

تأثیر مصرف چهار ساله سولفات روی بر عملکرد و کیفیت پرتقال سانگین

علی اسدی کنگرشاهی^{۱*}، نگین اخلاقی امیری^۲ و محمدجعفر ملکوتی^۳^{۱،۲} اعضای هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران و دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران^۳ استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۴/۱۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۸۹/۱/۱۹)

چکیده

آزمایش در این تحقیق به صورت اسپلینت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و چهار تکرار بر روی درختان پرتقال سانگین با پایه نارنج به مدت ۴ سال (۸۱-۱۳۷۸) در استان مازندران (ایستگاه مرکبات مهدشت ساری) انجام شد. باغ مورد مطالعه دارای بافت لوم رسی، کربنات کلسیم معادل ۲/۵ درصد و روی قابل استفاده (با عصاره گیر DTPA) ۲/۴ میلی گرم در کیلوگرم بود. هر درخت به عنوان یک واحد آزمایشی در هر بلوک در نظر گرفته شد. تیمارهای این تحقیق شامل: T_۱- شاهد (بدون کوددهی سولفات روی) ۵۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به صورت پخش سطحی T_۲- ۱۰۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به صورت پخش سطحی T_۳- ۲۰۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به صورت پخش سطحی T_۴- ۵۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به صورت نواری T_۵- ۱۰۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به صورت نواری T_۶- ۲۰۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به صورت نواری T_۷- تغذیه برگ با غلظت ۲ در هزار سولفات روی T_۸- تغذیه برگ با غلظت ۳ در هزار سولفات روی T_۹- تغذیه برگ با غلظت ۴ در هزار سولفات روی بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مصرف سولفات روی در کلیه تیمارها عملکرد میوه (۰/۰۵ a) و همچنین غلظت روی برگ (۰/۰۱ a) را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد. همچنین اثر روش‌های مختلف مصرف سولفات روی بر عملکرد و خواص کیفی پرتقال سانگین بررسی و گزارش شد.

واژه‌های کلیدی: سولفات روی، مرکبات، عملکرد، کیفیت

مقدمه

می‌شود. از دیگر ویژگی برگ‌های دارای کمبود روی، فراوانی نقاط سبز رنگ کوچک در زمینه زرد شده برگ است که این برگ‌های کوچک باریک حاوی نقاط سبز رنگ اغلب به حالت راست روی شاخه قرار می‌گیرند و زاویه بین برگ و ساقه نسبت به برگ‌های دارای کمبود آهن و منگنز کوچک‌تر است (Asadi Kangarshahi et al., 2001; Malakouti, 2001; Nair et al., 1968). شواهد مختلف نشان می‌دهد که مصرف روی به صورت پخش سطحی در خاک‌های قلیایی و آهنی معمولاً جذب سطوح ذرات رس، ماده آلی و کربنات‌ها خواهد شد و به آسانی نمی‌تواند به منطقه ریشه حرکت کند. بنابراین مصرف روی به صورت کپه‌ای یا نواری در اطراف هر درخت^۲ نسبت به روش پخش سطحی مؤثرتر است (Trchan and Sekhon, 1997; Nijjar and Berar, 1990; Lindsay, 1991). گرچه Nijjar, 1990; Lindsay, 1991 اثر سه روش مصرف سولفات روی شامل: قرار دادن در نوارهایی به عمق ۳۰ سانتی متر در فاصله یک متری از تنه درخت، پخش سطحی و مخلوط کردن با خاک و قرار دادن در سوراخ‌هایی به صورت کپه‌ای در فاصله یک متری از تنه درخت را

