نشریه علوم باغبانی ایران
دوره ۴۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲ (ص ۴۷۷-۴۶۹)

تأثیر محلول‌پاشی اوره و سولفات‌روی بر میزان ذخیره و انتقال عناصر نیتروژن و روی در برگ و میوهٔ انار رقم رباب نی‌ریز

زهره صداقت‌کیش[۱]، نوراله معلمی[۲*]، مجید راحمی[۳]، سید محمدحسن مرتضوی[۴] و اسماعیل خالقی[۵]
۱، ۲، ۴، ۵، دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد، استاد و استادیاران دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز
۳، استاد دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شیراز
(تاریخ دریافت: ۹۱/۴/۵ - تاریخ تصویب: ۹۲/۲/۲۲)

چکیده
شناخت و تنظیم توزیع عناصر غذایی بین اندام‌های منبع و مخزن در بهبود رشد و نمو درختان میوه مؤثر است. هدف از این پژوهش مطالعهٔ اثر اوره و سولفات روی بر میزان ذخیره و جابه‌جایی عناصر نیتروژن و روی در برگ و میوهٔ انار رقم رباب نی‌ریز بود. بنابراین در سال ۱۳۸۸، سولفات روی (غلظت‌های ۰، ۳ در هزار و ۶ در هزار) در زمان کامل‌شدن سطح برگ‌های جوان با عمر کمتر از ۲۰ روز و اوره (غلظت‌های ۰، ۱/۵درصد و ۳درصد) دو هفته بعد از اوج گل‌دهی محلول‌پاشی شدند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت و مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵درصد صورت پذیرفت. نتایج نشان دادند هر دو غلظت تیمار اوره به‌تنهایی موجب کاهش نیتروژن درون برگ و تنها غلظت ۳درصد آن موجب افزایش میزان نیتروژن پوست میوه شد. هر دو غلظت تیمار سولفات‌روی سبب افزایش میزان عنصر روی درون برگ و میوه شدند. افزایش غلظت کود سولفات‌روی، در افزایش انتقال عنصر روی از برگ (اندام محلول‌پاشی شده) به میوه (اندام محلول‌پاشی نشده) مؤثر بود.

واژه‌های کلیدی: انار، تغذیه، جابه‌جایی، مخزن، منبع.

مقدمه
متناسب‌بودن وضعیت عناصر غذایی در مدت رشد و نمو میوه یکی از فاکتورهای مهمی است که کیفیت و موفقیت پس از برداشت را متأثر می‌سازد. برگ‌پاشی عناصر معدنی یکی از شیوه‌های تغذیه درختان میوه است که عوامل متعددی چون دمای محیط، غلظت مواد استفاده‌شده برای محلول‌پاشی، ضخامت لایهٔ کوتیکولی، وضعیت تغذیه‌ای گیاه، سن برگ و غیره بر آن تأثیرگذار است. نیتروژن در ساختار پروتئین‌ها، اسیدهای‌آمینه و اسیدهای‌نوکلئیک وجود دارد (Rahemi, 1996 & 2001). در پژوهشی نشان داده شد کمبود نیتروژن موجب کاهش معنادار طول شاخه، تعداد برگ و انشعابات انتهایی درختان انار می‌شود برگ‌ها به‌طور معناداری از نظر اندازه کوچک و زردرنگ می‌شوند (Anonymous, 1988). از میان انواع فرم‌های شیمیایی نیتروژن، کود اوره بیشترین نفوذ و جذب به درون برگ درختان را دارد (Klein & Weinbaum, 1984; Huett & Vimpany, 2006) و حرکت اوره از برگ محلول‌پاشی شده به سایر اندام‌ها به‌صورت تارک‌سو (Acropetal) و بن‌سو (Basipetal) (حرکت به سمت بالا و پایین شاخه) است (Klein & Weinbaum, 1984).

نیتروژن بهتر است در زمان نیاز درخت به‌صورت محلول‌پاشی برگی به کار رود. به عنوان مثال در زمان تقسیم و بزرگ‌شدن سلولی یا در زمان تمایزیابی جوانهٔ گل استفاده شود (Rahemi, 1996).

در بررسی مقایسهٔ کاربرد برگی و خاکی اوره بر درختان زیتون مشخص شد زمانی که اوره بر برگ محلول‌پاشی می‌شود استفادهٔ مؤثر از نیتروژن درون آن

* نویسنده مسئول: نوراله معلمی تلفن: ۰۹۱۶۳۱۳۲۵۵۴ E-mail: moalleminoor@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

