricultural College, Ferdowsi University of Mashhad in 2003-2005. This experiment was performed in the manner of Split Blocks based on completely randomized Blocks with three replications. Treatments were two fennel ecotypes (Khorasan and Kerman) and three planting dates (October, December and March). Fennel seeds only were planted in 2003 and in next year, plants were grown of remains parts of stem in surface of soil. Results showed in end of first years, number of remain plant in March planting dates, three times of October planting dates. In second years, number of remain plant in March planting dates 6.5 and 2.7 times October and December planting dates, respectively. Number of remain plant between Khorasan and Kerman ecotypes were not significantly different in two years. However, effects of planting date and ecotype on dry matter and number of primary and secondary branches were not significant but plant of October planting dates superior to the plant of December and March planting dates. Number of umbel without seed in October planting dates was 3.4 and 8.8 times of December and March planting dates. In spite of weight of seed in October planting dates highest than December and March planting dates, effect of planting dates on weight of seed in plant was not significant. In first year highest and lowest yield were obtained in October (68.7 gr/m^2) and March (20.5 g/m^2) planting dates. But in second year maximum and minimum of yield were obtained in March and October planting dates with 45.3 and 14.2 g/m^2, respectively.

Keywords: Ecotype, Planting date, Survival percentage, Yield

1- Assistant Professor, Department of Agronomy, Payame Noor University, Iran
(*-Corresponding Author Email: azizi40760@gmail. com)
2-Assistant Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran
3, 4, 5- Professor, Lecture and MSc Graduated, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Respectively

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 2
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۲
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

The Effect of Irrigation Regimes and Mulch Application on Vegetative Indices and Essential Oil Content of Peppermint (*Mentha piperita* L.)

M. Azizi[1*]-S. Shahriari[2]- H. Aroiee[3]- H. Ansari[4]

Received: 24-10-2011
Accepted: 26-11-2013

Abstract

Peppermint (*Mentha piperita* L.) from Lamiaceae family is one of the most important medicinal plants, used in food, sanitary and cosmetic industries. A field experiment was carried out in Ferdowsi University of Mashhad in 2010-2011 to evaluate the effects of three irrigation levels (100, 80 and 60 percent of water requirements calculated by evaporation pan class A) and two mulch types (black plastic and wood chips) in comparison to control (without mulch) on physiological parameter and essential oils content in a factorial experiments on the basis of Randimised Complete Block Desing with four replications. The data obtained from each harvest analyzed as a factorial experiment on the basis of randomized complete block design with four replications and the results of two harvests analyzed as split plot on time. The results of two harvest indicated that peppermint plants grow better in the first harvest than the second harvest. Plants collected in the first harvest showed higher dry matter and essential oil yield. The highest dry herb yield (44.12 g/plant), the highest percentage of essential oil (2.835 %v/w) and the highest essential oil yield (116.7 l/ha) detected in plots treated with third level of irrigation and use of wood chips mulch. In conclusion the results also confirmed that the highest dry herb and the highest oil yield per area unit were observed in plots treated with third level of irrigation with use of wood chips mulch.

Keywords: Irrigation, Mulch, Yield, *Mentha piperita*

1, 2, 3- Professor, M.Sc. Graduated and Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively
(*- Corresponding Author Email: azizi@um.ac.ir)
4- Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 3
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Comparative of Qualitative and Quantitative Characteristics of Four Commercial Mandarin Cultivars on 'Flying Dragon' Rootstock

E. Abedi Gheshlaghi[1*]- R. Fifaei[2]- D. Javadi Mojaddad[3]

Received: 27-12-2011
Accepted: 25-02-2014

Abstract

'Flying dragon' is one of the citrus rootstocks that are considered to be a promised dwarfing rootstock in the world. This experiment was conducted in the Astara research station for study of qualitative and quantitative characteristics of 4 mandarin cultivars (Unshiu, Clementine, Page, and Yunesi) budded on 'Flying dragon'. This experiment was carried out with four cultivars in randomized complete bloke design (RCBD) with three replications. Qualitative and quantitative characteristics of fruits, as well as vegetative traits were recorded and analyzed for 3, 6 and 1 years, respectively. The highest yield was observed on Yunesi cultivar in the final year of experiments and the lowest yield was on Unshiu cultivar in the fifth year. TSS/TA and means of fruit weight were affected by interaction of year and cultivar. The highest means of fruit weight was on Yunesi in the years of 85 and the highest TSS/TA was in years of 88 on Clementine cultivar. The highest alternate bearing index obtained in years of 88 on the Unshiu cultivar and the lowest that was on the Page cultivar. The highest yield efficiency, cumulative yield and plant height were observed on Yunesi cultivar, and the highest width and canopy of tree were on Unshiu cultivar. The lowest yield and tree size were on Page cultivar.