مرکبات یکی از محصولات حساس به کمبود روی می‌باشد که سطح زیرکشت آن در استان مازندران بالغ بر ۹۰ هزار هکتار است. کمبود روی بعد از نیتروژن، گسترده‌ترین ناهنجاری تغذیه‌ای در مرکبات می‌باشد که در بیشتر خاک‌ها دیده می‌شود. کمبود روی ابتدا در برگ‌های جوان‌تر و با کلروز بین رگبرگ‌ها شروع می‌شود و به دنبال آن رشد شاخه‌های جوان به شدت کاهش می‌یابد و در بیشتر درختان میوه کمبود روی با علامتی به نام کچلی مشهود است (Spiegel-Roy and Goldschmitt, 1996; Asadi Kangarshahi et al., 2001 and 2002). درختان مرکباتی که مبتلا به کمبود روی هستند دارای میوه‌های صاف، رنگ روشن و همچنین مغز میوه‌های خشک هستند و مصرف روی در این درختان باعث افزایش مقدار اسید و ویتامین ث در واحد وزن میوه می‌شود (Langthasa et al., 1995; Langthasa and Bhattacharyya, 1991; Asadi Kangarshahi et al., 2001). لکه‌های برگ نامنظم کلروزه شده روی سطح برگ ناشی از کمبود روی بیشتر در محل‌های آفتابی درخت ظاهر

بودند. این آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و چهار تکرار بر روی درختان مورد نظر به مدت ۴ سال (۸۱ - ۱۳۷۸) انجام شد. هر درخت به عنوان یک تیمار آزمایشی در هر بلوک در نظر گرفته شد. تیمارهای این تحقیق شامل: T_۰ - شاهد (بدون کوددهی سولفات روی)؛ T_۱ - ۵۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به صورت پخش سطحی؛ T_۲ - ۱۰۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به صورت پخش سطحی؛ T_۳ - ۲۰۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به صورت پخش سطحی؛ T_۴ - ۵۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به صورت نواری؛ T_۵ - ۱۰۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به صورت نواری؛ T_۶ - ۲۰۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به صورت نواری؛ T_۷ - محلول پاشی با غلظت ۲ در هزار سولفات روی؛ T_۸ - محلول پاشی با غلظت ۳ در هزار سولفات روی و T_۹ - محلول پاشی با غلظت ۴ در هزار سولفات روی بود. قبل از اجرای آزمایش نمونه‌های خاک از عمق ۳۰ - ۶۰ و ۳۱ سانتی‌متری سایه اندازه درختان تهیه و پس از انتقال و آماده سازی نمونه‌ها، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها مطابق روش‌های معمول در مؤسسه تحقیقات خاک و آب تعیین گردید (Ahyae, 1997). همچنین نمونه‌های برگ ۴ تا ۷ ماهه در تابستان هر سال از برگ‌های بدون میوه میانی شاخه‌های انتهایی فصل جاری در پیرامون هر درخت تهیه شد (Marshall, 1984; Braddok, 1999; Davies, 1994) و میزان عناصر غذایی آنها از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی، مس و بور مطابق روش‌های معمول در مؤسسه خاک و آب تعیین شد (Emami, 1996). عناصری که به نظر می‌رسید محدودیت برای رشد ایجاد کنند، به‌طور یکنواخت برای کلیه تیمارها اعمال شد. میزان این کودها شامل دو کیلوگرم سولفات پتاسیم، یک کیلوگرم سولفات منیزیم، یک کیلوگرم سولفات آمونیم، یک کیلوگرم اوره و ۳۰۰ گرم سولفات منگنز به ازای هر درخت بود. کودهای سولفات آمونیم، سولفات پتاسیم، سولفات منیزیم و سولفات منگنز در اسفند ماه هر سال (به صورت کود پایه) برای تمام درختان آزمایش به صورت یکنواخت مصرف شد. کود اوره با دو بار تقسیط (نوبت اول ۱۵ روز بعد از تشکیل میوه و نوبت دوم یک ماه بعد از نوبت اول) اعمال گردید. در روش پخش سطحی سولفات روی در سایه‌انداز درختان پخش و سپس با خاک سطحی مخلوط گردید و در روش نواری، نوارهای به عمق ۲۰ سانتی‌متر و عرض ۲۰ سانتی‌متر در سایه‌انداز درختان ایجاد کرده و کود سولفات روی در این نوارها قرار داده و سپس با خاک سطحی پر گردید. محلول پاشی دو نوبت در سال، بار اول، زمانی که قطر میوه‌چهار