افزایش می‌یابد (Sanchez-Zamora & Fernandez-Escobar, 2002). عنصر روی یکی از عناصر میکرو است (Kholdebarin & Eslamzadeh, 2005) و در فعالیت‌های تقسیم سلولی، متابولیسم کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و اکسین، در فعالیت‌های فتوسنتزی و سنتز کلروفیل‌ها، تشکیل گرده، حفظ و نگه‌داری غشای بیولوژیکی نقش دارد (Ross, 1992; Rahemi, 1996; Malakouti & Davoodi, 2002; Kholdebarin & Eslamzadeh, 2005; Story, 2007). کمبود روی در خاک به دلایل متعددی چون شوری، آهکی، اسیدی یا شنی‌بودن با مقادیر کم مادهٔ آلی، بالابودن pH خاک و غیره است (Haghparast Tanha, 1992; Crowley *et al*., 1996; Malakouti & Davoodi, 2002; Kholdebarin & Eslamzadeh, 2005). کاربرد خاکی کود محتوی روی در شرایط محدودکنندهٔ ذکرشده کارایی ندارد بنابراین محلول‌پاشی برگی روی، مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. اما این روش نیز با مشکلاتی روبه‌رو است. چون روی عنصر غیرمتحرک تشخیص داده شده است. تحرک روی از برگ‌های محلول‌پاشی شده به بافت‌های ذخیره‌کننده در پاییز و تحرک مجدد آن به رشد جدید در بهار بعید به نظر می‌رسد (Sanchez & Righetti, 2002). میزان جذب روی در برگ‌های جوان نسبت به برگ‌های پیر خیلی بیشتر است (Hesami, 1994). توصیه می‌شود زمانی روی به کار رود که کوتیکول برگ سخت نشده باشد و این زمانی است که برگ در آغاز نمو خود است (Storey, 2007). در گیاهان عالی انتقال اسیمیلات‌ها از منبع (برگ) به مخزن (میوه و شاخهٔ در حال رشد) از مسیر آوندهای آبکش انجام می‌شود و میزان جابه‌جایی و انتقال اسیمیلات‌ها به میزان مواد غذایی تولیدشده در برگ‌ها و میزان نیاز اندام‌های مخزن بستگی دارد. تا کنون پژوهشگران کودهای نیترات پتاسیم، سولفات منیزیم و اسیدبوریک (Ghareh Sheikh Bayat, 1994)، روی، آهن و بور (Khayyambashi *et al*., 2007)، اوره (Sa'adat Abbasi, 1998)، سولفات آهن و سولفات روی (Sheikh Ali Shahi, 2001) و کلرید کلسیم و اوره (Mirdehghan & Rahemi, 2006) را به‌صورت محلول‌پاشی بر ارقام مختلف انار مطالعه کردند. همچنین پژوهشگران تغییرات عناصر ماکرو و میکرو در پوست و آریل میوهٔ انار رقم ملس‌یزدی (Mirdehghan & Rahemi, 2007) و میزان تغییرات نیتروژن و کربوهیدرات را در برگ انار رقم‌بناتی (Banati) (Bacha, 1975) اندازه گرفتند. اما در هر کدام از پژوهش‌های اشاره‌شده، میزان تأثیر کودها یا اندازه‌گیری عناصر تنها در برگ یا میوه بوده است و به ارتباط و یا جابه‌جایی عناصر بین دو بخش منبع و مخزن اشاره نشده است. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی تأثیر کودهای اوره و سولفات روی بر میزان ذخیرهٔ عناصر روی و نیتروژن در برگ و جابه‌جایی آن‌ها بین برگ و میوهٔ انار رقم‌رباب نی‌ریز است.

مواد و روش‌ها

محل اجرای آزمایش و تجزیهٔ نمونه‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۸۸ در یک باغ تجاری با درختان ۱۰ سالهٔ انار رقم رباب نی‌ریز در منطقهٔ لای‌حنا در شهرستان نی‌ریز فارس (عرض جغرافیایی ′ ۱۲ ° ۲۹ و طول جغرافیایی ′ ۲۰ ° ۵۴ و ارتفاع از سطح دریا ۱۷۰۰ متر) اجرا شد. فاصلهٔ درختان روی ردیف ۵ متر و بین ردیف ۶ متر و جهت کاشت درختان شمال به جنوب بود. ۲۷ درخت با تاج تقریباً یکسان انتخاب شدند. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل‌تصادفی با ۹ تیمار و ۳ تکرار و هر تکرار شامل یک درخت و با انتخاب دو شاخه با طول و قطر یکسان (در دو سمت شمال‌غربی و جنوب‌شرقی) اجرا شد. هیچ‌گونه محلول‌پاشی روی درختان شاهد انجام نشد و زمان محلول‌پاشی اوره و سولفات روی هنگام صبح زود بود. محلول‌پاشی تا زمان آب‌چک‌شدن محلول از روی برگ درختان ادامه یافت. برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن و نرم‌افزار آماری MSTATC استفاده شد. کودها و مواد شیمیایی استفاده‌شده از شرکت مرک آلمان تهیه شد. براساس بررسی‌های پژوهشگران و با توجه به تغییرات فصلی کلیهٔ عناصر در برگ، به نظر می‌رسد باثبات‌ترین دوره برای تهیهٔ نمونه‌برگ مردادماه باشد. به این دلیل، بیشتر نمونه‌برداری‌های برگ درختان میوه برای تشخیص عناصر بین تیرماه و اواخر مردادماه صورت می‌گیرد (Rasoulzadegan, 1925; Bacha, 1975). بنابراین در این پژوهش زمان برداشت و آنالیز برگ انارهای تیمارشده در مردادماه (۱۳۸۸/۵/۲۵) در نظر گرفته شد.

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین ابتدای فصل رشد یعنی فروردین‌ماه و قبل از اجرای تیمارها، عناصر روی و نیتروژن در برگ اندازه‌گیری شدند تا به‌طورکلی، تغییرات آن‌ها طی ۵ ماه (فروردین تا مرداد) مشخص شود. همچنین در یک توصیه، زمان مناسب برای برداشت و تجزیهٔ برگ انار برای تعیین وضعیت اولیهٔ عناصر غذایی درخت اردیبهشت‌ماه بیان شده است. بنابراین در اردیبهشت‌ماه نیز نمونه‌های برگ برداشت شد. محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت‌های ۰، ۳ در هزار و ۶ در هزار قبل از زمان گل‌دهی و روی برگ‌های جوان، با سطح تقریباً کامل و عمر کمتر از ۲۰ روز (تاریخ ۱۳۸۸/۱/۱۷) و محلول‌پاشی اوره با غلظت‌های ۰، ۱/۵ و ۳درصد دو هفته بعد از اوج گل‌دهی (تاریخ ۱۳۸۸/۳/۹) انجام شد. فاکتورهای میزان عناصر روی و نیتروژن در برگ و پوست میوه با فرمول $Sin^{-1}\sqrt{data}$ نرمال‌سازی شدند.

کلروفیل برگ

در تاریخ ۱۳۸۸/۵/۱۸ برای هر تیمار ۵ عدد برگ سالم انتخاب و با حلال استون ۸۰درصد و دستگاه اسپکتروفتومتر میزان کلروفیل نمونه‌ها در دو طول موج ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر قرائت شدند (Mostofi & Najafi, 2005).