Keywords: Flying dragon, Mandarin, Yield, Morphology

1 , 3- Lectures of Agricultural and Natural Resources Research Center of Guilan
(*-Corresponding Author Email: abedig@yahoo.com)
2 - Lecture of Citrus Research Institute of Iran, Ramsar

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 4
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۴
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

The Effect of Metal Ion Contents in Petal Tissue on Perception of Flower Final Colors in *Gerbera hybrid*

A. Hatamzadeh[1 *]- R. Akbari[2]- R. Sariri[3]- D.Bakhshi[4]

Received: 14-03-2012
Accepted: 27-08-2013

Abstract

Interaction of floral pigments with metal ions can alter the final color of the petals. Metal ions can affect stability of flowers final color by altering vacuolar pH and activity of enzymes involved in biosynthesis, destruction, accumulation and transition of pigments. In this study, contents of metal ions of petal tissue and their relationships with parameters of petal color analyzed and compared in stage of full blooming in six varieties Gerbera with different colors. Investigation on metal ion contents in different varieties didn't show statistically significant difference in Cu^{2+} content. Results showed that enhancement of Fe^{2+} content in petals increased *a** and *C** parameters and decreased *L** value. Also, reduction of Zn^{2+} amounts in petal tissue increased *h** value. Unlike Ca^{2+}, a positive significant difference observed between Mg^{2+} contents and parameters of *C** and *a**, also a negative significant difference between Mg^{2+} content and *L** value. Ions of Fe^{2+}, Ca^{2+} and Mg^{2+} presented more effective relationship with flower color parameters. Concentration of Fe^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}, Mn^{2+}, Ca^{2+} and Mg^{2+} in petal tissue were ranged to 0.0076-0.012, 0.0035-0.004, 0.0017-0.003, 0.0021-0.0032, 2.18-2.97, 1.45-1.79 mg g^{-1} FW, respectively.

Keywords: Chroma, Lightness, Absorption spectra, Metal ions, *Gerbera hybrida*

1, 2, 4 –Associate Professor, PhD Student and Assistant Professor, Department of Ornamental Horticulture, University of Guilan, Rasht, Iran
(* - Corresponding Author Email: hatamzade@guilan.ac.ir)
3- Professor, Department of Biochemistry, University of Guilan, Rasht, Iran

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 5
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Fe and Zn Micro Nutrients on Yield and Yield Components of *Pimpinella anisum* L.

Sh. Nateghi [1]- A. Pirzad[2*]- R. Darvishzadeh[3]

Received: 19-05-2012
Accepted: 28-10-2014

Abstract

The higher levels of essential elements in soil may be caused in optimum yields and crop quality. So it seems to be necessary to examine different levels of nutrients like Fe and Zn on plants and their productivity. To evaluate effects of iron and zinc application on yield and yield components of *Pimpinella anisum* an experiment was conducted at the research farm of Urmia University in 2009. Treatments, iron application (0, 0.2, 0.4 and 0.6%) and zinc (0, 0.2, 0.4 and 0.6%), were arranged as factorial based on randomized complete block design with 3 replications. Results showed the significant effect of interaction between iron and zinc on the number of seed in per plant,1000 seed weight, biomass yield, seed yield and harvest index (HI). The maximum value of the 1000 seed weight (2.22 g) was obtained from 0% of Fe and 0.2% of Zn, whereas the minimum value of the 1000 seed weight (1.92 g) belonged to 2% of iron and 0% of zinc. The highest number of seed per plant (762), maximum value of biomass yield (2652 kg/ha) and highest of seed yield (1372 kg/ha) were obtained from 0.6 and 0.4 percent of Fe and Zn and the lowest number of seed per plant (272), maximum value of biomass yield (716 kg/ha) and highest of seed yield (470 kg/ha) were obtained from 0 and 0.6 percent of Fe and Zn, respectively. The highest HI (66.18) was obtained at control treatment and the lowest one (46.67) at both 0.4 percent of Fe and Zn. The essential oil percent increase in average values of Fe and Zn spraying. But accumulation of Fe and Zn were the maximum in higher levels of spraying.

Keywords: *Pimpinella anisum,* Iron, Biomass, Zinc, Essential oil percent, Seed yield, Manure, Medicinal Plant

1,2- MSc Gradated and Associated Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University
(*-Corresponding Author Email: a.pirzad@urmia.ac.ir)
3- Associate Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Urmia University

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 6
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۶
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effects of Different Fertilizer Treatments on Quantitative and Qualitative Characteristics of Isabgol (*Plantago ovata*)

Gh. Asadi[1] -A. Momen[2*]-M. Nurzadeh Namaghi[3]- S. Khorramdel[4]