مورد مطالعه قرار دادند و گزارش کردند که برای خاک‌های منطقه Ludhiana، پخش سطحی مؤثرترین روش برای مصرف سولفات روی می‌باشد (Nijjar, 1990). محلول پاشی درختان پرتقال واشنگتن ناول با سولفات روی (غلظت ۷۵ میلی‌گرم در لیتر روی)، سولفات منگنز (۵۰ میلی‌گرم در لیتر منگنز) و سولفات آهن (۷۵ میلی‌گرم در لیتر آهن) به تنهایی و همچنین ترکیب این سه کود نشان داد که همه تیمارها به جز تیمار مصرف ۵۰ میلی‌گرم در لیتر منگنز عملکرد محلول را نسبت به شاهد افزایش داد و همچنین موجب کاهش ریزش میوه و بهبود کیفیت میوه شدند (Hassan, 1995). در آزمایشی دیگر درختان پرتقال با سولفات روی (غلظت یک در هزار) قبل از تشکیل گل، در مرحله گل‌دهی کامل و در مرحله توسعه میوه‌های جوان محلول پاشی شدند نتایج نشان داد که با محلول پاشی سولفات روی رشد لوله‌گرده ۷/۸۵ درصد بیشتر از شاهد بود و در نتیجه تشکیل میوه افزایش یافت. همچنین میزان قند میوه و رنگ پوست آن بهبود و چین و چروک آن کاهش یافت (Hassan, 1995; Qin, 1996). اثر سه روش مصرف سولفات روی شامل: پخش سطحی، چال کود و محلول پاشی بر عملکرد و کیفیت میوه مرکبات در صفی‌آباد - دزفول مورد مطالعه قرار گرفت و گزارش شد که چال کود مؤثرترین روش برای مصرف سولفات روی می‌باشد (Gandomkar, 2003). مطالعات انجام شده در ۱۵۰ قطعه باغ مرکبات در شرق استان نشان داد که میزان روی قابل استفاده خاک ۳۵ درصد این باغ‌ها کمتر از یک میلی‌گرم در کیلوگرم بود و نتایج تجزیه برگی همین باغ‌ها نشان داد که غلظت روی برگ حدود ۵۷ درصد باغ‌ها کمتر از ۳۰ میکروگرم در گرم بود (Asadi et al., 2002). بنابر این به دلیل آهکی بودن خاک‌ها، مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی، همچنین مصرف بی‌رویه کودهای فسفر و عدم مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف در گذشته کمبود روی در خاک‌های این مناطق بسیار مشهود می‌باشد و می‌توان اظهار داشت که روی از عوامل محدود کننده تولید می‌باشد و مصرف آن در این منطقه برای افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول ضروری می‌باشد (Asadi et al., 2001 and 2002). با توجه به مطالب ذکر شده در این تحقیق اثر مقدار و روش مصرف سولفات روی بر عملکرد، کیفیت میوه و غلظت عناصر غذایی برگ و میوه پرتقال سانگین در شرق مازندران مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

طی مطالعات اولیه یک قطعه پرتقال سانگین با پایه نارنج از باغ مهدشت ساری (شرق مازندران) انتخاب شد. درختان باغ ۲۵ ساله و از نظر اندازه و همچنین از لحاظ مدیریتی تقریباً مشابه

سود یک‌دهم نرمال اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری نیتروژن برگ و میوه به روش کجلدال و برای اندازه‌گیری فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، روی، منگنز و آهن، ابتدا نمونه‌های برگ و میوه خشک شده را در ظروف سیلیسی در ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد در کوره الکتریکی سوزانده (روش Dry Ashing) و سپس میزان غلظت عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف مطابق روش‌های معمول در مؤسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری شد (Emami, 1996). کلیه داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار Minitab و آزمون F مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شدند.

