Archive of SID

علوم باغبانی ایران
دورۀ ۴۶، شمارۀ ۳، پاییز ۱۳۹۴ (ص ۳۷۸-۳۶۷)

اثر محلول‌پاشی نیتروژن، بور و روی بر میزان اکسین، تشکیل و ریزش میوه در پرتقال تامسون ناول (*Citrus sinensis cv*. Thomson navel)

فاطمه سیدکلایی[1*]، حسین صادقی[2] و حسین مرادی[3]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیاران، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۳ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۶/۱۶)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر عناصر غذایی نیتروژن، بور و روی بر میزان اکسین و تشکیل میوه در پرتقال تامسون ناول، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایۀ طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل اوره در سه سطح (۰، ۳ و ۶ در هزار)، اسید بوریک در دو سطح (۰ و ۰/۵ در هزار) و سولفات روی در دو سطح (۰ و ۳ در هزار) بودند. تعداد گل، میوۀ اولیه، میوه‌چه بعد از ریزش خرداد و میوۀ نهایی شمارش شد. طول و قطر میوه، میزان اکسین منطقۀ ریزش و عملکرد اندازه‌گیری شد. مصرف عناصر غذایی اثر معناداری در افزایش تعداد گل، درصد تشکیل میوۀ اولیه و عملکرد داشتند. کمترین میزان ریزش میوۀ اولیه و نهایی در تیمار مصرف هم‌زمان اوره با غلظت ۶ در هزار و سولفات روی با غلظت ۳ در هزار به دست آمد. بالاترین درصد تشکیل میوه بعد از ریزش خرداد و اکسین، در تیمار اثر متقابل سولفات روی با غلظت ۳ در هزار و اسید بوریک با غلظت ۰/۵ در هزار حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: تشکیل میوۀ نهایی، ریزش خرداد، عناصر غذایی، مرکبات.

مقدمه

پرتقال تامسون ناول با نام علمی *Citrus sinensis cv* Thomson navel متعلق به خانوادۀ مرکبات است. مرکبات به‌طور تجاری در ۴۹ کشور جهان در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری پرورش می‌یابد. ایران نیز از مناطق مستعد کشت مرکبات است که در پنج دهۀ اخیر پیشرفت‌های زیادی در زمینۀ پرورش و تولید مرکبات داشته است، به‌طوری‌که از نظر تولید، مقام دوازدهم را در جهان به دست آورده است (Statistics food and agriculture organization of the united nations, 2011) میوۀ پرتقال بیشترین تولید باغی کشور را به خود اختصاص داده است (Statistics and Information Office of Agricultural Ministry, 2006). اغلب ناول‌ها از نوع پرتقال‌های بی‌دانه و متحمل به سرما هستند که در میان آن‌ها رقم تامسون ناول، رقمی پاکوتاه، نسبتاً مقاوم به سرما و همه‌سال‌آور و پرمحصول است (Fotouhi Ghazvini & Fattahi Moghaddam, 2006). پرتقال دو ناحیۀ ریزش دارد که اولین ناحیه بین شاخه و دم میوه و دومین ناحیه در قسمت کالیکس (ناحیۀ اتصال میوه به دم میوه) واقع شده است. طی ۸ هفتۀ اول نمو میوه، ریزش از ناحیۀ ریزش اول اتفاق می‌افتد. بعد از این زمان، ناحیۀ اول توانایی خود را برای ریزش از دست می‌دهد و میوه‌ها از قسمت کالیکس ریزش می‌کنند (Burns, 1997). سلول‌های منطقۀ ریزش تحت تغییرات آناتومیکی مختلفی قرار می‌گیرند که سبب ریزش میوه می‌شود. قبل از شروع ریزش، سوبرین، لیگنین و دانه‌های نشاسته در این سلول‌ها افزایش می‌یابد

* تلفن: ۰۹۱۲۳۶۵۴۶۹۲
E-mail: seedkolaifatemeh@yahoo.com
www.SID.ir

Archive of SID

(Goren, 1993). تقسیم سلولی در این قسمت افزایش می‌یابد و دیوارهٔ سلولی منطقهٔ ریزش ضخیم‌تر می‌شود. ضخیم‌شدن دیوارهٔ سلول بر اثر شکستن دیوارهٔ میانی به دنبال هیدراسیون اجزای دیوارهٔ سلولی است. با پیشرفت فرایند ریزش، دیوارهٔ اولیهٔ سلول تخریب می‌شود و درنهایت یک گسست در بین منطقهٔ ریزش توسعه می‌یابد که سبب جداشدن میوه از دم میوه می‌شود (Burns, 1998). پژوهش‌های انجام‌شده در گذشته اثبات کرده است که هورمون‌های گیاهی در فرایند ریزش میوه دخالت دارند. اکسین یکی از تنظیم‌کننده‌های مهم رشد گیاهی است که در مدیریت ریزش از آن استفاده شده است (Akhlaghi *et al*., 2008). به‌طور طبیعی اکسین ریزش میوه را در مرکباتی مانند پرتقال ایتالیایی به تأخیر می‌اندازد (Burns, 1997). پژوهش‌ها نشان می‌دهد اکسین طبیعی IAAآثار متفاوتی بر فرایند ریزش دارد، به‌طوری‌که در مرحله‌ای که اتیلن هنوز قادر به تحریک ریزش نیست، اکسین سبب تأخیر ریزش می‌شود؛ زیرا در این حال، اکسین افزایش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک را به تأخیر می‌اندازد (Goren, 1993). یکی از روش‌های تأمین نیاز غذایی گیاهان به عناصر معدنی، تغذیهٔ برگی است. در این روش، عناصر مورد نیاز گیاه به‌سرعت و با کارایی به‌نسبت زیادی در اختیار گیاه قرار می‌گیرند. کاهش مصرف کودهای شیمیایی و پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از آن نظیر آلودگی آب‌های زیرزمینی و تخریب ساختمان خاک از ویژگی‌های این روش کوددهی است. محلول‌پاشی، مکمل یا جایگزین روش خاکی است (Dadrasnia *et al*., 2010). در پژوهشی نشان داده شد که محلول‌پاشی ازت در بهار مؤثرتر از استفادهٔ آن در خاک است و سبب افزایش تشکیل دانه، میوه و عملکرد درختان میوهٔ چندساله ازجمله پرتقال رقم والنسیا می‌شود (Andrews, 2002). نیاز به ازت طی دورهٔ گل‌دهی و تشکیل میوه به بیشترین حد می‌رسد، بنابراین تأثیر محلول‌پاشی ازت بر تغذیهٔ گیاه در مقایسه با اضافه‌کردن به خاک بیشتر است. در اغلب موارد محلول‌پاشی تغذیه‌ای در بهار و در مواردی در تابستان انجام می‌شود (Cheng *et al*., 2004). نتایج پژوهش‌های متعدد نشان داده است که محلول‌پاشی اوره می‌تواند راه بسیار کارآمدی برای تأمین نیتروژن گیاه در زمان‌های خاص باشد و باید در برنامه‌های مدیریت تغذیه‌ای برای ذخیرهٔ حداقل قسمتی از نیتروژن مورد نیاز درخت در نظر گرفته شود (El-Otmani *et al*., 2002). محلول‌پاشی برگی ازت در گریپ‌فروت عامل افزایش درصد تشکیل میوه، تعداد گل، وزن و اندازهٔ میوه می‌شود (Bondada *et al*., 2006). Porlingis (1974) در پژوهش‌های خود به این نتیجه رسید که در طول دورهٔ ریزش جوانه‌های گل، کاهش مقدار نیتروژن در جوانه‌های گل دیده شده است که این کاهش قبل از ریزش مشاهده نشده است. زیادشدن میزان ازت در جوانه‌های گل سبب افزایش طول عمر تخمک، زمان گرده‌افشانی و تلقیح و سطح برگ در گریپ‌فروت می‌شود درنتیجه تعداد میوه‌ها بیشتر و نیز از نظر اندازه درشت‌تر شده بنابراین، عملکرد بیشتر می‌شود (Albrigo & Syvertsen, 2001). بور در جوانه‌زنی دانه‌گرده، تشکیل میوه و انتقال مواد فتوسنتزی به محل مصرف نقش اساسی ایفا می‌کند (Nyomora *et al*., 1997). در صورت کمبود بور، گل‌ها به‌دلیل اختلال در لقاح ریزش کرده یا میوه‌های کوچک‌تری تولید می‌کنند (Castr & Sotomayor, 1997). بور سبب شکل‌گیری پکتین دیوارهٔ سلولی، سنتز اسید مالیک، تقسیم سلولی، انتقال کربوهیدرات‌ها و آنزیم‌ها می‌شود (Salisbury & Ross, 1992). بور همچنین موجب انتقال آسان قندها در گیاهان می‌شود که علت آن ترکیب قند با بور است که می‌تواند سریع‌تر از قند ساده از غشای تراوای سلول عبور کند (Burns, 1998). یکی دیگر از عناصر غذایی پراهمیت و کم‌مصرف روی است. کمبود روی بعد از نیتروژن گسترده‌ترین ناهنجاری تغذیه‌ای در مرکبات است (Asadi Kngrshahi *et al*., 2012). از نشانه‌های مربوط به کمبود این عنصر در گیاهان می‌توان به کوچک‌شدن برگ‌های انتهایی، ریزش برگ‌ها، رشد جوانه‌های جانبی بر اثر از بین رفتن چیرگی انتهایی و نیز کاهش تعداد و اندازهٔ میوه به‌دلیل کمبود ساخت هورمون اکسین در شرایط کمبود عنصر روی اشاره کرد (Malakouti & Homai, 1995). به‌دلیل