Received:08-12-2012
Accepted:23-04-2014

Abstract

Application of organic manures is one of the most important strategies for plant nutrition compared to chemical fertilizers, especially in organic management of medicinal plants. In order to evaluate the effects of different organic and chemical fertilizers on yield, yield components and qualitative characteristics of isabgol (*Plantago ovata*), a field experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications at the Agricultural Research Station, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, during growing season of 2011-2012. Treatments included three levels of nitrogen fertilizer (25, 50 and 75 $kg.ha^{-1}$), three levels of cow manure (5, 10 and 15 $t.ha^{-1}$) and three levels of vermicompost (2, 4 and 6 $t.ha^{-1}$) and control.The results showed that the effectof different fertilizers was significant ($p\leq0.05$) on all studied traits except swelling rate of isabgol. The maximum amounts were observed in 6 $t.ha^{-1}$ vermicompost and 15 $t.ha^{-1}$ cow manure. The highest seed yield (548.4 $kg.ha^{-1}$) was observed in 6 $t.ha^{-1}$ vermicompost that it enhanced up to 26% compared to control. By increasing in organic fertilizers enhanced mucilage content, swelling factor and swelling content of isabgol. The maximum mucilage content and swelling factor were observed in 15 $t.ha^{-1}$ (with 35.3% and 13.4 ml, respectively). Since, organic matters improved quantitative and qualitative yield of isabgol compared to chemical fertilizer, it concluded that these organic inputs could be regarded as a suitable alternative to enhance the growth and yield of medicinal plants such as isabgol especially in low input systems.

Keywords: *Plantago ovate,* Organic manure, Medicinal plant, Nutrient management, Mucilage

1, 2, 4- Associate Professor, PhD Student and Assistant Professor Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively
(* - Corresponding Author Email: momen.ali@stu.um.ac.ir)
3- PhD Student of Horticulture Science Department, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 7
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Natural Antitranspirant Compounds on Physiological and Biological Properties of Basil (*Ocimum basilicum*) under Water Stress Condition

R. Ameri[1*] -M. Azizi[2]-A. Tehranifar[3]-V. Roshan Sarvestani[4]

Received: 19-02-2013
Accepted: 24-06-2014

Abstract

In order to study the effect of natural antitranspirant compound and water stress on growth, development and essential oil content of *Ocimumbasilicum* a factorial experiment based on completely randomized design with three replicates was conducted. 3 levels of water stress (500 as control, 375 and 250 ml/day) and 3 antitranspirant compound (chitosan, plantago mucilage and psyllium mucilage) in 3 levels of 0.5, 1 and 1.5% (m/v) and applied during the plant growth. Photosynthesis, transpiration, stomatal conductance, stomatal chamber CO_2, leaf temperature, fresh and dry weight of herb, essential oil percentage and content were measured. The results showed that water stress and antitranspirant application had a significant effect on all measured traits ($P\leq0.05$ and $P\leq0.01$). The highest values of these traits were observed in control for water stress treatment and different levels of antitranspirant compounds. Transpiration levels from leaf were significantly decreased by antitranspirant compounds application. Chitosan (1 and 1.5%) decreased transpiration by 200% over control. Photosynthesis was also increased up to 30% by chitosan treatment (0.5 and 1) in comparison to control.Also, antitranspirant compounds increasing dry matter yield in water stress condition but reducing essential oil % and yield in comparison with control. In general, according to the result of this experiment, antitranspirant compounds with natural origin are safe, biodegradable, easy available, low cost and alternatives which can be used in substitution with common chemical types.

Keywords: Basil, Antitranspirant, Water stress, Chitosan, Plantago mucilage, Psyllium mucilage, Photosynthesis, Essential oil

1, 2, 3 - PhD Student and Professors of Horticultural Science Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively
(*-Corresponding Author Email: R.ameri@stu.um.ac.ir)
4- Assistant Professor of Research Center for Agriculture and Natural Resources of Fars Province

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 8
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Investigation on the Hormone Effects on *in vitro* culture of *Iris pseudacorus*

E. Chamani[1]*- M. Taheri[2]

Received:09-05-2013
Accepted:10-08-2014

Abstract

Three experiments were conducted in tissue culture and biotechnology laboratory of Horticulture Department of Mohaghegh Ardabili University in 2012. For the regeneration of plant from seed, different concentrations of NaOH (5, 10, 15, 20 M) and various scarification methods with sandpaper (soft scarification, medium scarification and hard scarification) were used based on completely randomized design with 4 replications. The results of experiment revealed that seeds treated by 20 M NaOH and hard scarification produced the highest germination rate. After 2 months of seed germination, hypocotyles of seeds were used as explants and cultured in MS medium containing different concentration of 2,4-D, picloram, TDZ and BA (1, 2, 4 mg/l) based on completely randomized design with 4 replications. Mean comparison revealed that explants treated by 4 mg/l picloram and 1 mg/l 2,4-D produced the highest callus content. Mean comparison showed that explant treated by 1 mg/l BA produced the highest shoots. However, to investigate the soluble protein changes during growth stages and to study the effects of 2,4-D, picloram, TDZ and BA on soluble protein and experiment was conducted. The result showed that by increasing the plant age, soluble protein was reduced and also the highest soluble protein was found after 4 weeks of germination. The result also showed that explants treated by 4 mg/l picloram and 1 mg/l BA produced the highest soluble protein content.

