

تأثیر محلول پاشی اوره و سولفات روی بر میزان ذخیره و انتقال عناصر نیتروژن و روی در برگ و میوه انار رقم رباب نی ریز

زهرا صداقت کیش^۱، نوراله معلمی^{۲*}، مجید راحمی^۳، سید محمدحسن مرتضوی^۴ و اسماعیل خالقی^۵
۱، ۲، ۴، ۵، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و استادیاران دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز
۳، استاد دانشکده 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 مطالعه اثر اوره و سولفات روی بر میزان ذخیره و جابه‌جایی عناصر نیتروژن و روی در برگ و میوه انار رقم رباب نی ریز بود. بنابراین در سال ۱۳۸۸، سولفات روی (غلظت‌های ۰، ۳ در هزار و ۶ در هزار) در زمان کامل شدن سطح برگ‌های جوان با عمر کمتر از ۲۰ روز و اوره (غلظت‌های ۰، ۱/۵ درصد و ۳ درصد) دو هفته بعد از اوج گل‌دهی محلول‌پاشی شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد صورت پذیرفت. نتایج نشان دادند هر دو غلظت تیمار اوره به تنهایی موجب کاهش نیتروژن درون برگ و تنها غلظت ۳ درصد آن موجب افزایش میزان نیتروژن پوست میوه شد. هر دو غلظت تیمار سولفات روی سبب افزایش میزان عنصر روی درون برگ و میوه شدند. افزایش غلظت کود سولفات روی، 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 لایه کوتیکولی، وضعیت تغذیه‌ای گیاه، سن برگ و غیره بر آن تأثیرگذار است. نیتروژن در ساختار پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و اسیدهای نوکلئیک 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 زرد رنگ 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 جوانه گل استفاده شود (Rahemi, 1996). در بررسی مقایسه کاربرد برگی و خاکی اوره بر درختان زیتون مشخص شد زمانی که اوره بر برگ محلول‌پاشی می‌شود استفاده مؤثر از نیتروژن درون آن

(Mirdehghan & Rahemi, 2007) و میزان تغییرات نیتروژن و کربوهیدرات را در برگ انار رقم بناتی (Banati) (Bacha, 1975) اندازه گرفتند. اما در هر کدام از پژوهش‌های اشاره شده، 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 ذخیره عناصر روی و نیتروژن در برگ و جابه‌جایی آن‌ها بین برگ و میوه انار رقم رباب نی‌ریز است.

مواد و روش‌ها

محل اجرای آزمایش و تجزیه نمونه‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۸۸ در یک باغ تجاری با درختان ۱۰ ساله انار رقم رباب نی‌ریز در منطقه لای حنا در شهرستان نی‌ریز فارس (عرض جغرافیایی $29^{\circ} 12'$ و طول جغرافیایی $54^{\circ} 20'$ و ارتفاع از سطح دریا ۱۷۰۰ متر) اجرا شد. فاصله 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 به صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی 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 آب‌چک شدن محلول از روی برگ درختان ادامه یافت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن و نرم‌افزار آماری MSTATC استفاده شد. کودها و مواد شیمیایی استفاده شده از شرکت مرک آلمان تهیه شد. براساس بررسی‌های پژوهشگران و با توجه به تغییرات فصلی کلیه عناصر در برگ، به نظر می‌رسد باثبات‌ترین دوره برای تهیه نمونه برگ 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 تیمار شده در مردادماه (۱۳۸۸/۵/۲۵) در نظر گرفته شد.

افزایش می‌یابد (Sanchez-Zamora & Fernandez, 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 شنی بودن با مقادیر کم ماده آلی، بالا بودن pH خاک و غیره است (Haghparsat Tanha, 1992; Crowley *et al.*, 1996; Malakouti & Davoodi, 2002; Kholdebarin & Eslamzadeh, 2005). کاربرد خاکی کود محتوی روی در شرایط محدودکننده ذکر شده 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 اسیملات‌ها از منبع (برگ) به مخزن (میوه و شاخه در حال رشد) از مسیر آوندهای آبکش انجام می‌شود و میزان جابه‌جایی و انتقال اسیملات‌ها به میزان مواد غذایی تولید شده 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 به صورت محلول‌پاشی بر ارقام مختلف انار مطالعه کردند. همچنین پژوهشگران تغییرات عناصر ماکرو و میکرو در پوست و آریل میوه انار رقم ملس یزدی

آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن وزن نمونه‌ها به عدد ثابت باقی ماندند. سپس نمونه‌های خشک‌شده با آسیاب برقی به‌طور کامل پودر شدند (Mirdehghan & Rahemi, 2007).