www.SID.ir

Archive of SID

آهکی‌بودن خاک‌ها در شمال کشور، مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی همچنین مصرف بی‌رویهٔ کودهای فسفر و عدم مصرف کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف در گذشته، کمبود روی در خاک‌های این مناطق بسیار مشهود است و می‌توان انتظار داشت که کمبود روی از عوامل محدودکنندهٔ تولید باشد و مصرف آن در این منطقه برای افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول ضروری است (Asadi Kngrshahi *et al*., 2012). در این پژوهش اثر محلول‌پاشی ازت، بور و روی بر میزان اکسین در منطقهٔ کالیکس میوه‌ها، درصد تشکیل میوهٔ اولیه، درصد تشکیل میوه بعد از ریزش فیزیولوژیک تابستانه، درصد تشکیل میوهٔ نهایی، طول و قطر میوه‌ها و عملکرد در پرتقال تامسون ناول بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از بهمن ۱۳۹۱ تا دی ۱۳۹۲ در یک باغ مرکبات در شهرستان بابل با طول و عرض جغرافیایی به‌ترتیب ۴۲ °۵۲ و ۳۳ °۳۶ با ۱۲ تیمار و سه تکرار به‌صورت فاکتوریل بر پایهٔ طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳۶ درخت ۸ ساله پرتقال تامسون ناول با پایهٔ نارنج معمولی که از نظر شرایط زراعی یکنواخت بودند انجام شد. قبل از اجرای آزمایش، نمونه‌برداری و تجزیهٔ برگ‌های درختان صورت گرفت (جدول۱). تیمارهای آزمایش شامل نیتروژن (N) در سه سطح (۰، ۳ و ۶ در هزار) از منبع کود اوره، بور (B) در دو سطح (۰ و ۰/۵ در هزار) از منبع کود اسید بوریک و روی (Zn) در دو سطح (۰ و ۳درهزار) از منبع کود سولفات روی بود. محلول‌پاشی در دو مرحله شامل اسفندماه قبل از بازشدن جوانه‌های گل و خردادماه هم‌زمان با فندقی‌شدن میوه صورت گرفت. محلول‌پاشی به‌صورت مه‌پاش بر روی هر درخت انجام گرفت و برای جذب بهتر از سیتوویت[1] ۰/۰۵ درصد به عنوان مویان استفاده شد. مصرف سایر عناصر ضروری براساس توصیه کودی حاصل از تجزیهٔ برگی انجام شد. عملیات داشت شامل آبیاری، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز در طول مدت پژوهش برای تمامی تیمارها به‌طور یکسان انجام پذیرفت. بعد از محلول‌پاشی، در هر درخت ۴ شاخه با قطر تقریبی یکسان و با طول ۳۰ سانتی‌متر در ارتفاع میانی تاج در ۴ جهت جغرافیایی انتخاب شد.

تعداد گل، تعداد میوهٔ اولیه، تعداد میوه بعد از ریزش فیزیولوژیک و تعداد میوهٔ نهایی در آن‌ها شمارش و درصد تشکیل میوه با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (Bybordi & Malakouti, 2005; Akhlaghi Amiri *et al*., 2008):

$$\text{٪ تشکیل میوه} = \frac{\text{تعداد میوه شمارش شده}}{\text{تعداد گل شمارش شده}} \times ۱۰۰$$

طول و قطر میوه‌ها هنگام برداشت با استفاده از کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری شد همچنین در پایان فصل رشد میزان عملکرد هر درخت تعیین شد. به‌منظور اندازه‌گیری میزان اکسین، یک گرم بافت منطقهٔ اتصال میوه به دمگل هر تیمار در ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد جوشانده شد و پس از ساییدن از روی کاغذ صافی عبور داده شد و سپس مقدار یک میلی‌لیتر از عصاره‌های به‌دست‌آمده درون لوله آزمایش‌های جداگانه ریخته و ۲ میلی‌لیتر معرف سالکوفسکی[2] به هر لوله آزمایش اضافه شد. برای تهیهٔ معرف ابتدا محلول کلرید فریک ۰/۵ مولار تهیه شد سپس یک میلی‌لیتر از این محلول با ۵۰ میلی‌لیتر پرکلریک اسید ۳۵ درصد مخلوط و پس از هم زدن مخلوط، معرف سالکوفسکی آماده شد. سپس لوله‌ها به‌مدت ۱۵ دقیقه در بن‌ماری مدل F.A.G F.A.G INDUSTRIAL GROUP FAN AZMA GOSTAR ساخت ایران در دمای ۴۰ تا ۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفت تا واکنش کامل و حضور اکسین در عصاره با رنگ صورتی آشکار شد (Zamanzadeh *et al*., 2011). در پایان میزان جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۵۳۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل pc۱۸۰۰- UV اندازه‌گیری شد. مقدار IAA موجود در نمونه‌ها با استفاده از منحنی استاندارد در محدودهٔ صفر تا ۴۰ میلی‌گرم در لیتر محاسبه شد (شکل۱). برای رسم منحنی استاندارد از IAA خالص ساخت شرکت سیگما

1. Citoweet

2. Slkufeski

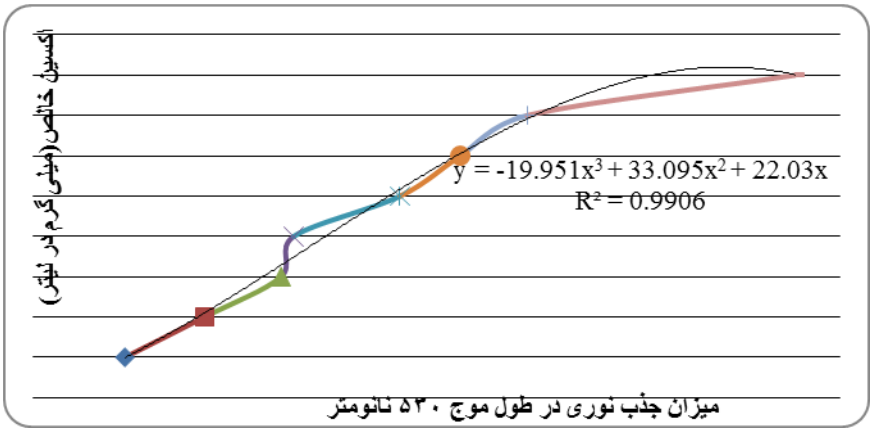
www.SID.ir

Archive of SID

- آلدریچ استفاده شد. کلیهٔ داده با کمک نرم‌افزارهای آماری SAS و MSTATC تجزیه و تحلیل آماری شدند. برای مقایسهٔ میانگین داده‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

جدول ۱. نتایج تجزیهٔ برگ درختان آزمایش‌شده

درصد					میلی‌گرم در کیلوگرم				
ازت	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	آهن	روی	منگنز	مس	بر
۲/۳	۰/۱۵	۱/۳	۱/۷	۰/۰۶	۲۰۴	۲۳/۱	۲۱/۲	۱۴/۳	۳۰/۶