Keywords: Micropropagation, Scarification, Tissue culture

1,2- Associate Professor and Former MSc Student of Mohaghegh Ardabili University
(* - corresponding Author Email: echamani@uma.ac.ir)

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 9
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Evaluation of the Effects of Disinfection Method and Packaging Type on Quality Attributes of Rutab Fruit (*Phoenix dactylifera* cv. Barhee)

F. Roshani[1]- S.M.H. Mortazavi[2*]- A. Mostaan[3] - N.Sayyahi[4]

Received:19-05-2013
Accepted: 09-07-2014

Abstract

Barhee is one of the most important date cultivar worldwide that its production in Iran is done mainly in Khuzestan province. This cultivar has many consumers at its three last developmental stages especially Rutab stage. In Rutab stage, the fruit texture is very soft and due to high water and sugar content is a good target for microorganisms and so it has a short storage life. Using new disinfection and proper packaging methods to reduce these undesirable factors can result in expanding the market of this valuable product. In this research, date fruit cv. Barhee was harvested at Rutab stage and after disinfection with two methods (i.e. heat pasteurization and UV-C irradiation) was packed with polypropylene films in two types of completely sealed and perforated. Fruit was stored at 5°C for three months and then analyzed for quality attributes including weight loss, fruit water content, TSS, titratable acidity, antioxidant capacity, phenolic content, mold content and surface color. The experiment was conducted as factorial based on completely randomized design with three replications. The results showed that both method of disinfection resulted in considerable control of fruit microbial count and the fruit which was treated with UV-C light had lowest level of weight loss, titratable acidity and TSS. Also, the fruit that packed in sealed type represented negligible weight loss and color changes as well as microbial contamination due to lack of exposure to ambient air.

Keywords: Date fruit, UV-C irradiation, Pasteurization, Packaging and Quality

1,2- MSc Graduated and Associate Professor, Shahid Chamran University of Ahvaz
(*-Corresponding Author Email: mortazavi_mh@scu.ac.ir)
3-Scientific Member of Date Palm and Tropical Fruit Institute
4-Instructor of Drug and Food Institute

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 10
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Chlorophyll, Soluble Sugar and Flower Dry Weight of German Chamomile in Response to Methyl Jasmonate under Salinity Stress

F. Salimi[1*]- F. Shekari[2] – J. Hamzei[3]

Received: 17-06-2013
Accepted: 24-09-2014

Abstract

Using plant growth regulators at the stresses environment can improve plant growth and crop production. Hence, in this research response of photosynthesis rate, chlorophyll, soluble sugar and flower dry weight of chamomile to methyl jasmonate under different salinity levels was studied. Values of 0 (control), 75, 150, 225 and 300µM methyl jasmonate (MeJA) with salinity levels of 2, 6, 10 and 14 dS/m was evaluated as a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications. The effect of MeJA and salinity was significant for photosynthesis rate, leaf temperature difference (ΔT), relative water content (RWC), chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, soluble sugar and flower dry weight. Also, MeJA × salinity interaction affected all traits except ΔT. The highest value of photosynthetic rate (9.99 µmolCO_2 m^{-2} s^{-1}), chlorophyll a, b and total chlorophyll, in averaging 5.98, 41.18 and 45.10 mg g^{-1}, respectively, and flower dry weight (3.73 g pot^{-1}) were obtained at 75µM MeJA and 6 dS/m salinity. But, there was no significant difference between 75µM MeJA×6 dS/m and 75µM MeJA×2dS/m for RWC and flower dry weight traits. Maximum soluble sugar was achieved at 75µM MeJA×14 dS/m treatment. In general, using of MeJA increased RWC and decreased undesirable effects of salinity. With decreasing RWC photosynthetic rate, chlorophyll and flower dry weight decreased, but ΔT increased.

Keywords: German chamomile, Salinity Stress, Physiological characters, Yield flower, Methyl jasmonate

1, 2- M.Sc. Student and Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Zanjan
(*-Corresponding Author Email: fatemesalimi18@yahoo.com)
3- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 11
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Foliar Application of Iron, Zinc and Manganese Micronutrients on Yield and Yield Components and Seed Oil of Pot Marigold (*Calendula officinalis* L.)