نتایج

در جداول (۱) و (۲) نتایج تجزیه خاک و برگ باغ مرکبات مهدشت ساری قبل از شروع آزمایش گنجانده شده است.

به ۲ تا ۳ سانتی‌متر رسید و بار دوم به فاصله ۲۰ روز بعد صورت گرفت و مقدار محلول مصرفی ۱۰ لیتر برای هر درخت بود. در طول فصل رشد عملیات زراعی مانند هرس، آبیاری، دفع علف‌های هرز به‌طور یکنواخت انجام شد. در پایان فصل رشد میزان عملکرد تعیین و تعداد ۲۵ عدد میوه به‌طور تصادفی از هر تیمار نمونه برداری و جهت اندازه‌گیری خصوصیات کیفی به آزمایشگاه منتقل گردید. غلظت عناصر غذایی در برگ و میوه، وزن و قطر میوه، درصد آب میوه، درصد ماده خشک، اسیدیته (pH) آب میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون و درصد مواد جامد محلول به‌عنوان پاسخ‌های گیاهی در نظر گرفته شد که مطابق روش زیر انجام گرفت.

رطوبت با استفاده از آون تهویه دار، بریکس یا کل املاح محلول (TSS) با دستگاه رفاکتومتر، اسیدیته (pH) در عصاره میوه با دستگاه pH متر، اسیدیته کل (TA) با تیتراسیون با

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک باغ مرکبات مهدشت ساری (قبل از اجرای آزمایش)

| Clay (%) | Cu | Mn | Zn | Fe | K | P | O.M (%) | T.N.V (%) | pH | EC (dS/m) | عمق (cm) | باغ |
|---------------------------|-----|------|-----|------|-----|------|---------|-----------|-----|-----------|----------|--------|
| (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) | | | | | | | | | | | | |
| ۲۶/۶ | ۲/۴ | ۱۴/۳ | ۲/۴ | ۳۶/۴ | ۳۶۵ | ۷۹/۰ | ۲/۷ | ۲/۵۰ | ۶/۵ | ۱/۳ | ۰-۳۰ | مهدشت- |
| ۲۷/۶ | ۲/۲ | ۱۴/۱ | ۲/۳ | ۳۶/۰ | ۱۸۱ | ۲۶/۶ | ۱/۶ | ۲/۹۲ | ۵/۹ | ۱/۰ | ۳۱-۶۰ | ساری |

جدول ۲- نتایج تجزیه برگ باغ مرکبات مهدشت ساری (قبل از اجرای آزمایش)

| نیتروژن | فسفر | پتاسیم | منیزیم | آهن | منگنز | روی | مس | باغ |
|-------------------------|------|--------|--------|-----|-------|-----|----|-------------|
| درصد براساس وزن خشک برگ | | | | | | | | |
| ۲/۵ | ۰/۱۳ | ۰/۸۰ | ۰/۲۱ | ۸۰ | ۳۱ | ۲۳ | ۱۰ | مهدشت- ساری |

گردید و بیشترین وزن متوسط میوه نیز از تیمار آزمایشی ۲۰۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به‌صورت نواری بدست آمد و لیکن از نظر آماری معنی‌دار نبود. اثر تیمارهای سولفات روی بر اسیدیته قابل تیتراسیون پرتقال سانگین معنی‌دار نبود و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد که بیشترین میزان اسیدیته در شاهد و کمترین میزان اسیدیته از تیمار آزمایشی ۵۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به‌صورت نواری بدست آمد. اثر تیمارهای مصرف روی بر میزان عصاره میوه پرتقال سانگین از نظر آزمون F معنی‌دار شد. بیشترین میزان عصاره میوه پرتقال سانگین از تیمارهای آزمایشی ۵۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به‌صورت پخش سطحی و ۱۰۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به‌صورت نواری بدست آمد.

نتایج سال دوم آزمایش نشان داد که تأثیر تیمارهای مصرف روی بر عملکرد پرتقال سانگین معنی‌دار بود و بیشترین عملکرد از تیمار مصرف ۲۰۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به‌صورت نواری حاصل شد (جدول ۵).