شکل ۱. منحنی استاندارد IAA

نتایج و بحث

تعداد گل

براساس نتایج تجزیهٔ واریانس حاصل از این پژوهش، همهٔ آثار متقابل نیتروژن، بور و روی و آثار سادهٔ نیتروژن و روی بر تعداد گل در سطح احتمال ۱ درصد اثر معناداری داشتند، ولی اثر سادهٔ بور و اثر متقابل بورxروی بر تعداد گل معنادار نشدند (جدول۲). مقایسهٔ میانگین آثار متقابل نشان داد که مصرف هم‌زمان اوره با غلظت ۳ در هزار و سولفات روی با غلظت ۳ در هزار، بیشترین تأثیر را در افزایش تعداد گل داشت و در مقابل کمترین تعداد گل مربوط به تیمار شاهد بود (جدول‌های ۳ـ۶). که بیانگر اثر محلول‌پاشی عناصر غذایی فوق به‌خصوص نیتروژن در افزایش تعداد گل و جلوگیری از ریزش آن است. نتایج به‌دست‌آمده در این آزمایش با پژوهش‌های انجام‌شده توسط پژوهشگران زیر مطابقت دارند. فاکتورهای زیادی مانند کربوهیدرات‌ها، هورمون‌ها، دما، آب و مواد غذایی گل‌دهی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. همچنین عوامل محیطی و مدیریتی در تشکیل گل و میوه تأثیر می‌گذارند که در این میان نقش تغذیه با عناصری نظیر نیتروژن، بور و روی بسیار مهم است. محلول‌پاشی با کود کامل حاوی ۲۸۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن، ۶۰۵ میلی‌گرم در لیتر روی و ۴۷/۴ میلی‌گرم در لیتر بور موجب افزایش تعداد گل در گل‌آذین زیتون رقم روغنی محلی رودبار شد (Talaei *et al.*, 2002). به نظر می‌رسد افزایش تشکیل گل بر اثر محلول‌پاشی با عناصر غذایی نیتروژن، بور و روی به این دلیل است که هنگام گل‌دهی عناصر غذایی برگ‌ها به گل‌آذین‌های در حال رشد منتقل می‌شود و موجب تغییر آهنگ رقابت بین مصرف‌کنندگانی مانند برگ‌ها و گل‌ها به نفع گل‌ها می‌شود که درنتیجه موجب افزایش میزان تشکیل گل و درنهایت افزایش درصد تشکیل میوه در درختان زیتون رقم فرانتیو می‌شود (Cimato *et al.*, 1990). به‌دلیل نقش مهم عناصر غذایی مانند ازت، روی و بور در روند تشکیل گل، ریزش عمدهٔ گل‌ها در سیب درنتیجهٔ کمبود این عناصر غذایی است (Faust, 1989). تأمین نیاز مرکبات مانند رقم پرتقال ایتالیایی از نظر عناصر غذایی مانند نیتروژن و روی در زمان‌های بحرانی که گیاه نیاز

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتری به این عناصر دارد اهمیت خاصی دارد. یکی از این مراحل، مرحلهٔ متورم‌شدن جوانه‌ها و گل‌دهی است (Akhlaghi Amiri *et al*., 2008). کاربرد اوره در پرتقال واشنگتن ناول سبب افزایش تولید آمونیوم و سنتز اسیدآمینه آرژنین و انواع بیشتری از پلی‌آمین‌ها شده است که سبب توسعهٔ گل‌دهی اولیه و افزایش سرعت رشد تخمدان و به دنبال آن افزایش تقسیم سلولی و درنتیجه افزایش درصد تشکیل میوه می‌شود (Cheng *et al*., 2004; El-Otmani *et al*., 2002). در آزمایشی دیگر درختان پرتقال رقم واشنگتن ناول قبل از تشکیل گل با سولفات روی ۱ در هزار محلول‌پاشی شدند. نتایج نشان داد که با محلول‌پاشی سولفات روی، تعداد گل افزایش و ریزش گل نسبت به شاهد کاهش و تشکیل میوه افزایش یافت (Qin, 1996).

جدول ۲. نتایج تجزیهٔ واریانس اثر مقادیر مختلف نیتروژن، بور و روی بر صفات اندازه‌گیری شده

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	تعداد گل	تشکیل میوهٔ اولیه	تشکیل میوه بعد از ریزش فیزیولوژیک	تشکیل میوهٔ نهایی	میزان اکسین منطقهٔ اتصال میوه به دمگل	طول میوه	قطر میوه	عملکرد
نیتروژن	۲	۷۹۵۴/۰۸**	۱۴۲۹/۵۷**	۰/۱۸ns	۰/۲۳ns	۰/۳۲ns	۲/۶۲**	۴/۱۶**	۱۳۲/۱۷*
بور	۱	۴۲/۲۵ns	۱۶۶/۰۶**	۰/۶۵*	۰/۱۷ns	۴/۵۷**	۴/۶۲**	۳/۶۴**	۶۸۰/۳۴**
روی	۱	۱۶۰۰۲/۲۵**	۱۲۶۰/۷۲**	۱/۶۰**	۱/۲۳*	۱۵/۶۶**	۰/۹**	۱/۷۱**	۱۸۰**
نیتروژن × بور	۲	۲۸۱۶/۵۸**	۱۹۶/۷۴**	۰/۴۱ns	۰/۱۲ns	۱/۳۳*	۰/۰۵ns	۰/۱۵ns	۸۰*
نیتروژن × روی	۲	۲۹۱۶/۵۸**	۳۰/۵۸ns	۰/۷۹*	۱/۷۳**	۵/۴۷**	۰/۳۵*	۰/۳۳*	۴۱۳**
بور × روی	۱	۳۵۴/۶۹ns	۲۲/۹۱ns	۱/۷۱**	۰/۲۹ns	۲/۱۲**	۰/۴۲*	۱/۰۸**	۲۳۲/۵۶**
نیتروژن × بور × روی	۲	۱۷۶۳/۸۶**	۶۴/۸۶ *	۰/۱۴ns	۰/۵۱ns	۴/۲۸**	۰/۷۱**	۰/۸۰**	۷۱/۰۳*
خطا	۲۲	۲۷۷/۰۸	۱۸/۱۲	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۰۷	۰/۰۹	۶/۹۴
ضریب تغییرات		۶/۹۹	۷/۲۰	۱۳/۸۶	۱۷/۰۴	۷/۱۲	۳/۷۹	۴/۴۸	۴/۶۳

**، * و ns به‌ترتیب اختلاف معنادار در سطوح ۱ و ۵ درصد و نبود اختلاف معنادار. N_0: صفر، N_1: اوره ۳ در هزار، N_2: اوره ۶ در هزار، B_0: صفر، B_1: اسید بوریک ۰/۵ در هزار، Zn_0: صفر، Zn_1: سولفات روی ۳ در هزار)

جدول ۳. اثر متقابل مقادیر مختلف نیتروژن و بور بر صفات اندازه‌گیری شده

تیمارها	تعداد گل	میزان تشکیل میوهٔ اولیه (درصد)	میزان تشکیل میوه بعد از ریزش فیزیولوژیک (درصد)	میزان تشکیل میوهٔ نهایی (درصد)	میزان اکسین منطقهٔ اتصال میوه به دمگل (میلی‌گرم/گرم)	طول میوه (سانتی‌متر)	قطر میوه (سانتی‌متر)	عملکرد (کیلوگرم در درخت)
N_0B_0	۱۷۰d	۳۸/۶۰d	۲/۵۳b	۲/۲۱b	۴/۲۰c	۸/۲۳a	۸/۰۶a	۴۰/۵۰d
N_0B_1	۲۰۶/۶۶bc	۵۱/۷۲bc	۳/۲۷ab	۳/۰۹ab	۷/۳۲a	۷/۷۳ab	۷/۵۶b	۵۴/۶۶c
N_1B_0	۱۹۰/۶۶cd	۴۷/۶۳c	۳/۳۱ab	۲/۷۸ab	۵/۸۳b	۷/۶۰b	۷/۲۵bc	۵۹/۳۳b
N_1B_1	۲۲۰/۳۳bc	۵۱/۸۹bc	۳/۹۲a	۳/۵۱ a	۷/۶۹a	۶/۲۰c	۵/۷۶d	۶۹/۸۳a
N_2B_0	۲۷۷/۶۶a	۶۹/۲۲a	۲/۴۲b	۲/۱۸b	۶/۱۴b	۷/۳۳b	۷c	۴۳/۳۳d
N_2B_1	۲۳۶/۶۶b	۵۹/۹۵b	۳/۶۵a	۳/۳۱a	۷/۵۳a	۶/۴۳c	۶/۰۳d	۶۰b