در نهایت از دستگاه جذب اتمی برای قرائت میزان روی و از دستگاه کج‌دال برای قرائت نیتروژن نمونه‌ها استفاده شد (Emami, 1996).

نتایج و بحث

میزان عناصر غذایی درون برگ، شرایط آب آبیاری و خاک قبل از محلول پاشی

نتایج حاصل از نمونه‌های برگ برداشت‌شده در اردیبهشت‌ماه و مقایسه با جدول‌های حد بهینه عناصر (Manouchehri & Malakouti, 2003) و نرم‌های استاندارد دریس انار (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 تجزیه برگ در فروردین‌ماه و مردادماه ۱۳۸۸، دیده شد که میزان نیتروژن از ۲/۷ درصد در فروردین‌ماه به ۱/۶۸ درصد 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 به تدریج 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 محلول پاشی با اوره

الف) برگ

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

همچنین ابتدای فصل رشد یعنی فروردین‌ماه و قبل از اجرای تیمارها، عناصر روی و نیتروژن در برگ اندازه‌گیری شدند تا به‌طور کلی، تغییرات آن‌ها طی ۵ ماه (فروردین تا مرداد) مشخص شود. همچنین در یک توصیه، زمان مناسب برای برداشت و تجزیه برگ انار برای تعیین وضعیت اولیه عناصر غذایی درخت اردیبهشت‌ماه بیان شده است. بنابراین در اردیبهشت‌ماه نیز نمونه‌های برگ برداشت شد. محلول پاشی سولفات روی با غلظت‌های ۰،۳ در هزار و ۰،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 محلول پاشی اوره با غلظت‌های ۰،۱/۵ و ۰،۳ درصد 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 $\text{Sin}^{-1}\sqrt{\text{data}}$ نرمال‌سازی شدند.

کلروفیل برگ

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

سطح برگ

در تاریخ 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

پوست متعلق به تیمار اوře ۳ درصد به تنهایی بود. در بررسی اثرات برهم‌کنش، بیشترین میزان نیتروژن پوست میوه از تیمار اوře ۳ درصد و تیمار سولفات روی ۳ در هزار به همراه اوře ۳ درصد در سطح احتمال ۱ درصد به دست آمد (جدول‌های ۱ و ۳). در پژوهشی با کاربرد خاکی نیترات آمونیوم در اسفندماه و اردیبهشت‌ماه و محلول‌پاشی سولفات روی در زمان کامل‌شدن سطح برگ‌های جوان پرتقال شاپوری، نیتروژن به تنهایی و اثر متقابل این دو کود موجب افزایش میزان نیتروژن درون برگ شد (Hesami, 1994).

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

ب) پوست میوه

اوře به تنهایی بر میزان نیتروژن پوست میوه تأثیر معناداری را نشان داد و کمترین نیتروژن پوست میوه متعلق به تیمار اوře ۱/۵ درصد و بیشترین میزان نیتروژن

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

معادله و ضریب رگرسیون	سطوح مختلف کود اوře (درصد)			صفات مطالعه‌شده			
	۰	۱/۵	۳				
$y = -0.305x + 2.118$ ($r^2 = 0.97$)	۱/۲۸۸	a	۱/۳۱۵	a	۱/۲۱۷	a	کلروفیل (میلی‌گرم در ۰/۵ گرم وزن تر برگ)
	۳۲۵/۶	a	۳۴۱/۲	a	۳۴۶/۳	a	سطح برگ (میلی‌مترمربع)
	۱/۸۴	a	۱/۴۵	b	۱/۲۳	b	نیتروژن برگ (درصد)
	-۰/۲۶	ab	-۰/۲۱	b	۰/۳۲	a	نیتروژن میوه (درصد)
	۸۲/۸۰	a	۸۴/۹۹	a	۸۲/۹۴	a	طول میوه (میلی‌متر)
	۷۵/۳۹	a	۷۶/۹۹	a	۷۵/۴۲	a	قطر میوه (میلی‌متر)
	۱۰۰/۶	a	۱۰۴/۹	a	۹۶/۸۵	a	وزن پوست میوه (گرم)
	۱۴۷/۷	a	۱۵۳/۹	a	۱۵۰	a	وزن آریل (گرم)
	۲۳۰/۷	b	۲۳۶/۶	a	۲۰۴/۴	ab	وزن کل میوه (گرم)