سطح برگ

در ۱۳۸۸/۵/۲۵ برای هر تکرار ۴۰ عدد برگ سالم انتخاب شد. ابتدا از سطح برگ عکس‌برداری شد و سپس برای قرائت سطح برگ از نرم‌افزار Scion Image استفاده شد.

قطر و طول میوه

۸ میوه در هر تکرار انتخاب و از کالیپر دیجیتالی استفاده شد (Mirdehghan & Rahemi, 2007). وزن پوست و آریل میوه

برای هر تکرار ۵ میوه انتخاب و میانگین وزن پوست و آریل آن‌ها تعیین شد.

عناصر نیتروژن و روی در گیاه

در تاریخ ۱۳۸۸/۵/۲۵ نمونه‌های برگ و در تاریخ ۱۳۸۸/۸/۱۸ و در زمان برداشت میوه‌ها، نمونه‌های پوست میوه انتخاب شدند. نمونه‌های برگ و پوست در تاریخ‌های ذکرشده درون پاکت کاغذی قرار گرفت و در آون با دمای ۶۵ درجهٔ سانتی‌گراد تا رسیدن وزن نمونه‌ها به عدد ثابت باقی ماندند. سپس نمونه‌های خشک‌شده با آسیاب‌برقی به‌طور کامل پودر شدند (Mirdehghan & Rahemi, 2007).

درنهایت از دستگاه جذب اتمی برای قرائت میزان روی و از دستگاه کجلدال برای قرائت نیتروژن نمونه‌ها استفاده شد (Emami, 1996).

نتایج و بحث

میزان عناصرغذایی درون برگ، شرایط آب آبیاری و خاک قبل از محلول‌پاشی

نتایج حاصل از نمونه‌های برگ برداشت‌شده در اردیبهشت‌ماه و مقایسه با جدول‌های حد بهینهٔ عناصر (Manouchehri & Malakouti, 2003) و نرم‌های استاندارد دریس‌انار (Daryashenas & Dehghani,2006) مشخص کرد که به‌طور کلی، درختان انار بررسی‌شده، از نظر نیتروژن و مس در وضعیت کمبود و از نظر روی در حد بهینه و بیشتر از حد بهینه قرار داشتند. با نمونه‌برداری از آب و خاک باغ مشخص شد میزان شوری آب آبیاری و خاک با مقایسه با نتایج کار پژوهشی Naeeni *et al.* (2004) در حد تحمل درخت است (داده‌ها نشان داده نشده است). با بررسی آزمون‌های تجزیهٔ برگ در فروردین‌ماه و مردادماه ۱۳۸۸، دیده شد که میزان نیتروژن از ۲/۷درصد در فروردین‌ماه به ۱/۶۸درصد در مردادماه و روی از ۲۴/۴۵ میلی‌گرم در لیتر در فروردین‌ماه به ۴۴/۰۷ میلی‌گرم در لیتر در مردادماه می‌رسد. در پژوهشی گزارش شده است که درصد نیتروژن برگ انار در فصل رشد به‌تدریج کاهش می‌یابد. این کاهش را به دلیل انتقال نیتروژن به میوه در حال نمو و دیگر قسمت‌های درخت ذکر کرده‌اند (Bacha, 1975). کاهش نیتروژن و افزایش میزان عنصر روی در برگ گلابی ژاپنی در فصل رشد هم گزارش شده است (Buwalda & Meekings, 1990).

وضعیت نیتروژن برگ و پوست میوه بر اثر محلول‌پاشی با اوره

الف) برگ

کاربرد اوره ۱/۵ و ۳درصد به‌تنهایی، موجب کاهش معنادار میزان نیتروژن برگ انار رباب در سطح احتمال ۱درصد شد.

Archive of SID

www.SID.ir

در بررسی برهم‌کنش دو عنصر در سطح احتمال ۱درصد، بیشترین میزان نیتروژن برگ متعلق به شاهد بود و بقیهٔ تیمارها موجب کاهش میزان نیتروژن برگ شدند و کمترین میزان نیتروژن برگ متعلق به سولفات روی ۰/۳درصد به همراه اوره ۳درصد بود (جدول‌های ۱ و ۳).

ب) پوست میوه

اوره به‌تنهایی بر میزان نیتروژن پوست میوه تأثیر معناداری را نشان داد و کمترین نیتروژن پوست میوه متعلق به تیمار اوره ۱/۵درصد و بیشترین میزان نیتروژن پوست متعلق به تیمار اوره ۳درصد به‌تنهایی بود. در بررسی اثرات برهم‌کنش، بیشترین میزان نیتروژن پوست میوه از تیمار اوره ۳درصد و تیمار سولفات روی ۳ در هزار به همراه اوره ۳درصد در سطح احتمال ۱درصد به دست آمد (جدول‌های ۱ و۳). در پژوهشی با کاربرد خاکی نیترات‌آمونیوم در اسفندماه و اردیبهشت‌ماه و محلول‌پاشی سولفات روی در زمان کامل‌شدن سطح برگ‌های جوان پرتقال شاپوری، نیتروژن به‌تنهایی و اثر متقابل این دو کود موجب افزایش میزان نیتروژن درون برگ شد (Hesami, 1994).