* میانگین‌هایی که در هر ستون یک حرف مشترک دارند با هم اختلاف معناداری ندارند. *(N_0: صفر، N_1: اوره ۳ در هزار، N_2: اوره ۶ در هزار، B_0: صفر، B_1: اسید بوریک ۰/۵ در هزار، Zn_0: صفر، Zn_1: سولفات روی ۳ در هزار)

تشکیل میوهٔ اولیه

نتایج نشان داد آثار متقابل نیتروژن × بور و نیتروژن × بور × روی بر درصد تشکیل میوهٔ اولیه معنادار شدند، ولی آثار متقابل نیتروژن × روی و بور × روی اثر معناداری بر درصد تشکیل میوهٔ اولیه نداشتند (جدول۲). بیشترین درصد تشکیل میوهٔ اولیه مربوط به تیمار اثر متقابل اوره با غلظت ۶ در هزار و سولفات روی با غلظت ۳ در هزار به میزان ۷۹/۰۹ درصد و بعد از آن تیمار مصرف هم‌زمان اوره با غلظت ۶ در هزار، اسید بوریک با غلظت ۰/۵ در هزار و سولفات روی با غلظت ۳ در هزار و به میزان

www.SID.ir

Archive of SID

۷۸/۲۷ درصد بود؛ همچنین کمترین درصد تشکیل میوهٔ اولیه مربوط به تیمار شاهد با میزان ۳۸/۶۰ درصد بود (جدول‌های ۳ـ ۶). از دلایل افزایش درصد تشکیل میوهٔ اولیه بر اثر محلول‌پاشی عناصر غذایی نیتروژن، بور و روی می‌توان به نقش این عناصر در حفاظت محصول در مقابل دمای زیاد هنگام گرده‌افشانی و لقاح از طریق افزایش طول عمر تخمک و نیز ممانعت از ریزش گل‌ها نسبت داد. استفاده از محلول‌پاشی نیتروژن، بور و روی برای بهبود تشکیل میوه در درختان مختلف، بیانگر نقش این عناصر در روند تشکیل میوه و کاهش ریزش دارد (Jackson & Sweet, 1972). تغذیهٔ برگی با عناصر غذایی مانند اوره، انتقال نیتروژن از برگ‌ها به گل‌آذین‌ها و گل‌ها و میوه‌های در حال رشد را برمی‌انگیزد، درنتیجه موجب افزایش تشکیل و بقای میوه‌ها در نارنگی رقم کلمانتین شد (El-Otmani *et al*., 2002). همچنین محلول‌پاشی اوره با تأثیر بر سنتز برخی فاکتورهای رشد مثل پلی‌آمین‌ها می‌تواند در کاهش ریزش و افزایش تشکیل میوهٔ مرکبات رقم پرتقال شیرین مؤثر باشد (Huchche, 2001). محلول‌پاشی بور با غلظت ۵ هزار میلی‌گرم در کیلوگرم در اول بهارهای سرد که دما به‌نسبت پایین است تشکیل میوه در آلوی ایتالیایی را ۳۲درصد افزایش داد (Nancy *et al*., 1978). اهمیت روی نیز به‌علت نقشی است که این عنصر در تولید هورمون اکسین دارد. تولید این هورمون موجب کاهش ریزش و افزایش تعداد میوه در درخت می‌شود (Malakouti & Homai, 1995). Taheri (2009) اثر محلول‌پاشی کودهای اوره، اسید بوریک و سولفات روی هر یک با غلظت ۵ در هزار را بر روی درختان زیتون رقم زرد به‌تنهایی و در ترکیب با یکدیگر بررسی کرد نتایج نشان داد محلول‌پاشی این عناصر تأثیر معناداری در افزایش تشکیل میوهٔ اولیه داشتند، ولی محلول‌پاشی اوره با غلظت ۵ در هزار بیشترین تأثیر را در افزایش تشکیل میوهٔ اولیه به میزان ۶۲ درصد نسبت به شاهد داشت.

جدول ۴. اثر متقابل مقادیر مختلف نیتروژن و روی بر صفات اندازه‌گیری شده

تیمارها	تعداد گل	میزان تشکیل میوهٔ اولیه (درصد)	میزان تشکیل میوه بعد از ریزش فیزیولوژیک (درصد)	میزان تشکیل میوهٔ نهایی (درصد)	میزان اکسین منطقهٔ اتصال میوه به دمگل (میلی‌گرم/گرم)	طول میوه (سانتی‌متر)	قطر میوه (سانتی‌متر)	عملکرد (کیلوگرم در درخت)
N_0Zn_0	۱۷۰c	۳۸/۶۰d	۲/۵۳cd	۲/۲۱b	۴/۲۰c	۸/۲۳a	۸/۰۶a	۴۰/۵۰d
N_0Zn_1	۲۱۶/۶۶b	۵۵/۶۲c	۳/۷۲ a	۳/۵a	۸/۰۴a	۷/۷۶b	۷/۳۶b	۶۲/۸۳a
N_1Zn_0	۱۹۰/۶۶bc	۴۷/۶۳c	۳/۰۴bcd	۲/۳۵b	۵/۸۳b	۷/۶۰bc	۷/۲۵b	۵۹/۳۳ab
N_1Zn_1	۲۹۵a	۵۱/۴۷c	۳/۳۱ab	۳/۳۰a	۷/۹۰a	۶/۸۳e	۶/۰۳d	۵۲c
N_2Zn_0	۲۷۷/۶۶a	۶۹/۲۲b	۲/۴۲d	۲/۱۸b	۶/۲۱b	۷/۳۳cd	۷bc	۴۳/۳۳d
N_2Zn_1	۲۷۲a	۷۹/۰۹a	۳/۱۷abc	۳/۰۶ab	۷/۰۱a	۶/۹۶de	۶/۵۶cd	۵۷b

* میانگین‌هایی که در هر ستون یک حرف مشترک دارند با هم اختلاف معناداری ندارند. *(N_0: صفر، N_1: اوره ۳ در هزار، N_2: اوره ۶ در هزار، B_0: صفر، B_1: اسید بوریک ۰/۵ در هزار، Zn_0: صفر، Zn_1: سولفات روی ۳ در هزار)

جدول ۵. اثر متقابل مقادیر مختلف بور و روی بر صفات اندازه‌گیری شده

تیمارها	تعداد گل	میزان تشکیل میوهٔ اولیه (درصد)	میزان تشکیل میوه بعد از ریزش فیزیولوژیک (درصد)	میزان تشکیل میوهٔ نهایی (درصد)	میزان اکسین منطقهٔ اتصال میوه به دمگل (میلی‌گرم/گرم)	طول میوه (سانتی‌متر)	قطر میوه (سانتی‌متر)	عملکرد (کیلوگرم در درخت)
B_0Zn_0	۱۷۰c	۳۸/۶۰c	۲/۵۳b	۲/۲۱b	۴/۲c	۸/۲۳a	۸/۰۶a	۴۰/۵۰c
B_0Zn_1	۲۱۶/۶۶b	۵۵/۶۲ab	۳/۷۲a	۳/۵۰a	۷/۹۰a	۷/۷۶b	۷/۳۶b	۶۲/۸۳a
B_1Zn_0	۲۰۶/۶۶b	۵۱/۷۲b	۳/۰۶ab	۲/۹۳ab	۶/۱۴b	۷/۷۳b	۷/۵۶b	۵۴/۶۶b
B_1Zn_1	۲۵۰a	۶۱/۱۹a	۳/۲۷ab	۳/۰۹a	۸/۱۵a	۶/۸۰c	۶/۶۳c	۵۵/۶۶b