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

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

معادله و ضریب رگرسیون	سطوح مختلف کود سولفات روی (گرم در هزار)			صفات مطالعه‌شده				
	۰	۳	۶					
$y = 9.03x + 28.78$ ($r^2 = 0.81$)	۱/۳۲۳	a	۱/۲۲۸	a	۱/۲۶۰	a	کلروفیل (میلی‌گرم در ۰/۵ گرم وزن تر برگ)	
	۳۳۶/۶	a	۳۴۱/۷	a	۳۳۴/۷	a	سطح برگ (میلی‌مترمربع)	
	۴۰/۳۳	b	۴۱/۸۰	b	۵۸/۳۹	a	روی برگ (بی‌بی‌ام)	
	$y = 1.015x + 1.393$ ($r^2 = 0.84$)	۲/۶۶	b	۲/۹۱	b	۴/۶۹	a	روی میوه (بی‌بی‌ام)
	$y = 1.42x + 8.073$ ($r^2 = 0.99$)	۸۲/۰۹	a	۸۳/۷۱	a	۸۴/۹۳	a	طول میوه (میلی‌متر)
	$y = 1.64x + 72.65$ ($r^2 = 0.71$)	۷۳/۷۰	b	۷۷/۱۲	a	۷۶/۹۸	a	قطر میوه (میلی‌متر)
	$y = 2.81x + 95.18$ ($r^2 = 0.65$)	۹۹/۱۸	a	۹۸/۴۳	a	۱۰۴/۸	a	وزن پوست میوه (گرم)
	$y = 9.7x + 131.1$ ($r^2 = 0.97$)	۱۳۹/۹	b	۱۵۲/۵	ab	۱۵۹/۳	a	وزن آریل (گرم)
		۲۰۸/۲	b	۲۲۱/۷	ab	۲۴۱/۸	a	وزن کل میوه (گرم)

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

ساعت از زمان محلول‌پاشی، افزایش یابد (El-Otmani *et al.*, 2002). پژوهشگران محلول کودی اوře با غلظت‌های ۰، ۱/۵ و ۲ درصد را در دو مرحله گل‌کامل و یک‌ماه بعد از آن روی درخت انار ملس یزدی محلول‌پاشی کردند و متوجه شدند که تمام غلظت‌های کود اوře موجب

در پژوهش دیگر با محلول‌پاشی اوře ۲ درصد روی درخت آواکادو در سه زمان مختلف در فصل رشد، میزان نیتروژن درون برگ افزایش یافت (Zilkah *et al.*, 1996). محلول‌پاشی اوře روی برگ درخت نارنگی قبل از گل‌دهی موجب شد تا میزان نیتروژن برگ بعد از ۴۸

و زمان نمونه برداری برگ یا میوه بعد از محلول پاشی، برای آنالیز میزان نیتروژن باشد. در این پژوهش، زمان محلول پاشی کود اوره ۲ هفته بعد از گل کامل 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.

افزایش نیتروژن پوست میوه شد (Ramezani et al., 2009). در این پژوهش تیمارهای اوره ۱/۵ درصد و ۳ درصد به تنهایی، به ترتیب موجب کاهش میزان نیتروژن برگ به مقدار ۱/۲۹ درصد و ۳۳/۱۱ درصد شدند. با توجه به پژوهش‌های دیگران که قبلاً ذکر شد، مشاهده می‌شود محلول پاشی با اوره موجب افزایش نیتروژن برگ و پوست میوه‌های مورد آزمایش شده است. این امر می‌تواند ناشی از برطرف شدن نیاز درخت به نیتروژن بر اثر محلول پاشی، زمان کاربرد کود نیتروژنه

جدول ۳. اثر برهم کنش اوره و سولفات روی بر صفات مطالعه شده در انار رباب نی ریز در سال ۱۳۸۸

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

حروف مشابه در هر ردیف نشان دهنده نداشتن اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

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 حاکی نیترات آمونیوم در اسفندماه و اردیبهشت‌ماه و محلول پاشی سولفات روی در زمان کامل شدن سطح برگ، موجب افزایش طول شاخساره پرتقال شاپوری شد (Hesami, 1994). محلول پاشی با اوره ۲ درصد 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

قدرت مخزن تابع اندازه و فعالیت آن است. منظور از اندازه 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 ۱/۵ درصد از کمترین مقدار نیتروژن برخوردار بود. با بررسی دیگر فاکتورهای اندازه‌گیری شده 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 کافی نبودن میزان ذخایر نیتروژن برگ یا دیگر اندام‌های