نتایج سال اول آزمایش نشان داد که مقدار روی موجود در برگ‌ها تحت تأثیر روش‌های مصرف روی قرار گرفت و از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بود و تیمارهای محلول‌پاشی سولفات روی بالاترین غلظت روی در برگ را داشتند (جدول ۳). دوبار محلول‌پاشی سولفات روی در طول فصل رشد غلظت روی برگ‌ها را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد ولیکن بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم از نظر آماری تأثیر معنی‌دار نداشت. نتایج در سال اول آزمایش نشان داد که تأثیر تیمارهای روی بر عملکرد پرتقال سانگین از نظر آماری معنی‌دار نبود و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد که در کلیه تیمارها عملکرد نسبت به شاهد افزایش یافت و بیشترین عملکرد از تیمار مصرف نواری ۵۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت حاصل شد (جدول ۴). اثر تیمارهای مصرف سولفات روی بر قطر متوسط میوه پرتقال سانگین در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳) و بیشترین قطر متوسط میوه از تیمارهای مصرف ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به‌صورت نواری حاصل

جدول ۳- اثر تیمارهای مصرف سولفات روی بر غلظت عناصر غذایی برگ پرتقال سانگین (سال اول آزمایش)

| تیمار | درصد | | | | میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ | | |
|----------------|--------|--------|---------|--------|---------------------------------|---------|---------|
| | N | P | K | Mg | Zn | Mn | Cu |
| T ₁ | ۲/۶۰ A | ۰/۱۴ A | ۰/۸۴ AB | ۰/۱۹ A | ۳۵/۵۰ D | ۳۴/۴ AB | ۱۶/۰ AB |
| T ₂ | ۲/۷۰ A | ۰/۱۲ A | ۰/۸۸ AB | ۰/۲۶ A | ۲۷/۲۰ D | ۲۹/۵ B | ۱۹/۲ A |
| T ₃ | ۲/۶۲ A | ۰/۱۳ A | ۰/۷۵ B | ۰/۱۷ A | ۲۵/۳۰ D | ۳۵/۳ AB | ۱۲/۵ BC |
| T ₄ | ۲/۷۴ A | ۰/۱۲ A | ۰/۷۸ B | ۰/۱۹ A | ۲۳/۵۰ D | ۳۳/۰ AB | ۱۲/۲ C |
| T ₅ | ۲/۸۰ A | ۰/۱۲ A | ۰/۷۰ B | ۰/۲۰ A | ۲۳/۱۰ D | ۴۵/۰ A | ۱۱/۹ C |
| T ₆ | ۲/۷۶ A | ۰/۱۴ A | ۱/۱۷ A | ۰/۱۷ A | ۲۲/۷۰ D | ۲۸/۳ B | ۱۲/۸ BC |
| T ₇ | ۲/۷۰ A | ۰/۱۳ A | ۰/۸۳ AB | ۰/۱۷ A | ۱۰۲/۰ C | ۲۹/۷ B | ۱۱/۹ C |
| T ₈ | ۲/۶۲ A | ۰/۱۲ A | ۰/۷۹ B | ۰/۲۰ A | ۱۶۰/۰ B | ۳۸/۰ AB | ۱۳/۰ BC |
| T ₉ | ۲/۸۸ A | ۰/۱۳ A | ۱/۰۴ AB | ۰/۲۴ A | ۱۹۸/۰ A | ۴۱/۹ AB | ۱۱/۴ C |
| T ₀ | ۲/۶۵ A | ۰/۱۳ A | ۰/۸۴ AB | ۰/۲۲ A | ۲۴/۴۵ D | ۳۲/۲ AB | ۱۰/۵ C |
| F آزمون | ns | ns | ns | ns | ** | * | ** |

ns-عدم اختلاف معنی دار **: اختلاف معنی دار در سطح یک درصد *: اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد
- حروف یکسان عدم اختلاف بین تیمارها را با آزمون دانکن نشان می دهد و پارامترهایی که حروف گذاری نشده اند همه در یک کلاس قرار دارند.