* میانگین‌هایی که در هر ستون یک حرف مشترک دارند با هم اختلاف معناداری ندارند. *(N_0: صفر، N_1: اوره ۳ در هزار، N_2: اوره ۶ در هزار، B_0: صفر، B_1: اسید بوریک ۰/۵ در هزار، Zn_0: صفر، Zn_1: سولفات روی ۳ در هزار)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۶. اثر متقابل مقادیر مختلف نیتروژن، بور و روی بر صفات اندازه‌گیری شده

تیمارها	تعداد گل	میزان تشکیل میوهٔ اولیه (درصد)	میزان تشکیل میوه بعد از ریزش فیزیولوژیک (درصد)	میزان تشکیل میوهٔ نهایی (درصد)	میزان اکسین منطقهٔ اتصال میوه به دمگل (میلی‌گرم/گرم)	طول میوه (سانتی‌متر)	قطر میوه (سانتی‌متر)	عملکرد (کیلوگرم در درخت)
$N_0B_0ZN_0$	۱۷۰g	۳۸/۶۰g	۲/۴۲d	۲/۱۸d	۴/۲d	۸/۲۳a	۸/۰۶a	۴۰/۵۰f
$N_0B_0ZN_1$	۲۱۶/۶۶def	۵۵/۶۲de	۳/۶۶ab	۳/۳۹ab	۷/۹a	۷/۷۶b	۷/۳۶bc	۶۲/۸۳b
$N_0B_1ZN_0$	۲۰۶/۶۶ef	۵۱/۷۲ef	۳/۲۷abc	۲/۹۳abcd	۶/۱۴c	۷/۷۳b	۷/۵۶ab	۵۴/۶۶de
$N_0B_1ZN_1$	۲۵۰bc	۶۱/۱۹cd	۳/۹۰a	۳/۳۱ab	۸/۱۵a	۶/۸۰def	۶/۶۳de	۵۵/۶۶cde
$N_1B_0ZN_0$	۱۹۰/۶۶fg	۴۷/۶۳f	۳/۱۷abcd	۲/۷۸bcd	۵/۸۳c	۷/۶۰b	۷/۲۵bc	۵۹/۳۳bc
$N_1B_0ZN_1$	۲۹۵a	۵۱/۴۷ef	۳/۰۴bcd	۳/۰۹abc	۷/۵۳ab	۶/۸۳de	۶/۰۳gh	۵۲e
$N_1B_1ZN_0$	۲۲۰/۳۳de	۵۱/۸۹ef	۳/۰۶bcd	۳/۰۴abc	۷/۳۲ab	۶/۲۰g	۵/۷۶h	۶۹/۸۳a
$N_1B_1ZN_1$	۲۵۹/۶۶bc	۶۴/۳۸bc	۳/۲۱abc	۳/۱۳abc	۷/۷۸ab	۶/۹۰cd	۶/۳۶efg	۵۹bcd
$N_2B_0ZN_0$	۲۷۷/۶۶ab	۶۹/۲۲b	۲/۵۳cd	۲/۳۵cd	۷/۰۱b	۷/۳۳bc	۷cd	۴۳/۳۳f
$N_2B_0ZN_1$	۲۷۲ab	۷۹/۰۹a	۳/۳۱ab	۳/۶۳a	۸/۰۶a	۶/۹۶cd	۶/۵۶def	۵۷cd
$N_2B_1ZN_0$	۲۳۶/۶۶cd	۵۹/۹۵cd	۳/۶۵ab	۳/۰۲abc	۷/۶۹ab	۶/۴۳efg	۶/۰۳gh	۶۰bc
$N_2B_1ZN_1$	۲۶۱/۶۶bc	۷۸/۲۷ a	۳/۵۶ab	۳/۳ab	۷/۷۳ab	۶/۳۶fg	۶/۱۰fgh	۶۸a

* میانگین‌هایی که در هر ستون یک حرف مشترک دارند با هم اختلاف معناداری ندارند. *(N_0: صفر، N_1: اوره ۳ در هزار، N_2: اوره ۶ در هزار، B_0: صفر، B_1: اسید بوریک ۰/۵ در هزار، Zn_0: صفر، Zn_1: سولفات روی ۳ در هزار)

تشکیل میوه بعد از ریزش فیزیولوژیک (ریزش خرداد)

نتایج تجزیهٔ آماری این آزمایش نشان داد آثار متقابل نیتروژن × روی و بور × روی بر درصد تشکیل میوه بعد از ریزش خرداد (ریزش فیزیولوژیک) معنادار شدند (جدول۲). در بررسی آثار متقابل دوگانهٔ عناصر غذایی، تیمار مصرف هم‌زمان اوره با غلظت ۳ در هزار و اسید بوریک با غلظت ۰/۵ در هزار بیشترین درصد تشکیل میوه بعد از ریزش خرداد (ریزش فیزیولوژیک) و به میزان ۳/۹۲ درصد را دارد (جدول‌های ۳ـ ۵). نتایج مقایسهٔ میانگین‌های حاصل از برهمکنش نیتروژن × بور × روی بیانگر آن است که مصرف هم‌زمان اسید بوریک ۰/۵ در هزار، سولفات روی ۳ در هزار و اوره صفر بیشترین درصد تشکیل میوه بعد از ریزش خرداد به میزان ۳/۹۰ درصد را داشته است. کمترین درصد تشکیل میوه بعد از ریزش خرداد نیز مربوط به تیمار شاهد و به میزان ۲/۴۲ درصد است (جدول۶). مرحلهٔ دوم ریزش میوه‌ها که به آن ریزش فیزیولوژیک نیز گفته می‌شود به‌دلیل رقابت بر سر مواد غذایی اتفاق می‌افتد و عواملی نظیر نبود تعادل هورمونی و محدودبودن عناصر و مواد غذایی موجب افزایش درصد این ریزش و درنتیجه کاهش تشکیل میوه در این مرحله می‌شود (Agens *et al.*, 1997). نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش با یافته‌های پژوهشگران زیر همسو است. بور عنصری است که نقش آن در متابولیسم و انتقال کربوهیدرات‌ها و هورمون‌ها شناخته شده است و تغذیه با بور برای داشتن بیشترین میزان تشکیل و بقای میوه مورد نیاز است. عنصر روی نیز بخشی از آنزیم کربونیک آنهیداز است و در تمام بافت‌های فتوسنتزی نقش دارد درنتیجه وجود این عنصر نیز در تشکیل و بقای میوه‌ها لازم و ضروری است (Marschner, 1995). محلول‌پاشی هم‌زمان اسید بوریک و سولفات روی به‌ترتیب با غلظت‌های ۲ و ۵ در هزار، درصد تشکیل میوه را در بادام رقم شاهرودی نسبت به تیمار شاهد افزایش داده است (Vezvai *et al.*, 2002). همچنین Qin (1996) طی پژوهشی بیان کرد که محلول‌پاشی بور و روی در پرتقال رقم واشنگتن ناول رشد لوله‌گرده، تشکیل میوه و میزان محصول را به میزان قابل توجهی افزایش داد. Castr & Sotomayor (1997) گزارش کردند ترکیب بور و روی با هم به‌صورت محلول‌پاشی در بادام درختی، موجب افزایش میزان تشکیل میوه می‌شود. Bybordi & Malakouti (2006) بیان کردند محلول‌پاشی ازت، بور

www.SID.ir

Archive of SID

و روی به‌ترتیب با غلظت‌های ۵، ۲ و ۴ در هزار موجب افزایش تشکیل میوه در بادام رقم آذر شد. محلول‌پاشی با عناصر روی و بور و مخلوط آن‌ها با غلظت ۵ در هزار موجب کاهش ریزش و افزایش تشکیل میوه نسبت به شاهد در گلابی آسیایی شد (Khoshghalb *et al*., 2012).