E. Rezaei Chiyaneh[1*]- S. Zehtab Salmasi [2]- A. Pirzad [3] - A. Rahimi[4]

Received: 06-08-2013
Accepted: 04-01-2015

Abstract

Although micronutrients effect on growth and yield of different plants has been intensively investigated, but there is limited information on its effect on grain yield and seed oil content of pot marigold (*Calendula officinalis* L.). In order to investigate the effects of micronutrients (Fe, Zn and Mn) spraying on yield and yield components and seed oil of pot marigold, a field experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications at the Research Farm of Payame Noor University of Nagadeh in 2010. Treatments included Fe, Zn, Mn, mixed solutions of these elements (Fe+Zn, Fe+Mn, Zn+Mn, Fe+Zn+Mn) and control (water). Treatments were applied in 2 g/litter twice at stem elongation and early flowering stages. Different traits such as plant height, number of capitol per plant, number seed per capitol, thousand seed weight, biological yield, seed yield, seed oil percentage and oil Yield were recorded. The results showed that foliar application of micronutrients had significant effects on all of these traits. Yield components, seed yield, oil percentage and yield were enhanced by foliar application, compared with control (untreated plants). The maximum number seed per capitol, thousand seed weight and biological yield were relevant to Fe treatment. The highest numbers of capitol per plant and seed yield (643.33 $kg.ha^{-1}$) were relevant to Zn+Fe treatment and the maximum oil yield (124.20 $kg.ha^{-1}$) was produced by Zn+ Fe+ Mn treatment. Seed yield and oil yield increased by 31.27% and 44.18% yields more than control, respectively. It can be concluded that, foliar application of micronutrients had positive effects to obtain high yield and oil of pot marigold.

Keywords: Number seed per plant, Number of capitol per plant, Quantitative yield, Qualitative yield, Medicinal plant

1- Assistant Professor Department of Medicinal Plant, Shaid Bakeri Higher Education Center of Miandoab, Urmia University, Urmia-Iran and Payame noor University of Nagadeh, Iran
(* - Corresponding Author Email: e.rezaeichiyaneh@urmia.ac.ir)
2- Professor, Department of Eco-physiology, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran
3, 4- Associate Professor and Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Urmia-Iran

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 12
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۲
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Investigation of Catalase, Proxidase and Total Protein Level in Some Cold Treated Grapevine Cultivars Cold Stress Response

M. Karimi Alavijeh[1*]- A. Ebadi[2]- S.A. Mousavi[3]- S.A. Salami[4]

Received:20-08-2013
Accepted:12-05-2014

Abstract

Chilling is an important environmental stress that influences the yield and quality of many agricultural crops. Different plants use different systems to endure this stress and minimize its effects. One of these systems is enzymatic reaction. To find out more about responses of different grapevine species and cultivars to the low temperature conditions, their enzymatic changes were evaluated in a factorial experiment based on randomized complete design with 3 replication during different periods after chilling stress. Leaf samples of plants under cold stress had been taken and maintained in -80 °C until enzyme extraction. Low temperature around 4 °C is sufficient to induce genes that produce chilling acclimatization proteins. In the present study, leaf samples were collected from the plants that were kept at 4 °C during different time intervals, and then total proteins as well as two main antioxidant enzymes (catalase and guaiacolperoxidase) activities were measured. Results showed that as temperature decreased, enzymatic activities were increased in six Iranian grapevine cultivars (‘Atabaki’, ‘Khalili-Danedar’, ‘Shahroodi’, ‘Rajabi-Siah’, ‘Askari’ and ‘Bidane-Sefid’) as well as ‘Riparia’, an American species. The highest enzymatic activities of catalase and ceroxidase were recorded in ‘Khalili-Danedar’ and ‘Riparia’. However,the lowest activities were recorded in ‘Rajabi-Siah’, ‘Bidane-Sefid’ and ‘Shahroodi’. For all studied cultivars, peroxidase showed its highest activity at 12 h after chilling stress, then remained constant, while, the highest activity of catalase were recorded at 8 h. In addition, cold stress increased the total protein content for all studied cultivars, in which ‘Khalili-Danedar’ had the highest protein content amongstudied cultivars. Also, the highest proteins content were recorded at 12 h after exposing plants to cold.

Keywords: Grapevine, Chilling stress, Catalase, Guaiacol Peroxidase, Total proteins

1,2, 4- PhD Student, Professor and Assistant Professor Department of Horticulture Science, College of Agriculture and Natural Resources of Tehran University, Respectively
(*-Corresponding Author Email: Mkarimia61@gmail.com)
3- Associate Professor of National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 13
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effects of BAP and TIBA on Shoot Proliferation of *Rosa hybrida* L. cv. Full House in *in vitro* Culture

S. Hajian[1]- S. Alizadeh Ajirlo[2*]- F. ZaareNahandi[3]

Received: 01-09-2013
Accepted: 26-11-2014

Abstract

Micropropagation is a proper approach to rapid and large-scale propagation of rootstocks and rose cultivars for huge demand of flower market. Proliferation rate of shoot is decreased drastically following several subcultures. Growth regulators have remarkable effects on the key phase of proliferation in micropropagation of this popular crop. In this research the effects of BAP and antiauxin of TIBA on quality and quantity of developed shoots in *Rosa hybrida* cv. Full House were studied. BAP and TIBA were applied at three concentrations of 0, 2.2 and 8.8 µmol in proliferation phase of micropropagation. The experiment was conducted based on factorial and completely randomized design with four replications. After two months, the percentage of proliferated explants, survived main and lateral shoot number, length of the main and lateral shoots, number of green leaves on the shoots, the average number of shoots with chlorotic and necrotic leaves, the average axillary shoot base diameter, fresh weight of shoots and number of shoots with necrotic tip were recorded. Analysis of variance indicated that BAP was ineffective on the number of the main shoot green leaves and decreasing number of shoots with necrotic tip, but enhanced other traits. The concentration of 8.8 µmol of BAP had greater effect than 2.2 µmol of this growth regulator on mentioned traits. The higher concentration of TIBA resulted to more shoot with necrotic tip. This antiauxin had anegative impact on shoot fresh weight, but the other parameters were not significantly affected.