جدول ۴- اثر تیمارهای مصرف سولفات روی بر عملکرد و خواص کیفی پرتقال سانگین (سال اول آزمایش)

| تیمار | عملکرد متوسط (kg/tree) | وزن متوسط میوه (gr/fruit) | قطر متوسط میوه (mm) | مواد جامد محلول (%) | اسیدیته کل (%) | میزان عصاره (cm ³ /fruit) | PH عصاره |
|----------------|------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|----------------|--------------------------------------|----------|
| T ₁ | ۱۹۴ AB | ۹۰ A | ۵۸/۷ AB | ۱۰/۲۵ A | ۱/۴ AB | ۲۵/۵ A | ۲/۹۰ A |
| T ₂ | ۲۲۷ AB | ۹۰ A | ۵۷/۰ AB | ۱۰/۲۵ A | ۱/۵ AB | ۲۴/۵ AB | ۲/۹۵ A |
| T ₃ | ۲۲۴ AB | ۱۱۱ A | ۵۶/۰ B | ۱۰/۶۵ A | ۱/۴ AB | ۲۱/۸ AB | ۳/۰۰ A |
| T ₄ | ۲۳۹ A | ۸۹ A | ۵۵/۴ AB | ۱۰/۷۵ A | ۱/۳ B | ۲۲/۶ AB | ۳/۹۸ A |
| T ₅ | ۱۸۰ AB | ۱۰۹ A | ۶۰/۲ A | ۱۰/۶۵ A | ۱/۵ AB | ۲۵/۸ A | ۳/۱۰ A |
| T ₆ | ۲۰۹ AB | ۱۱۷ A | ۶۴/۲ A | ۱۰/۶۳ A | ۱/۶ AB | ۲۲/۴ AB | ۲/۹۰ A |
| T ₇ | ۲۱۳ AB | ۸۱ A | ۵۴/۵ B | ۱۱/۰۰ A | ۱/۹ A | ۲۰/۳ AB | ۲/۹۴ A |
| T ₈ | ۲۲۴ AB | ۱۰۱ A | ۵۵/۹ B | ۱۰/۶۳ A | ۱/۵ AB | ۲۱/۷ AB | ۳/۰۰ A |
| T ₉ | ۱۷۱ AB | ۸۷ A | ۵۵/۵ B | ۱۰/۷۵ A | ۱/۶ AB | ۱۹/۲ B | ۲/۹۰ A |
| T ₀ | ۱۶۷ B | ۸۶ A | ۵۳/۸ B | ۱۰/۶۳ A | ۱/۵ AB | ۲۴/۳ AB | ۲/۹۰ A |
| F آزمون | ns | ns | * | ns | ns | * | ns |

ns-عدم اختلاف معنی دار *: اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد
- حروف یکسان عدم اختلاف بین تیمارها را با آزمون دانکن نشان می دهد و پارامترهایی که حروف گذاری نشده اند همه در یک کلاس قرار دارند.

جدول ۵- اثر مقدار و روش مصرف سولفات روی بر عملکرد و برخی خصوصیات کیفی پرتقال سانگین (سال دوم آزمایش)