تشکیل میوهٔ نهایی

تجزیهٔ واریانس داده‌ها نشان داد که درصد تشکیل میوهٔ نهایی در سطوح اثر ساده روی و اثر متقابل نیتروژن × روی معنادار ولی در سطوح دیگر معنادار نشد (جدول۲). مقایسهٔ میانگین آثار متقابل دوگانه نشان می‌دهد که تیمار اوره با غلظت ۳ در هزار و اسید بوریک با غلظت ۰/۵ در هزار بالاترین درصد تشکیل میوهٔ نهایی با میزان ۳/۵۱ درصد را داشته است و کمترین میزان مربوط به تیمار برهمکنش اوره با غلظت ۶ در هزار و اسید بوریک صفر با میزان ۲/۱۸ درصد است (جدول‌های ۳ـ ۵). بالاترین درصد تشکیل میوهٔ نهایی بر اثر متقابل نیتروژن × بور × روی نیز مربوط به تیمار کاربرد هم‌زمان اوره با غلظت ۶ در هزار، اسید بوریک صفر و سولفات روی با غلظت ۳ در هزار با میزان ۳/۶۳ درصد است (جدول۶). به نظر می‌رسد در این پژوهش محلول‌پاشی عناصر غذایی نیتروژن، بور و روی با تأثیر مثبت بر فرایند فتوسنتز و تعادل هورمونی در درختان موجب افزایش بقا و تشکیل میوهٔ نهایی شده است. نتایج این پژوهش مطابق با یافته‌های پژوهشگران زیر است (Ahmad & Abbdel, 1995) گزارش کردند که محلول‌پاشی عناصر غذایی نیتروژن، بور و روی در پرتقال واشنگتن ناول، موجب افزایش تشکیل میوهٔ نهایی شد. Salem (1996) طی پژوهشی اعلام کرد با کاربرد هم‌زمان اوره و سولفات روی درصد تشکیل میوهٔ نهایی به‌طور معناداری در نارنگی رقم انشو افزایش یافت. Andrews (2002) نیز گزارش کرد محلول‌پاشی هم‌زمان نیتروژن با غلظت ۵ در هزار و عناصر ریزمغذی بور و روی هر کدام با غلظت ۶ در هزار در درختان پرتقال واشنگتن ناول موجب افزایش تشکیل میوه و کاهش ریزش شده است. همچنین Taheri (2009) در مطالعات خود در رابطه با محلول‌پاشی نیتروژن، بور و روی بر زیتون رقم زرد محلی اعلام کرد که محلول‌پاشی با عناصر غذایی فوق قبل از گل‌دهی موجب افزایش درصد تشکیل میوه شد. Talaie *et al.* (2002) کاربرد تغذیهٔ برگی اوره، اسید بوریک و سولفات روی با غلظت ۰/۵ درصد بر روی درختان زیتون رقم روغنی محلی رودبار به‌تنهایی و در ترکیب با یکدیگر را یک هفته قبل از گل‌دهی مطالعه کردند و مشخص شد محلول‌پاشی این عناصر موجب افزایش معنادار تشکیل میوهٔ نهایی و کاهش ریزش شد. همچنین محلول‌پاشی درختان بادام رقم مونو با سولفات روی با غلظت ۷۵ میلی‌گرم در لیتر روی موجب کاهش ریزش میوه و بهبود کیفیت میوه شد (Nyomora & Brown, 1997). Morshedi (2001) گزارش کرد که با کاربرد اوره، اسید بوریک و سولفات روی هر یک با غلظت ۵ در هزار، میزان تشکیل میوه در انگور رقم سیاه افزایش یافت و تیمارهای حاوی روی در مقایسه با تیمارهای حاوی بور بیشترین درصد تشکیل میوه را موجب شدند. همچنین Dolatibaneh & Taheri (2009) گزارش کردند که محلول‌پاشی درختان انگور رقم بی‌دانهٔ سفید با عناصر نیتروژن، بور و روی تأثیر مثبتی بر درصد تشکیل میوهٔ نهایی داشته است که در این بین نقش عنصر روی بیشتر از باقی عناصر بوده است.

میزان اکسین

با توجه به جدول تجزیهٔ واریانس به‌جز اثر سادهٔ نیتروژن، در باقی موارد آثار ساده و متقابل بر میزان اکسین در منطقهٔ اتصال میوه به دمگل معنادار شدند (جدول۲). مقایسهٔ میانگین آثار متقابل دوگانه و سه‌گانهٔ نیتروژن، بور و روی نشان داد که تیمارهای مصرف هم‌زمان اسید بوریک با غلظت ۰/۵ در هزار و سولفات روی با غلظت ۳ در هزار به میزان ۸/۱۵ میلی‌گرم بر گرم و کاربرد هم‌زمان نیتروژن با غلظت ۶ در هزار و سولفات روی با غلظت ۳ در هزار با میزان ۸/۰۶ میلی‌گرم بر گرم بیشترین میزان اکسین در منطقهٔ اتصال میوه به دمگل را دارند (جدول‌های ۳ـ ۶) که بیانگر تأثیر عناصر غذایی استفاده‌شده در این آزمایش به‌تنهایی و به‌صورت کاربرد مخلوط با یکدیگر

www.SID.ir

Archive of SID

در افزایش میزان اکسین و درنتیجه کاهش ریزش و افزایش درصد تشکیل میوه است. در این پژوهش تیمارهایی که بالاترین میزان اکسین در منطقهٔ اتصال میوه به دمگل را دارند دارای بیشترین میزان تشکیل میوه هستند. نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش با یافته‌های پژوهشگران زیر مطابقت دارد. برخی از عناصر علاوه بر نقشی که در تغذیهٔ درختان دارند با تأثیر بر چرخهٔ تولید اکسین، از ریزش میوه‌ها در درختانی مانند زیتون رقم زرد محلی به‌طور قابل توجهی جلوگیری می‌کنند. از میان این عناصر می‌توان به نیتروژن، بور و روی اشاره کرد (Taheri , 2009). به‌طورکلی، غلظت اکسین باید در منطقهٔ ریزش میوهٔ مرکبات از یک آستانهٔ مشخص پایین‌تر بیاید تا اتیلن بتواند ریزش را تسریع کند (Burns, 1998). عناصر غذایی مانند روی در سنتز تریپتوفان که پیش‌مادهٔ سنتز اکسین است نقش دارد و به‌دلیل نقش این عنصر در افزایش تولید اکسین، در کاهش ریزش بسیار مؤثر است و تغذیهٔ مناسب با عنصر روی برای بالابردن میزان اکسین در گیاه و کاهش ریزش حیاتی است بنابراین، به دلایل فوق عنصر روی می‌تواند درصد تشکیل میوه را افزایش دهد (Caster & Sotomayor, 1997). Akhlaghi Amiri *et al.* (2008) در پژوهشی تأثیر تیمارهای مختلف کودی همراه با 2.4-D را بر روی پرتقال ایتالیایی بررسی کردند و نتیجه گرفتند که ترکیب کودی سولفات روی به همراه 2.4-D تأثیر معناداری در افزایش میزان اکسین در منطقهٔ ریزش میوه‌ها داشته است و موجب کاهش ریزش در این میوه‌ها شده است. عنصر بور از طریق مشارکت در تشکیل پکتین دیوارهٔ سلولی، سنتز اسیدهای نوکلئیک و انتقال کربوهیدرات‌ها از طریق تشکیل کمپلکس قند- بور و نیز جلوگیری از فعالیت آنزیم IAA اکسیداز و درنتیجه بقای میزان اکسین در گیاهان مختلف، میزان ریزش را کاهش و تشکیل میوه را افزایش می‌دهد (Marschner, 1995).