Keywords: Rose, Micropropagation, BAP, TIBA

1, 3- Former MSc Student and Assistant Professor of Horticulture Department, University of Tabriz
2- Assistant Professor of Landscape Engineering Department, University of Tabriz
(*-Corresponding Author Email: azajirlo@tabrizu.ac.ir)

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 14
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۴
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effects of Organic, Chemical and Biological Fertilizers on Crude Protein, Oil Yields and Fatty Acids of Black Seed (*Nigella sativa* L.)

P. Rezvani Moghaddam[1*] - S.M. Seyyedi [2]

Received:17-11-2013
Accepted:26-11-2014

Abstract

In order to investigate the effects of organic, chemical and biological fertilizers on crude protein and oil yields and fatty acids composition in black seed (*Nigella sativa* L.), a field experiment was conducted at Agricultural Research Station of Ferdowsi University of Mashhad, Iran, in 2009-2010. The experiment was arranged by using a complete randomized block design based on factorial arrangement with three replications and 12 treatments. The experimental treatments included fertilizer sources (vermi compost, urea fertilizer and control) as first factor and different biological fertilizers (nitroxin (including *Azotobacter* sp. and *Azospirillum* sp), mycorrhizae, biosulfur (including *Thiobacillus* sp.) + sulfur and control (no biofertilizer)) as second factor. Results showed that crude protein and oil yields of black seed in vermi compost were significantly higher than urea fertilizer. In addition, the biological fertilizer had no significant increasing effects on crude protein and oil yields, except biosulfur + sulfur. Chemical analysis of black seeds showed a composition of 10.9% crude protein and 24.5% fat. Linoleic (49.18%) and oleic acids (26.77%) was the major unsaturated while palmitic acid (12.68%) was the main saturated fatty acid.

Keywords: Unsaturated fatty acids, Oil percentage**,** Gas chromatography mass

1, 2 - Professor and PhD Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(*-Corresponding Author Email: rezvani@ferdowsi.um.ac.ir)

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 15
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

The Effect of Foliar Application of Salicylic acid and Thiamine on the Biochimical Characteristics of *Gerbera jamesonii* cv. Pink elegance

M. Mansouri[1*]- M. Shoor[2]- A. Tehranifar[3]- Y. Selahvarzi[4]

Received: 07-01-2014
Accepted:26-11-2014

Abstract

Gerbera is one of the ten important cut flowers in terms of production and consumption in the world and Iran. In this research effects of foliar application of salicylic acid and thiamine on biochemical characteristics of gerbera flower were investigated. This experiment was conducted in a completely randomized design with four replications in the greenhouse commercial of the Golazin Maghsoud Company. Treatments were included of municipal water (control), salicylic acid 75 and 150 µM and thiamine 250 and 500 µM. Foliar application was performed with interval of two weeks in two stages. The results showed that the treatments had a significant effect on biochemical characteristics of gerbera. The greatest amount of chlorophyll a (36.6 µg/g Fw), b (17.27µg/g Fw) and total chlorophyll content (61.17 µg/g Fw) were related to Thiamine 250 µM and the highest level of carotenoids content 7.87 (µg/g Fw) was related to Thiamine 500 µM. The most reducing sugars content (181.51 mg/g Fw) reported in 75 µM salicylic acid. The highest activity of catalase and peroxidase enzyme (94.5 and 70.7 unit enzyme per minute in gram fresh weight, respectively) were related to 75 and 150 µM salicylic acid. Thus, salicylic acid and thiamine increased photosynthetic pigments, antioxidant enzyme activities.

Keywords: Peroxidase enzyme, Reducing sugars, Chlorophyll, Carotenoid, Catalase enzyme

1, 2, 3, 4- M.Sc. Student, Associate Professor and Professor and Instructor, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively
(*- Corresponding Author Email: mansoori.1388@gmail.com)

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 16
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۶
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Evaluation of Relative Genome Content and Response of Tall Fescue Seedling under Drought Stress Collected in Iran

I. Rohollahi[1]- M. Kafi[2*]- N. A. Khoshkholghsima [3]- A. Liaghat [4]

Received: 23-01-2014
Accepted:18-05-2014

Abstract

Decrease in genome content may play a role in environmental adaptation. Many studies were reported significant correlation between genome size, weather condition and germination percentage. Relative genome content and its correlation with seedling establishment of 14 populations of tall fescue collected from various regions in Iran and two commercial tall fescue cultivars were studied under drought conditions. Results showed that except one entry diploid (Brojen = 2x), all entries were hexaploid (6x). Cluster analysis revealed that the populations fell into four groups. Isfahan (Group II: average DNA content 17.92 pg) and Ghochan (Group VI: average DNA content 18.56 pg) with 100% and 6.7% final emergence and 8.8, 2.3 cm leaf length respectively in 40% FC soil water content wree the most tolerable and sensitive entries under drought stress. Relative genom content of the wild populations and two commercial cultivar were negatively correlated with emergence (r=-0.56) and leaf length (r=-0.61). The reduction in genome size may be a mechanism of adaptation to arid environments. The drought tolerance was observed among the entries that grouped in cluster I and II represent potentially useful germplasm for a breeding program.