جدول ۱. تأثیر اوره بر صفات مطالعه‌شده انار رباب نی‌ریز در سال ۱۳۸۸

صفات مطالعه‌شده	سطوح مختلف کود اوره (درصد) ۳		۱/۵		۰		معادله و ضریب رگرسیون
کلروفیل (میلی‌گرم در ۰/۵ گرم وزن‌تر برگ)	a	۱/۲۱۷	a	۱/۳۱۵	a	۱/۲۸۸	
سطح برگ (میلی‌مترمربع)	a	۳۴۶/۳	a	۳۴۱/۲	a	۳۲۵/۶	
نیتروژن برگ (درصد)	b	۱/۲۳	b	۱/۴۵	a	۱/۸۴	$y= -۰/۳۰۵x+۲/۱۱۸$ $(r^2=۰/۹۷)$
نیتروژن میوه (درصد)	a	۰/۳۲	b	۰/۲۱	ab	۰/۲۶	
طول میوه (میلی‌متر)	a	۸۲/۹۴	a	۸۴/۹۹	a	۸۲/۸۰	
قطر میوه (میلی‌متر)	a	۷۵/۴۲	a	۷۶/۹۹	a	۷۵/۳۹	
وزن پوست میوه (گرم)	a	۹۶/۸۵	a	۱۰۴/۹	a	۱۰۰/۶	
وزن آریل (گرم)	a	۱۵۰	a	۱۵۳/۹	a	۱۴۷/۷	
وزن کل میوه (گرم)	ab	۲۰۴/۴	a	۲۳۶/۶	b	۲۳۰/۷	

حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهندهٔ نداشتن اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵درصد براساس آزمون دانکن است.

جدول ۲. تأثیر سولفات روی بر صفات مطالعه‌شدهٔ انار رباب نی‌ریز در سال ۱۳۸۸

صفات مطالعه‌شده	سطوح مختلف کود سولفات روی (گرم در هزار) ۶		۳		۰		معادله و ضریب رگرسیون
کلروفیل (میلی‌گرم در ۰/۵ گرم وزن‌تر برگ)	a	۱/۲۶۰	a	۱/۲۳۸	a	۱/۳۲۳	
سطح برگ (میلی‌مترمربع)	a	۳۳۴/۷	a	۳۴۱/۷	a	۳۳۶/۶	
روی برگ (پی‌پی‌ام)	a	۵۸/۳۹	b	۴۱/۸۰	b	۴۰/۳۳	$y=۹/۰۳x+۲۸/۷۸$ $(r^2=۰/۸۱)$
روی میوه (پی‌پی‌ام)	a	۴/۶۹	b	۲/۹۱	b	۲/۶۶	$y=۱/۰۱۵x+۱/۳۹۳$ $(r^2=۰/۸۴)$
طول میوه (میلی‌متر)	a	۸۴/۹۳	a	۸۳/۷۱	a	۸۲/۰۹	$y=۱/۴۲x+۸۰/۷۳$ $(r^2=۰/۹۹)$
قطر میوه (میلی‌متر)	a	۷۶/۹۸	a	۷۷/۱۲	b	۷۳/۷۰	$y=۱/۶۴x+۷۲/۶۵$ $(r^2=۰/۷۱)$
وزن پوست میوه (گرم)	a	۱۰۴/۸	a	۹۸/۴۳	a	۹۹/۱۸	$y=۲/۸۱x+۹۵/۱۸$ $(r^2=۰/۶۵)$
وزن آریل (گرم)	a	۱۵۹/۳	ab	۱۵۲/۵	b	۱۳۹/۹	$y=۹/۷x+۱۳۱/۱$ $(r^2=۰/۹۷)$
وزن کل میوه (گرم)	a	۲۴۱/۸	ab	۲۲۱/۷	b	۲۰۸/۲	

حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهندهٔ نداشتن اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵درصد براساس آزمون دانکن است.

در پژوهش دیگر با محلول‌پاشی اوره ۲درصد روی درخت آواکادو در سه زمان مختلف در فصل رشد، میزان نیتروژن درون برگ افزایش یافت (Zilkah *et al.*, 1996). محلول‌پاشی اوره روی برگ درخت نارنگی قبل از گل‌دهی موجب شد تا میزان نیتروژن برگ بعد از ۴۸ ساعت از زمان محلول‌پاشی، افزایش یابد (El-Otmani *et al.*, 2002). پژوهشگران محلول کودی اوره با غلظت‌های ۰، ۱/۵ و ۲درصد را در دو مرحلهٔ گل‌کامل و یک‌ماه بعد از آن روی درخت انار ملس‌یزدی محلول‌پاشی کردند و متوجه شدند که تمام غلظت‌های کود اوره موجب

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش نیتروژن پوست میوه شد (Ramezanian *et al.*, 2009). در این پژوهش تیمارهای اوره ۱/۵درصد و ۳درصد به‌تنهایی، به ترتیب موجب کاهش میزان نیتروژن برگ به مقدار ۲۱/۲۹درصد و ۳۳/۱۱درصد شدند. با توجه به پژوهش‌های دیگران که قبلاً ذکر شد، مشاهده می‌شود محلول‌پاشی با اوره موجب افزایش نیتروژن برگ و پوست میوه‌های مورد آزمایش شده است. این امر می‌تواند ناشی از برطرف‌شدن نیاز درخت به نیتروژن بر اثر محلول‌پاشی، زمان کاربرد کود نیتروژنه و زمان نمونه‌برداری برگ یا میوه بعد از محلول‌پاشی، برای آنالیز میزان نیتروژن باشد. در این پژوهش، زمان محلول‌پاشی کود اوره ۲ هفته بعد از گل‌کامل بود یعنی در زمانی که گل‌ها، میوه‌ها و شاخه‌های جدید در حال رشد فعال بودند و مشاهده شد که با افزایش غلظت کود اوره، میزان نیتروژن درون برگ کاهش می‌یابد که دلیلش آن است که اوره موجب افزایش قدرت مخزن یعنی میوه و شاخه‌ها می‌شود و این امر در افزایش انتقال اسیمیلات‌های برگ به سمت آن‌ها مؤثر است.