طول و قطر میوه

تجزیهٔ واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تمامی سطوح ساده و متقابل به‌جز اثر متقابل نیتروژن × بور، بر طول و قطر میوه‌ها معنادار شدند (جدول۲). نتایج نشان داد با افزایش غلظت عناصر غذایی، طول و قطر میوه‌ها به‌طور معناداری کاهش یافت. مقایسهٔ میانگین آثار متقابل سطوح نیتروژن، بور و روی نشان داد تیمار شاهد دارای بیشترین میزان طول و قطر نسبت به تیمارهای دیگر به‌ترتیب با میزان ۸/۲۳ و۸/۰۶ سانتی‌متر و تیمار مصرف هم‌زمان اوره با غلظت ۳ در هزار و اسید بوریک با غلظت ۰/۵ در هزار دارای کمترین میزان طول و قطر میوه‌ها به‌ترتیب به میزان ۶/۲۰ و ۵/۷۶ سانتی‌متر بوده‌اند (جدول‌های ۳ـ ۶). نتایج حاصل از این پژوهش بیانگر آن است که کاربرد عناصر غذایی نیتروژن، بور و روی با اثری که بر افزایش تشکیل میوه و کاهش ریزش داشتند موجب کاهش اندازهٔ میوه‌ها شدند. نتایج به‌دست‌آمده در رابطه با این صفات با یافته‌های Bybordi & Malakouti (2006) در میوهٔ بادام مطابقت دارد. آن‌ها در پژوهش‌های خود بیان کردند که محلول‌پاشی عناصر غذایی اوره و اسید بوریک هر یک با غلظت ۵ در هزار بر طول و قطر میوه در بادام رقم آذر تأثیر معناداری را در سطح احتمال ۱ درصد داشته است. روی از عناصر ریزمغذی است که برای تشکیل و تولید میوهٔ مناسب با اندازهٔ مطلوب آن موردنیاز است (Caster *et al.*,1997). Ahmad & Abbdel (1995) گزارش کردند محلول‌پاشی هم‌زمان اوره با غلظت ۰/۵ درصد و سولفات روی با غلظت ۰/۴ درصد در پرتقال واشنگتن ناول بر طول و قطر میوه‌ها اثر معناداری داشته است. همچنین نتایج این آزمایش با یافته‌های پژوهشگران زیر مغایرت دارد. Vezvai *et al.* (2002) طی پژوهشی بیان کردند محلول‌پاشی هم‌زمان اسید بوریک با غلظت ۱ در هزار و سولفات روی با غلظت ۵ در هزار بر روی درختان بادام رقم شاهرودی، بیشترین تأثیر را در افزایش طول میوه‌ها داشته است. همچنین این پژوهشگر گزارش کرد تیمار سولفات روی با غلظت ۵ در هزار بیشترین میزان قطر میوه را داشته است که بیانگر اثر این دو عنصر در افزایش اندازهٔ میوه است. Qin (1996) گزارش کرد که محلول‌پاشی بور در پرتقال رقم واشنگتن ناول سبب افزایش در قطر میوه‌ها نسبت به شاهد شده است. با محلول‌پاشی

www.SID.ir

Archive of SID

سولفات روی با غلظت ۲ در هزار بر روی پرتقال سانگین، بیشترین قطر متوسط میوه و به میزان ۸۲/۸ میلی‌متر حاصل شد (Asadi Kngrshahi *et al*., 2012).

عملکرد

براساس نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش همهٔ آثار ساده و متقابل عناصر غذایی نیتروژن، بور و روی بر عملکرد میوه معنادار شد (جدول۲). در مقایسهٔ میانگین آثار متقابل غلظت‌های مختلف عناصر غذایی مصرف‌شده در این پژوهش، تیمار مصرف هم‌زمان اوره با غلظت ۳ در هزار و اسید بوریک با غلظت ۰/۵ در هزار و به میزان ۶۹/۸۳ کیلوگرم در درخت، بیشترین میزان عملکرد را ایجاد کرد و پس از آن تیمار مصرف هم‌زمان اوره با غلظت ۶ در هزار، اسید بوریک با غلظت ۰/۵ در هزار و سولفات روی با غلظت ۳ در هزار و با میزان عملکرد ۶۸ کیلو گرم در درخت، قرار گرفت (جدول‌های ۳ـ۶). نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی با عناصر غذایی نیتروژن، بور و روی با تأثیر مثبتی که در جلوگیری از ریزش و افزایش تشکیل میوه‌ها در مراحل مختلف فنولوژیکی به‌خصوص مرحلهٔ تشکیل میوهٔ نهایی داشتند موجب افزایش عملکرد شدند به‌طوری‌که با افزایش درصد تشکیل میوه در درختان، عملکرد نیز به‌طور محسوسی افزایش یافت. این نتیجهٔ به‌دست‌آمده مطابق با یافته‌های پژوهشگران زیر است. Ranjbar & Eshghi (2013) در پژوهشی اثر کاربرد ترکیب کودی نیتروژن، روی و بور را بر تشکیل میوه و عملکرد میوهٔ انگور رقم سیاه سمرقندی بررسی کردند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد با محلول‌پاشی ترکیب کودی اوره، سولفات روی و اسیدبوریک به‌ترتیب با غلظت‌های ۴،۳ و ۱ گرم در لیتر به دست آمد. همچنین محلول‌پاشی ترکیب کودی سولفات روی با غلظت ۰/۵ درصد و اوره با غلظت ۱ درصد به همراه 2.4-D بر روی درختان پرتقال رقم ایتالیایی موجب کاهش ۶۰ درصدی ریزش میوه‌ها نسبت به شاهد و درنتیجه افزایش عملکرد در این درختان شدند (Akhlaghi Amiri *et al*., 2008). مصرف سولفات روی به‌صورت محلول‌پاشی با غلظت‌های ۲ و ۳ در هزار تأثیر معناداری در افزایش عملکرد میوه نسبت به شاهد در پرتقال رقم سانگین داشته است (Asadi Kngrshahi *et al*., 2012). براساس گزارش Salem (1996) کاربرد عناصر غذایی روی و نیتروژن موجب افزایش تعداد میوه، افزایش میزان محصول و عملکرد در نارنگی رقم توسرخ شده است.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج این پژوهش محلول‌پاشی عناصر غذایی نیتروژن، بور و به‌خصوص روی با تأثیر بر افزایش میزان اکسین در منطقه کالیکس میوه‌ها موجب کاهش ریزش و درنتیجه افزایش تشکیل میوه در هر سه مرحلهٔ تشکیل میوهٔ اولیه، تشکیل میوهٔ بعد از ریزش خرداد و تشکیل میوهٔ نهایی و درنتیجه افزایش عملکرد در پرتقال تامسون ناول شدند. بیشترین درصد تشکیل میوهٔ اولیه، میوهٔ بعد از ریزش خرداد و میوهٔ نهایی مربوط به تیمارهایی بوده که بیشترین میزان اکسین را داشتند. محلول‌پاشی عناصر غذایی نیتروژن، بور و روی بر میزان طول و قطر میوه‌ها نیز اثر معناداری داشتند.

REFERENCES

1. Agens, M., Nyomora, S., Patrik, S. & Brown, H. (1997). Fall foliar applied boron increase boron and mut set of almond. *Journal of American Society for Horticultural Scienc*e, 122(3), 405-410.
2. Ahmad, M. & Abbdel, F.M. (1995). Effect of urea, some micronutrients and growth-regulatorsfoliar spray on the yield, fruit quality, and some vegetative characteristics of 'Washington Navel' organe trees. *HortScience*, 30, 774-780.
3. Akhlaghi Amiri, N., Arzani, K., Malakouti, M.J. & Barzegar, M. (2008). Investigation of pre harvest drop and its relation with auxin content in abscission zone of Italian orange fruit(*Citrus sinensis* cv. Italian), *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 15 (5), 77-86. (in Farsi)
4. Albrigo, L. G. & Syvertsen, J. P. (2001). What about foliar N P K on citrus? *Fluid Journal*, 9(3), 8-11
5. Andrews, P.K. (2002). How foliar – applied nutrients affect stresses in perennial fruit plants. *International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants*, 31, 246.