Keywords: DNA content, Emergence percentage, Drought stress, Leaf length

1- Assistant Professor, Department of Horticulture Science, Shahed University, Tehran, Iran
(*-Corresponding Author Email: mkafi@ut.ac.ir)
2- Professor, Department of Horticulture Science, College of Agriculture and Natural Resource, University of Tehran, Iran
3- Assistant Professor, Agriculture Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Iran
4- Professor, Department of Irrigation and Reclamation, College of Agriculture and Natural Resource, University of Tehran, Iran

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 17
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Relationship Between Seed Yield And Some of Fruit Traits in Iranian Squash (*Cucurbita pepo* L.) Accissions

R. Barzegar[1]*- S. Houshmand[2] – Gh. Peyvast[3]

Received: 30-01-2014
Accepted: 28-10-2014

Abstract

In order to evaluation of squash (*Cucurbita pepo*) seed yield per fruit and its relations with other characteristics of fruit include: length, diameter, length: diameter ratio (fruit shape), flesh thickness, thousand seed weight and fruit weight, an experiment was conducted using 24 accessions of squash as a randomized complete-block design with three replications. Morphological traits were evaluated according to UPOV descriptor and UPGMA clustering algorithm clustered the accessions in 4 groups (predominantly on the basis of fruit shape). Correlation, regression and path analysis were done for mentioned characteristics in 4 type-fruit groups. There was negative correlation between seed yield of individual fruit and its length and fruit length: diameter ratio. But fruit weight, fruit diameter, and thousand seeds weight had positive correlation with seed yield. Seed weight: fruit weight ratio had negative relationship with fruit weight. Therefore small size fruit is more suitable for seed yield per area. Path analysis was showed fruit weight had the most positive direct effect on seed yield per fruit in all groups.

Keywords: Correlation analysis, Fruit shape, Fruit weight, Path analysis, Seed yield, Squash

1 -Assistance Professor of Vegetable Science, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, University of Shahrekord
(*- Corresponding Author Email: barzegar56@yahoo.com)
2- Associate Professor of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Shahrekord
3- Professor of Vegetable Science, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, University of Guilan

Contents

Investigation of Possibility of Fennel (*Foeniculum vulgar* L.) Autumnal Sowing in Mashhad Condition 1
E. Azizi- A. Siahmarguee- A. Nezami- A.A. Mohamad Abadi- R. Soheili

The Effect of Irrigation Regimes and Mulch Application on Vegetative Indices and Essential Oil Content of Peppermint (*Mentha piperita* L.) 2
M. Azizi -S. Shahriari- H. Aroiee- H. Ansari

Comparative of Qualitative and Quantitative Characteristics of Four Commercial Mandarin Cultivars on 'Flying Dragon' Rootstock 3
E. Abedi Gheshlaghi - R. Fifaei - D. Javadi Mojaddad

The Effect of Metal Ion Contents in Petal Tissue on Perception of Flower Final Colors in *Gerbera hybrid* 4
A. Hatamzadeh - R. Akbari- R. Sariri- D. Bakhshi

Effect of Fe and Zn Micro Nutrients on Yield and Yield Components of *Pimpinella anisum* L. 5
Sh. Nateghi- A. Pirzad- R. Darvishzadeh

Effects of Different Fertilizer Treatments on Quantitative and Qualitative Characteristics of Isabgol (*Plantago ovata*) 6
Gh. Asadi -A. Momen-M. Nurzadeh Namaghi- S. Khorramdel

Effect of Natural Antitranspirant Compounds on Physiological and Biological Properties of Basil (*Ocimum basilicum*) under Water Stress Condition 7
R. Ameri -M. Azizi-A. Tehranifar- V. Roshan Sarvestani

Investigation on the Hormone Effects on *invitro* culture of *Iris pseudacorus* 8
E. Chamani - M. Taheri

Evaluation of the Effects of Disinfection Method and Packaging Type on Quality Attributes of Rutab Fruit (*Phoenix dactylifera* cv. Barhee) 9
F. Roshani - S.M.H. Mortazavi - A. Mostaan - N.Sayyahi

Chlorophyll, Soluble Sugar and Flower Dry Weight of German Chamomile in Response to Methyl Jasmonate under Salinity Stress 10
F. Salimi - F. Shekari – J. Hamzei

Effect of Foliar Application of Iron, Zinc and Manganese Micronutrients on Yield and Yield Components and Seed Oil of Pot Marigold (*Calendula officinalis* L.) 11
E. Rezaei Chiyaneh - S. Zehtab Salmasi - A. Pirzad - A. Rahimi