جدول ۳. اثر برهم‌کنش اوره و سولفات روی بر صفات مطالعه‌شده در انار رباب نی‌ریز در سال ۱۳۸۸

صفت مطالعه‌شده	اوره (درصد)								
	۳			۱/۵			۰		
	سولفات روی (گرم در هزار)			سولفات روی (گرم در هزار)			سولفات روی (گرم در هزار)		
	۶	۳	۰	۶	۳	۰	۶	۳	۰
کلروفیل	۱/۲۲ a	۱/۱۶ a	۱/۲۵ a	۱/۳۰ a	۱/۲۶ a	۱/۳۷ a	۱/۲۴ a	۱/۲۸ a	۱/۳۳a
سطح برگ	۳۴۲/۲ a	۳۵۸/۴ a	۳۳۸/۳ a	۳۲۵/۸ a	۳۴۱ a	۳۵۶/۷ a	۳۳۶ a	۳۲۵/۹ a	۳۱۴/۹ a
نیتروژن برگ	۱/۲۶ bc	۰/۹۵ c	۱/۴۷ b	۱/۷۱ b	۱/۳۳ bc	۱/۳۰ bc	۱/۴۰ bc	۱/۳۲ bc	۲/۷۹ a
نیتروژن میوه	۰/۱۱۴ d	۰/۴۳۰ a	۰/۴۳۴ a	۰/۱۳۲ d	۰/۱۳۵ d	۰/۳۶۷ ab	۰/۲۹ abc	۰/۲۰۸ d	۰/۲۸۹ bc
روی برگ	۵۵/۶۷ bc	۲۴/۱۵ d	۳۰/۳۷ d	۷۷/۵۳ a	۳۶/۴۰ d	۶۶/۶۱ ab	۴۱/۹۷ cd	۶۴/۸۳ ab	۲۴ d
روی میوه	۱۰/۹۶ a	۱/۶۵ c	۵/۹۵ b	۲/۴۹ bc	۴/۱۶ bc	۰/۱۶ c	۰/۶۲ c	۲/۹۲ bc	۱/۸۷ bc
طول میوه	۸۳/۹۳ ab	۸۴/۲۵ ab	۸۰/۶۳ b	۸۷/۱۲ a	۸۴/۴۲ ab	۸۳/۴۲ ab	۸۳/۷۲ ab	۸۲/۴۷ ab	۸۲/۲۲ ab
قطر میوه	۷۶/۷۷ ab	۷۶/۸۸ ab	۷۲/۶۰ b	۷۸/۷۲ a	۷۸/۴۲ a	۷۳/۸۱ ab	۷۵/۴۵ ab	۷۶/۰۴ ab	۷۴/۶۸ ab
وزن پوست	۱۰۹/۵ a	۸۶/۳۷ b	۹۴/۶۳ ab	۱۰۹/۲ ab	۱۰۳/۸ ab	۱۰۱/۸ ab	۹۵/۶۹ ab	۱۰۵/۱ ab	۱۰۱/۱ ab
وزن آریل	۱۵۹/۳ ab	۱۴۹/۲ ab	۱۴۱/۶ b	۱۷۵/۴ a	۱۵۴ ab	۱۳۲/۴ b	۱۴۳/۱ ab	۱۵۴/۳ ab	۱۴۵/۶ ab
وزن میوه	۲۶۰/۲ a	۲۰۴/۲ bc	۲۲۷/۸ abc	۲۵۶/۶ ab	۲۴۶/۹ ab	۲۰۶/۲ bc	۲۰۸/۶ abc	۲۱۴ abc	۱۹۰/۷ c

حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهندهٔ نداشتن اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵درصد براساس آزمون دانکن است.

قدرت مخزن تابع اندازه و فعالیت آن است. منظور از اندازهٔ مخزن، تعداد شاخه‌های رویشی و میوه‌ها و منظور از فعالیت مخزن، میزان رشد شاخه، میوه و یا ریشه است. همچنین پوست میوه تحت تیمار اوره ۱/۵درصد از کمترین مقدار نیتروژن برخوردار بود. با بررسی دیگر فاکتورهای اندازه‌گیری‌شده در رابطه با میوه و به‌ویژه پوست آن مشاهده شد تیمار اوره ۱/۵ درصد موجب افزایش طول و قطر میوه، وزن تر پوست میوه و میانگین وزن میوه شد. بنابراین به نظر می‌رسد رقت نسبی در مقدار نیتروژن پوست میوه رخ داده است. با این حال میزان تغییرات نیتروژن پوست میوه و اثر کمی و کیفی نیتروژن بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه چندان درخور توجه نبود. این موضوع می‌تواند به دلیل کافی‌نبودن میزان ذخایر نیتروژن برگ یا دیگر اندام‌های گیاه و خاک باشد و دادن کود نیتروژنه احتمالاً موجب افزایش تعداد و طول شاخه‌های جدید و محل جذب و مصرف جدید برای نیتروژن ایجاد شده است. یکی از مسائل پرورش برخی از ارقام انار رشد زیاد شاخه‌های نوپدید بعد از گل‌دهی است که این عارضه از رشد و مرغوبیت میوه می‌کاهد.

کاربرد خاکی نیترات‌آمونیوم در اسفندماه و اردیبهشت‌ماه و محلول‌پاشی سولفات روی در زمان کامل‌شدن سطح برگ، موجب افزایش طول شاخسارهٔ پرتقال شاپوری شد (Hesami, 1994). محلول‌پاشی با اوره ۲درصد روی انار پوست‌سیاه در زمان گل‌دهی و دو هفته بعد از آن بر وزن و طول شاخه‌های نوپدید تأثیرگذار نبوده است (Sa'adat Abbasi, 1998). همچنین اندازه‌گیری میزان نیتروژن برگ در مردادماه و

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه با جدول‌های استاندارد نشان داده است که نیاز گیاه به نیتروژن تأمین نشده و کمبود نیتروژن در برگ همچنان وجود دارد.