www.SID.ir

Archive of SID

6. Asadi Kangarshahi, A., Akhlaghi Amiri, N. & Malakouti, M. J. (2012). Effect of 4 years using of zinc sulfate on yield and quality of Sangin orange (*Citrus sinensis*), *Iranian Journal of Soil and Water Science*s, 42(1), 77-86. (in Farsi)
7. Bybordi, A. &Malakouti, M. J. (2005). Effects of foliar applications of nitrogen, boron, and zinc on fruit set and the some quality of almonds, *Journal of Research andDevelopmentinAgriculture andHorticulture*, 68, 32-40. (in Farsi)
8. Bondada, B., Petracek, P. D., Syvertsen, J. P. & Albrigo, L. G. (2006). Cuticular penetration characteristic of urea in citrus leaves. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81(2), 219-224.
9. Burns, J. K. (1997). Citrus fruit abscission. *Citrus flowering and fruiting short courses*, *Citrus Research and Education Center*, Lake Alfred. pp: 130-136.
10. Burns, J. K. (1998). Abscission in citrus fruit, leaves and flowers: physiology, molecular biology andpossible points of control. Proceeding of the citrus abscission workshop, *Citrus Research and Education Center*, Lake Alfred. 28-36.
11. Castr, J. & Sotomayor, C. (1997). The influence of boron and zinc sprays bloomtime on almond fruit set. *Acta Horticulturae*, 7, 402-405.
12. Cheng, L., Fengwang, M. & Ranwala, D. (2004). Nitrogen storage and its interaction with carbohydrates of young apple trees in response to nitrogen supply. *Tree Physiology Journal*, 2, 91-98.
13. Cimato, A., Maranci, M. & Tattini, M. (1990). The use if foliar fertilization to modify sinks competition and to increase yield in olive (*Olea europaea* L.) cv Frantoio. *Acta Hirticulturae*, 286, 175-178.
14. Dadrasnia, A., Forghan, A., Moradi, F. & Fifaei, R. (2010). Effect offoliarurea onthe properties of Thompson navel orange. *Journal of Best Crops Agriculture*, 11(2), 41-47. (in Farsi)
15. Dolatibaneh, H. & Taheri, M. (2009). Effects of foliar application of nutrient elements on fruit set and quantitative and qualitative traits of Keshmeshi grape cultivar. *Journal of Seed and Seedling*, 2(25), 103-115. (in Farsi)
16. El-Otmani, M., Oubahou, A. A., Zahra, F. & Lovatt, C. J. (2002). Effect of foliar urea as an N source in substainable citrus production systems. *International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants*, Merani, Italy. Pp. 32-34.
17. Faust, M. (1989). *Physiology of temprate zone fruit Trees*. Wiley, New York.
18. FotouhiGhazvini, R. & FattahiMoghaddam, J. (2006). *Citrus growing in Iran.* Gilan University Publications. 305. (in Farsi)
19. Food and agriculture organization of the United Nations statistical Yearbook. (2011). Rome. Italy.
20. Goren, R. (1993). Anatomical, physiological and hormonal aspects of abscission in citrus. P145-182, In: Janick, J. (eds.), *Horticultural Review*, vol.15, AVI Publishing Company.
21. Huchche, A.D. (2001). *Nature and management of citrus fruit drop*. P287-294, In: Singh, S., S.A.M.H. Naqvi (eds.), Citrus, International Book Distributing Company, India.
22. Jackson, D.I. & Sweet, G.B. (1972). Flower initiation in temperate woody plants. *Horticultural Abstracts* 42, 9-25.
23. Khoshghalb, H., Arzani, K., Malakouti, M. J. & Barzegar, M. (2012). Effect of foliar application ofcalcium, zinc and boronon growth before harvesting and content of sugars, nutrients and som equantitative and qualitative traits in varieties of Asian pear, *Journal of Horticultural Sciences*, 44(2), 149-159. (in Farsi)
24. Malakouti, M. J. & Homai, M. (1995). *Soil fertilitesindry areas*. Tarbiat Moddarres University Publications, Tehran. 483. (in Farsi)
25. Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press. London, 123 p.
26. Morshedi, A. (2001). Effects of nitrogen, boron and zinc spray on grapevine fruit set. In Proceedings *of the 7th Iranian Soil Science Congress, Tehran, Iran.* pp. 494-495. (in Farsi)
27. T. A. (2006). Size, Biomass, and Nitrogen Relationships with Sweet Orange Tree Growth. *Journal American Sociality for Horticultural Scienc*e, 131(1), 149-156.
28. Nancy, W., Maxine, C., Thompson, M., Chaplin, M.H., Stebbins, R.L. & Westwood, M.N. (1978). fruit set of Italian prune following fall foliar and spring boron sprays. *Journal of American Society for Horticultural Scienc*e, 103, 253-257.
29. Nyomora, A. M. S. & Brown, P. H. (1997). Fall foliar applied boron increases boron concentration and nut set of almond. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 122(3), 405-410.
30. Porlingis, I. C. (1974). Flower bud abscission in pistachio (*Pistacia vera* L.) as related to fruit development and other factors. *Journal American Sociality for Horticultural Scienc*, 99(2), 121-125.
31. Qin, X. (1996). Foliar sprays of B, Zn, and Mg and their effects on fruit production and quality of Jincheng organ. *Journal of South west Agricultural University*, 18(1), 40-45.

www.SID.ir

Archive of SID

32. Ranjbar, R. & Eshghi, S. (2013). Effect of combined application rate of nitrogen fertilizer, zinc, boron and molibdenon the percentage of pellets, fruit set and fruit quality characteristics of grape cultivars Black Samarghandi, *Iranian Journal of Horticultural Science*, 44(4), 399-389. (in Farsi)
33. Salem, S. E. (1996). Response of Blady Mandrin trees to foliar application of iron – zinc, manganese and urea under sandy soil condition. *Hort. Abs*, 66(6), 214-219.
34. Salisbury, F.B. & Ross, C.W. (1992). *Plant Physiology*. (4thEdn), pp. 315–405. Wadsworth Publishing *Company, Belmont*, California.
35. Statistics and Information Office of Agricultural Ministry. (2006). Abstract of agricultural statistics for agronomical and horticultural crop in 2004-2005, P 10. *Publication in Agricultural Scientific Evidences and Information Center*, Tehran, Iran. (in Farsi)
36. Talaei,A., Taheri, M. & Malakouti, M. J. (2002). Effect of foliar spary of nitrogen, boron and zinc on quantity and quality of the olive fruit. *Iranian Journal of Agriculture Scienc*e, 32(4), 727-736. (in Farsi)
37. Talaei, A., Esmailizadeh, M., Lesani, H., Jvanshah, A. & Hokmabadi, H. (2009). Effect of Girdling, Fruit thinning, urea, zinc sulphate and sucarose on the persistence of floral bud of pistachio cv. Ohadi. *JournalofHorticultural Science*, 41(3), 265-274. (in Farsi)
38. Taheri, M. (2009). *Investigation of the effect of foliar nitrogen, boron and zinc on fruit set and some quantitative and qualitative properties of yellow local varieties ofolive*. M.Sc. Thesis, Tehran University, Agricultur College. 145. (in Farsi)
39. Vezvai, A., Ghaderi, N., Talaei, A. & Babalar, M. (2002). Effect of foliar application of boric acid and zinc sulfate on almond fruit. *Journal of Agricultural Sciences*, 32(2), 377-384. (in Farsi)
40. Zamanzadeh, Z., Ehsanpour, A. & Amini, F. (2011). Investigation of auxinin transgenic plants of rootstobacco contain Ri-T DNA. *Cell and Tissue Journal*, 1(2), 1-7. (in Farsi)

www.SID.ir

Archive of SID Iranian Journal of Horticultural Science, Vol. 46, No. 3, Autumn 2015

Effects of foliar applications of nitrogen, boron and zinc on auxin contents, fruit set and fruit drop in orange (*Citrus sinensis*) *cv. Thompson Navel*

Fatemeh Seedkolai[1*], Hossien Sadeghi[2] and Hossien Moradi[3]

1, 2, 3. Former M. Sc. Student and Assistant Professors, Horticulture Masters Student, Department of Horticulture, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
(Received: Feb. 22, 2014 - Accepted: Sep. 7, 2014)

ABSTRACT

In order to investigate the effect of nitrogen, boron and zinc on auxin content and fruit set in Thompson navel orange, a factorial experiment based on complete randomized block design with 12 treatments and 3 replications was conducted. Experimental treatments included: urea at three levels (0, 3 and 6 gr/L), boric acid at two levels (0 and 0.5 gr/L) and zinc sulfate at two levels (0 and 3 gr/L). The number of flower, initial fruit set, fruit-set after the June drop and the final fruit set were measured. The length and diameter of fruit and the auxin content in the abscission zone were measured. Nutrient application had a significant effect on increasing the number of flowers, percentage of initial fruit set and yield. The lowest rate of initial and final fruit drop was obtained in combined treatments, using of urea at concentration of 6 gr/L and zinc sulfate with concentration of 3 gr/L. The highest percentage of fruit set after the June drop and amount of auxin were obtained in the combined treatments of zinc sulfate (3 gr/L) plus boric acid at 0.5 gr/L which had significant positive effect on yield increment.

Keywords: citrus, final fruit set, june drop, nutrients.

* Corresponding author E-mail: seedkolaifatemeh@yahoo.com Tel: +98 912 3654692

www.SID.ir