Investigation of Catalase, Proxidase and Total Protein Level in Some Cold Treated Grapevine Cultivars Cold Stress Response 12
M. Karimi Alavijeh - A. Ebadi- S.A. Mousavi- S.A. Salami

Effects of BAP and TIBA on Shoot Proliferation of *Rosa hybrida* L. cv. Full House in *in vitro* Culture 13
S. Hajian - S. Alizadeh Ajirlo- F. Zaare Nahandi

Effects of Organic, Chemical and Biological Fertilizers on Crude Protein, Oil Yields and Fatty Acids of Black Seed (*Nigella sativa* L.) 14
P. Rezvani Moghaddam - S.M. Seyyedi

The Effect of Foliar Application of Salicylic acid and Thiamine on the Biochimical Characteristics of *Gerbera jamesonii* cv. Pink elegance 15
M. Mansouri - M. Shoor - A. Tehranifar - Y. Selahvarzi

Evaluation of Relative Genome Content and Response of Tall Fescue Seedling under Drought Stress Collected in Iran 16
I. Rohollahi - M. Kafi- N. A. Khoshkholghsima - A. Liaghat

Relationship Between Seed Yield And Some of Fruit Traits in Iranian Squash (*Cucurbita pepo* L.) Accissions 17
R. Barzegar - S. Houshmand - Gh. Peyvast

Ferdowsi University of Mashhad

Vol. 29 No. 1

2015

Journal of Horticultural Science

(Agricultural Science and Technology)

ISSN:2008-4730

نشریه علمی - پژوهشی علوم باغبانی

جلد ۲۹

شماره ۱

سال ۱۳۹۴

2015

No. 1

Vol. 29

Journal of Horticultural Science

Contents

Investigation of Possibility of Fennel (*Foeniculum vulgar* L.) Autumnal Sowing in Mashhad Condition 1
E. Azizi- A. Siahmarguee- A. Nezami- A.A. Mohamad Abadi- R. Soheili

The Effect of Irrigation Regimes and Mulch Application on Vegetative Indices and Essential Oil Content of Peppermint (*Mentha piperita* L.) 2
M. Azizi -S. Shahriari- H. Aroiee- H. Ansari

Comparative of Qualitative and Quantitative Characteristics of Four Commercial Mandarin Cultivars on 'Flying Dragon' Rootstock 3
E. Abedi Gheshlaghi - R. Fifaei - D. Javadi Mojaddad

The Effect of Metal Ion Contents in Petal Tissue on Perception of Flower Final Colors in *Gerbera hybrid* 4
A. Hatamzadeh - R. Akbari- R. Sariri- D.Bakhshi

Effect of Fe and Zn Micro Nutrients on Yield and Yield Components of *Pimpinella anisum* L. 5
Sh. Nateghi- A. Pirzad- R. Darvishzadeh

Effects of Different Fertilizer Treatments on Quantitative and Qualitative Characteristics of Isabgol (*Plantago ovata*) 6
Gh. Asadi -A. Momen-M. Nurzadeh Namaghi- S. Khorramdel

Effect of Natural Antitranspirant Compounds on Physiological and Biological Properties of Basil (*Ocimum basilicum*) under Water Stress Condition 7
R. Ameri -M. Azizi-A. Tehranifar-V. Roshan Sarvestani

Investigation on the Hormone Effects on *invitro* culture of *Iris pseudacorus* 8
E. Chamani - M. Taheri

Evaluation of the Effects of Disinfection Method and Packaging Type on Quality Attributes of Rutab Fruit (*Phoenix dactylifera* cv. Barhee) 9
F. Roshani - S.M.H. Mortazavi - A. Mostaan - N.Sayyahi

Chlorophyll, Soluble Sugar and Flower Dry Weight of German Chamomile in Response to Methyl Jasmonate under Salinity Stress 10
F. Salimi - F. Shekari – J. Hamzei

Effect of Foliar Application of Iron, Zinc and Manganese Micronutrients on Yield and Yield Components and Seed Oil of Pot Marigold (*Calendula officinalis* L.) 11
E. Rezaei Chiyaneh - S. Zehtab Salmasi - A. Pirzad - A. Rahimi

Investigation of Catalase, Proxidase and Total Protein Level in Some Cold Treated Grapevine Cultivars Cold Stress Response 12
M. Karimi Alavijeh - A. Ebadi- S.A. Mousavi- S.A. Salami

Effects of BAP and TIBA on Shoot Proliferation of *Rosa hybrida* L. cv. Full House in *in vitro* Culture 13
S. Hajian - S. Alizadeh Ajirlo- F. Zaare Nahandi

Effects of Organic, Chemical and Biological Fertilizers on Crude Protein, Oil Yields and Fatty Acids of Black Seed (*Nigella sativa* L.) 14
P. Rezvani Moghaddam - S.M. Seyyedi

Continue Content in Cover