Mirdehghan & Rahemi (2006 & 2007) در پژوهش‌های انجام‌شده عمده تغییرات در اندازهٔ میوهٔ انار را طی ۶۰ روز بعد از اوج گل‌دهی می‌دانند. به نظر ایشان نیاز به عناصرمعدنی برای رشد و نمو میوه در این دوره زیاد است. غلظت زیاد عناصر ماکرو و میکرو در پوست و آریل انار در اوایل مرحله رشد و نمو نشان از ضرورت تأمین و تعادل مناسب عناصر ماکرو و میکرو قبل از رشد و تشکیل میوه دارد. در پژوهشی اوره را ۲ و ۷ ماه قبل از گل‌دهی بر برگ درخت زیتون مانزانیلا محلول‌پاشی کردند. نتایج نشان داد برگ‌های زیتون به‌منزلهٔ اندام ذخیرهٔ نیتروژن عمل می‌کنند و در زمان نیاز متابولیکی اندام‌های زایشی و رویشی، نیتروژن را رها می‌سازند.

در زمانی که تعداد میوه‌های در حال نمو کم و نوک شاخه‌ها حذف شوند خروج نیتروژن از برگ‌های تیمارشده به میزان زیاد کاهش پیدا می‌کند و میزان نیتروژن برگ زیاد می‌شود. اما در زمان نمو گل‌آذین و شروع رشد رویشی، خروج نیتروژن از برگ تسریع می‌شود. در زمان‌های نیاز زیاد به نیتروژن و ناکافی‌بودن ذخایر نیتروژن در دیگر منابع، برگ‌ها ممکن است درصد زیادی از نیتروژن را تأمین کنند. نیاز به نیتروژن و رقابت برای کسب آن توسط مخزن‌های مختلف، در دیگر مراحل رشد و نمو، ممکن است خروج نیتروژن از برگ را تسریع کند و توزیع آن در میان اندام‌های مختلف گیاه را تغییر دهد.

درک توزیع نیتروژن در گیاه می‌تواند امکان تشخیص زمان دقیق کاربرد برگی برای متأثرسازی فرایندهای فیزیولوژیکی ویژه را فراهم سازد (Klein & Weinbaum, 1984). Zilkah *et al.* (1996) متوجه شدند در اولین زمان محلول‌پاشی اوره (۲درصد) بر برگسارهٔ درخت آواکادو، به‌رغم افزایش ۲۶درصد میزان نیتروژن برگ بعد از کاربرد کود نیتروژنه، به دلیل همراه‌شدن زمان محلول‌پاشی با زمان فعالیت رشد رویشی و زایشی گیاه، این افزایش موقت بود و نیتروژن کاهش یافت.

وضعیت عنصر روی برگ و پوست میوه بر اثر تیمار سولفات روی

با افزایش غلظت کود سولفات روی به‌تنهایی، بر میزان غلظت روی درون برگ و میوه افزوده شد به گونه‌ای که غلظت ۶ در هزار بیشترین تأثیر را در افزایش میزان روی برگ و پوست میوه داشت (جدول ۲). در بررسی اثر برهم‌کنش دو عنصر، تیمار سولفات روی ۶ در هزار به همراه اوره ۱/۵درصد موجب بیشترین افزایش غلظت روی درون برگ شد و برگ شاهد، تیمار سولفات‌روی ۳ در هزار به همراه اوره ۳درصد کمترین میزان روی را داشتند اما از میان این دو تیمار، شاهد کمترین مقدار را به خود اختصاص داد (سطح احتمال ۱ درصد). بیشترین میزان عنصر روی درون پوست میوه متعلق به تیمار سولفات‌روی ۶ در هزار به همراه اوره ۳درصد و کمترین میزان مربوط به تیمار اوره ۱/۵درصد در سطح احتمال ۱درصد بود (جدول ۳). با افزایش غلظت کود سولفات‌روی به‌تنهایی، غلظت روی درون برگ در مقایسه با شاهد افزایش یافت. چنین نتیجه‌ای در بررسی‌های Hesami (1994)، Boaretto *et al.* (2002) و Khayyambashi *et al.* (2007) گزارش شده است. میزان جذب روی در برگ‌های جوان نسبت به برگ‌های پیر خیلی بیشتر است (Hesami, 1994) و توصیه شده است زمانی روی به کار رود که کوتیکول برگ سخت نشده باشد و این زمانی است که برگ در آغاز نمو خود است. برگ‌های نابالغ با کوتیکول نازک در مقایسه با برگ‌های بالغ میزان بیشتری روی جذب می‌کنند (Storey, 2007).

میزان افزایش عنصر روی در برگ جوان ماکادامیا محلول‌پاشی شده با سولفات روی ۲درصد، ۴ تا ۶ برابر گزارش شده است (Huett & Vimpany, 2006). محلول‌پاشی برگ گلابی در بهار با کود محتوی روی به‌رغم تحرک کم این عنصر سودمند ذکر شده است (Sanchez & Righetti, 2002). محلول‌پاشی آهن و روی در اردیبهشت‌ماه بر برگ دوماههٔ درخت انار سبب افزایش معنادار غلظت این عناصر در برگ شد (Khayyambashi *et al.*, 2007). درختان پرتقال شاپوری در دو نوبت، زمانی‌که سطح برگ‌های شاخسارهٔ بهاره و تابستانه به دوسوم اندازهٔ خود رسیدند با سولفات

Archive of SID

www.SID.ir

روی ۰، ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹درصد محلول‌پاشی شدند. با افزایش مقدار کود سولفات روی، غلظت روی درون برگ زیاد شد (Hesami, 1994).