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 ۱/۵ درصد موجب بیشترین افزایش غلظت روی درون برگ شد و برگ شاهد، تیمار سولفات روی ۳ در هزار به همراه اوره ۳ درصد 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 سولفات روی ۶ در هزار به همراه اوره ۳ درصد و کمترین میزان مربوط به تیمار اوره ۱/۵ درصد در سطح احتمال ۱ درصد بود (جدول ۳). با افزایش غلظت کود سولفات روی به‌تنهایی، غلظت روی درون برگ در مقایسه با شاهد افزایش یافت. چنین نتیجه‌ای در بررسی‌های Hesami *et al.* (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 ۲ درصد، 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 دومه‌ه درخت انار سبب افزایش معنادار غلظت این عناصر در برگ شد (Khayyambashi *et al.*, 2007). درختان پرتقال شاپوری در دو نوبت، زمانی که سطح برگ‌های شاخساره بهاره و تابستانه به دوسوم اندازه خود رسیدند با سولفات

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 اندازه میوه انار را طی ۶۰ روز بعد از اوج گل‌دهی می‌دانند. به نظر ایشان نیاز به عناصر معدنی 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 به‌منزله اندام ذخیره نیتروژن عمل می‌کنند و در زمان نیاز متابولیسی 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 تیمار شده 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 ناکافی بودن 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 متاثرسازی فرایندهای فیزیولوژیکی ویژه را فراهم سازد (Klein & Weinbaum, 1984). Zilkah *et al.* (1996) متوجه شدند در اولین زمان محلول‌پاشی اوره (۲ درصد) بر برگساره درخت آوآکادو، به‌رغم افزایش ۲۶ درصد میزان نیتروژن برگ بعد از کاربرد کود نیتروژنه، به دلیل همراه شدن زمان محلول‌پاشی با زمان فعالیت رشد رویشی و زایشی گیاه، این افزایش موقت بود و نیتروژن کاهش یافت.

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 $0/493^{**}$ وجود دارد. به این معنا که افزایش میزان کلروفیل، موجب افزایش ظرفیت فتوسنتزی شده و به دلیل قوی تر 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.

سولفات روی ۲۵ و ۵۰ در هزار به همراه هیدروکسید کلسیم در زمان کامل شدن سطح برگ جوان و قبل از گل‌دهی و اوره ۱/۵ و ۳ درصد به فاصله یک ماه بعد از سولفات روی و قبل از گل‌دهی محلول پاشی شدند در این سال مشاهده شد بین مقدار سطح برگ با دیگر صفات اندازه‌گیری شده مانند میزان وزن تر پوست ($0/486^{**}$)، وزن تر آریل ($0/373^{**}$)، طول میوه ($0/477^{**}$)، قطر میوه ($0/478^{**}$)، و وزن کل میوه‌ها ($0/342^{**}$) همبستگی مثبت وجود دارد. به این معنی که هرچه سطح برگ افزایش یابد بر میزان شاخص‌های ذکر شده 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 به‌منزله 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، محمداقبر صداقت‌کیش، حسین سلطانی و ذوالفقار سلطانی به دلیل راهنمایی‌ها و تأمین امکانات برای انجام این پژوهش قدردانی می‌شود.

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

به همین دلیل در این آزمایش زمان انتخابی برای محلول پاشی سولفات روی در زمانی که برگ انار جوان، نابالغ با سطح تقریباً کامل بود (۱۳۸۸/۱/۱۷) در نظر گرفته شد. با مقایسه 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 محلول پاشی شده) به میوه (اندام محلول پاشی نشده) دارد. این مسئله در برگ و میوه شاهد نیز مشاهده می‌شود. اما با این وجود هرچه غلظت کود محلول پاشی 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 محلول پاشی 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 ۱/۶ درصد، در تیمار ۰/۳ درصد، ۶/۵٪ و در تیمار ۰/۶ درصد، ۷/۴۴ درصد برآورد شد.

نتیجه‌گیری

محلول پاشی 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 محلول پاشی شده به اندام محلول پاشی 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 محلول پاشی عنصر روی،

REFERENCES

1. Anonymous. (1981). Chapter 7: Water Management. In: R. W. Reuther & et al. (Eds). *Irrigating deciduous orchard*. (pp. 40-50). Division of Agricultural Sciences 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 ⁶⁵Zn 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 reference 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 foliar urea as an N source in sustainable citrus production systems. *Acta Horticulturae*, 594, 611-617.
9. Emami, A. (1996). *Methods of plant analysis*. Soil and Water Research Institute. Agricultural 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)

25. Ramezani, 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 Horticulturae*, 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 B₄ 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.