به همین دلیل در این آزمایش زمان انتخابی برای محلول‌پاشی سولفات روی در زمانی که برگ انار جوان، نابالغ با سطح تقریباً کامل بود (۱۳۸۸/۱/۱۷) در نظر گرفته شد. با مقایسهٔ غلظت روی برگ و میوه، مشاهده شد که غلظت روی برگ بسیار بیشتر از غلظت روی درون میوه است. این موضوع نشان از تحرک اندک این عنصر از برگ (اندام محلول‌پاشی شده) به میوه (اندام محلول‌پاشی نشده) دارد. این مسئله در برگ و میوهٔ شاهد نیز مشاهده می‌شود. اما با این وجود هرچه غلظت کود محلول‌پاشی شده بر سطح برگ افزایش یافت موجب افزایش انتقال عنصر روی به سمت اندام میوه شد. به هر ترتیب نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که میزان جذب و انتقال روی در برگ تابعی از غلظت کود روی به کار برده شده در واحد سطح و زمان محلول‌پاشی است (Hesami, 1994; Crowley *et al.*, 1996). براساس نتایج پژوهش حاضر، میزان انتقال عنصر روی از برگ به میوه در تیمار سولفات روی به‌تنهایی، در گیاه شاهد ۶/۱درصد، در تیمار ۰/۳درصد، ۶/۵٪ و در تیمار ۰/۶درصد، ۷/۴۴درصد برآورد شد.

نتیجه‌گیری

محلول‌پاشی برگی عناصر معدنی یکی از روش‌هایی است که برای تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان به کار می‌رود. اما بر مراحل جذب، ذخیره، تحرک دوباره و انتقال عناصر از منبع به مخزن عوامل متعددی چون ضخامت لایه کوتیکولی، سن برگ، ویژگی‌های عنصر و وضعیت تغذیه‌ای درخت تأثیر می‌گذارد.

برای نیتروژن در مراحل جذب و انتقال مشکلی وجود ندارد. اما روی مشکل کم‌تحرکی دارد و انتقال آن از اندام محلول‌پاشی شده به اندام محلول‌پاشی نشده با مشکل مواجه است. همچنین جذب روی در برگ جوان بهتر از برگ پیر است و هرچه غلظت محلول کودی استفاده‌شده بیشتر باشد بر افزایش جابه‌جایی عنصر روی مؤثر است. بنابراین در زمان محلول‌پاشی عنصر روی، سن برگ و غلظت کود محتوی روی باید مورد توجه قرار گیرد. در بحث مدیریت باغ به نیاز درخت در هر مرحله از رشد و نمو باید توجه کرد تا زمان مناسب برای کاربرد عناصر غذایی مشخص شود. در این آزمایش دیده شد بین میزان کلروفیل و وزن تر پوست میوه همبستگی به میزان **۰/۴۹۳ وجود دارد. به این معنا که افزایش میزان کلروفیل، موجب افزایش ظرفیت فتوسنتزی شده و به دلیل قوی‌تر بودن پوست میوه در جذب مواد غذایی اکثر اسیمیلات‌ها به این ناحیه منتقل شده و باعث افزایش وزن تر پوست میوه شدند. در سال ۱۳۸۷، آزمایشی با کودهای اوره و سولفات روی بر درختان انار رباب صورت گرفت.

سولفات‌روی ۲۵ و ۵۰ در هزار به همراه هیدروکسید کلسیم در زمان کامل‌شدن سطح برگ جوان و قبل از گل‌دهی و اوره ۱/۵ و ۳درصد به فاصلهٔ یک ماه بعد از سولفات روی و قبل از گل‌دهی محلول‌پاشی شدند در این سال مشاهده شد بین مقدار سطح برگ با دیگر صفات اندازه‌گیری‌شده مانند میزان وزن تر پوست (**۰/۴۸۶)، وزن تر آریل (*۰/۳۷۳)، طول میوه (**۰/۴۷۷)، قطر میوه (**۰/۴۷۸)، و وزن کل میوه‌ها (*۰/۳۴۲) همبستگی مثبت وجود دارد. به این معنی که هرچه سطح برگ افزایش یابد بر میزان شاخص‌های ذکرشده افزوده می‌شود. این موضوع می‌تواند ناشی از تأثیر سطح برگ بر میزان ساخت اسیمیلات‌ها و انتقال آن‌ها به بافت مخزن (میوه) باشد (Sedaghat Kish, 2010). بنابراین حفظ سلامت برگ به‌منزلهٔ عامل مؤثر در بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی میوه باید مورد توجه قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود با کمک عناصر رادیواکتیو چگونگی جذب و جابه‌جایی عناصر از بافت منبع به مخزن بررسی شود.

سپاسگزاری

از آقایان دکتر سعید عشقی، مهندس احد بخشی، مهندس مسلم جعفری، محمدباقر صداقت‌کیش، حسین سلطانی و ذوالفقار سلطانی به دلیل راهنمایی‌ها و تأمین امکانات برای انجام این پژوهش قدردانی می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

REFERENCES

1. Anonymous. (1981). Chapter 7: Water Management. In: R. W. Reuther & et al. (Eds). *Irrigating deciduos orchard*. (pp. 40-50). Division of Agricultural Scienses University of California. Leaflet 21212.
2. Anonymous. (1988). Other fruits: pomegranate. In: T. K. Bose, S. K. Mitra & M. K. (Ed). Sadhu. *Mineral nutrition of fruit crops*. (pp: 435-436). Naya Prokash. Calcutta. Six.
3. Bacha, M. A. A. (1975). Seasonal trends in nitrogen and carbohydrate contents of 'Banati' pomegranate leaves. *Scientia Horticulturae*, 3, 247-250.
4. Boaretto, A. E., Boaretto, R. M., Muraoka, T., NascimentoFilho, V. F., Tiritan, C. S. & Mourao Filho, F. A. A. (2002). Foliar micronutrient application effects on citrus fruit yield, soil and leaf Zn concentrations and ^{65}Zn mobilization within the plant. *Acta Horticulturae*, 594, 203-209.
5. Buwalda, J. G. & Meekings, J. S. (1990). Seasonal accumulation of mineral nutrients in leaves and fruit of Japanese Pear (*Pyrus serotina* Rehd.). *Scientia Horticulturae*, 41, 209-222.
6. Crowley, D. E., Smith, W., Faber, B. & Manthey, J. A. (1996). Zink fertilization of avocado trees. *HortScience*, 31(2), 224-229.
7. Daryashenas, A. & Dehghani, F. (2006). Determination of DRIS refrence norms for pomegranate in Yazd province. *Journal of Soil and Water*, 20(1), 1-8.
8. El-Otmani, M., Ait-Oubahou, A., Zahra, F. & Lovatt, C. J. (2002). Efficacy of folliar urea as an N source in substainable citrus production systems. *Acta Horticulturae*, 594, 611-617.
9. Emami, A. (1996). *Methods of plant analysis*. Soil and Water Research Institute. Agricutural research, Education and Extension Organization. Ministry of Jihad Agriculture. Vol 1. Technical Bulletin No: 982. (In Farsi)
10. Ghareh Sheikh Bayat, R. (1994). *Effects of several chemicals and irrigation duration on inhibition of fruit cracking*. M. Sc. Thesis. Department of Horticulture. Faculty of Agriculture. Tabriz University. Iran. (In Farsi)
11. Haghparast Tanha, M. (1992). *Plant nutrition and metabolism*. Islamic Azad University. Rasht. (In Farsi)
12. Hesami, A. (1994). *Effect of nitrogen and zinc on yield and quality, vegetative growth of Citrus sinensis*. M. SC. Thesis. Department of Horticulture. Faculty of Agriculture. Shiraz University. (In Farsi)
13. Huett, D. O. & Vimpany, I. (2006). An evaluation of foliar nitrogen and zinc applications to macadamia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 46, 1373-1378.
14. Khayyambashi, B., Tadayon Nejad, M. & Ekhvatyan Ardekani, A. (2007). Avaluation of changes in yield and quality of pomegranate in zinc, iron and iron and boron. In: *Proceedings of the Fifth iranian Horticultural Science Congress*. Department of Horticultural Sciences. Ministry of Jihad Agriculture. (1th ed). Iran. (In Farsi)
15. Kholdebarin, B. & Eslamzadeh, T. (2005). *Mineral nutrition of higher plants*. Shiraz University Press. (2th ed). Vol 1. (In Farsi)
16. Klein, I. & Weinbaum, S. A. (1984). Foliar application of urea to olive: translocation of urea nitrogen as influenced by sink demand and nitrogen deficiency. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 109(3), 356-360.
17. Malakouti, M. J. & Davoodi, M. H. (2002). *Forgotten element in the life cycle of plants, animals and humans*. (1th ed). Sana Press. Department of Horticultural Sciences. Ministry of Jihad Agriculture. (In Farsi)
18. Manouchehri, S. & Malakouti, M. J. (2003). *Optimum nutrition fertilization undeniable necessity to increase the performance and quality of pomegranate*. Soil and Water Research Institute. Ministry of Jihad Agriculture. Technical Bulletin No: 304. (In Farsi)
19. Mirdehghan, S. H. & Rahemi, M. (2006). Changes in physic-chemical attributes of pomegranate during fruit growth and development. *Indian Journal of Horticulturae*, 63(2), 122-125.
20. Mirdehghan, S. H. & Rahemi, M. (2007). Seasonal changes of mineral nutrients and phenolics in pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. *Scientia Horticulturae*, 111, 120-127.
21. Mostofi, Y. & Najafi, F. (2005). *Methods of laboratory analysis in horticultural science*. Tehran University Press. (In Farsi)
22. Naeeni, M. R., Lesani, H., Khoshgoftar, A. H. & Mirzapoor, M. H. (2004). Effect of NaCl salinity on the concentration and distribution of mineral elements and soluble sugars of commercial pomegranate cultivars. *Journal of Soil and Water Science*, 18(1), 94-101.
23. Rahemi, M. (1996). *Polination and fruit set*. (3th eds). Shiraz University Press. (In Farsi)
24. Rahemi, M. (2001). *Physiology of fruit trees: growth and development*. (1th ed). Mashad Jihad Press. (In Farsi)

Archive of SID

www.SID.ir

25. Ramezanian, A., Rahemi, M. &Vazifehshenas, M. R. (2009). Effects of foliar application of calcium chloride and urea on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruits. *Scientia Horticuturae*, 121(2), 171-175.
26. Rasoulzadegan, Y. (1925). *Temperate-zone pomology*. San'ati Esfahan University Press. Iran. (In Farsi)
27. Ross, C. W. (1992). Mineral nutrition. Chapter 6. In: B. Salisbury & B. Frank. *Plant physiology*. pp: 129-135. Wadsworth publish company.
28. Sa'adat Abasi, M. (1998). *Evaluation of reaction to pomegranate trees sprayed with B_4 and Urea.* M. Sc. Thesis. Department of Plant Biology and Physiology. Tarbiat Modares University. Iran. (In Farsi)
29. Sanchez, E. E. & Righetti, T. L. (2002). Misleading zink deficiency diagnoses in pome fruit and inappropriate use foliar zink sprays. *Acta Horticulturae*, 594, 363-368.
30. Sanchez-Zamora, M. A. & Fernandez-Escobar, R. (2002). The effect of foliar vs. soil application of urea to olive trees. *Acta Horticulturae*, 594, 363-368.
31. Sedaghat Kish, Z. (2010). *Effect of foliar application of pomegranate cv. 'Rabab-e-Neyriz'*. M. Sc. Thesis. Department of Horticulture. Faculty of Agriculture. Shahid Chamran University. Iran. (In Farsi)
32. Sheikh Ali Shahi, A. (2001). *Foliar application of iron sulfate and zinc sulfate on the qualitative and quantitative properties of pomegranate cv. 'Malas Yazdi'*. M. Sc. Thesis. Department of Horticulture. Shiraz University. Iran. (In Farsi)
33. Storey, J. B. (2007). Zinc. Chapter 15. In: A. V. Baker & D. J. Pilbeam. *Handbook of plant nutrition.* CRC Press. Taylor & Francis Group.
34. Zilkah, S., Wiesmann, Z., Klein, I. & David, I. (1996). Foliar applied urea improves freezing protection to avocado and peach. *Scientia Horticulturae,* 66, 85-92.

Archive of SID

www.SID.ir