| تیمار | عملکرد متوسط (kg/tree) | وزن متوسط میوه (gr/fruit) | قطر متوسط میوه (mm) | مواد جامد محلول (%) | اسیدیته عصاره (%) | pH عصاره |
|----------------|------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|----------|
| T ₁ | ۱۳۰/۰ AB | ۲۳۴ A | ۷۶/۲ ABC | ۸/۷۵ A | ۱/۰۰۸ A | ۳/۷۰ A |
| T ₂ | ۱۷/۵ C | ۲۷۰ A | ۸۰/۰ AB | ۸/۲۵ A | ۱/۰۲ A | ۳/۹۰ A |
| T ₃ | ۳۴/۵ BC | ۱۹۷ A | ۷۱/۳ BC | ۹/۰۰ A | ۱/۰۶ A | ۳/۵۰ A |
| T ₄ | ۸۷/۰ ABC | ۲۱۴ A | ۷۳/۸ ABC | ۸/۲۵ A | ۰/۹۶ A | ۳/۷۰ A |
| T ₅ | ۴۵/۷ BC | ۲۶۲ A | ۷۵/۷ ABC | ۸/۲۳ A | ۰/۹۸ A | ۳/۷۳ A |
| T ₆ | ۱۵۲/۰ A | ۱۷۹ A | ۷۱/۲ BC | ۸/۲۵ A | ۱/۲۳ A | ۳/۷۲ A |
| T ₇ | ۶۵/۵ ABC | ۲۴۱ A | ۸۲/۸ A | ۹/۰۰ A | ۱/۰۹ A | ۳/۶۵ A |
| T ₈ | ۹۵/۰ ABC | ۲۰۹ A | ۷۱/۹ BC | ۸/۷۵ A | ۱/۰۲ A | ۳/۶۵ A |
| T ₉ | ۱۲۰/۰ AB | ۱۸۲ A | ۶۸/۷ C | ۹/۱۷ A | ۱/۰۶ A | ۳/۶۰ A |
| T ₀ | ۵۲/۸ BC | ۲۱۹ A | ۶۶/۳ C | ۸/۶۲ A | ۱/۱۲ A | ۳/۶۸ A |
| F آزمون | * | ns | * | ns | ns | ns |

ns-عدم اختلاف معنی دار *: اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد
- حروف یکسان عدم اختلاف بین تیمارها را با آزمون دانکن نشان می دهد و پارامترهایی که حروف گذاری نشده اند همه در یک کلاس قرار دارند.

سطح یک درصد معنی دار بود و تیمارهای محلول پاشی سولفات روی بالاترین غلظت روی در برگ داشتند. دوبر محلول پاشی سولفات روی در طول فصل رشد غلظت روی برگها را به طور معنی داری نسبت به شاهد افزایش داد. نتایج سال سوم آزمایش نشان داد تأثیر تیمارهای مختلف بر وزن و قطر متوسط میوه پرتقال سانگین در سطح ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۷). اما اثر تیمارهای مصرف روی بر عصاره میوه، اسیدیته و مواد جامد محلول عصاره میوه از نظر آماری معنی دار نبود. وزن متوسط میوه در کلیه تیمارها نسبت به شاهد افزایش یافت و بیشترین وزن متوسط میوه از تیمار مصرف ۵۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به صورت پخش سطحی حاصل شد و بیشترین قطر متوسط میوه از تیمار مصرف ۲۰۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به صورت نواری به دست آمد. همچنین قطر متوسط میوه در کلیه تیمارها از شاهد بیشتر بود. بیشترین میزان عصاره میوه از تیمار محلول پاشی با غلظت ۳ در هزار سولفات روی حاصل گردید. همچنین نتایج آزمایش اثر مقدار و روش مصرف سولفات روی بر غلظت عناصر غذایی برگ درختان پرتقال سانگین در جدول (۸) آمده است. نتایج نشان می دهد که کلیه تیمارهای مصرف سولفات روی موجب افزایش غلظت روی برگ نسبت به شاهد شدند و بیشترین غلظت روی برگ از تیمار محلول پاشی با غلظت ۴ در هزار سولفات روی حاصل گردید. تمام روش های مصرف سولفات روی، غلظت روی برگ پرتقال سانگین را به طور معنی داری نسبت به شاهد افزایش دادند به طوری که غلظت روی برگ از ۲۴/۲ میلی گرم در کیلوگرم در شاهد به ۳۳/۷ (میانگین T_1 ، T_2 و T_3)، ۳۵/۴ (میانگین T_4 ، T_5 و T_6) و ۲۷۱ (میانگین T_7 ، T_8 و T_9) میلی گرم به ترتیب در روش های پخش سطحی، مصرف نواری و محلول پاشی سولفات روی رسید.

جدول ۶- تأثیر تیمارهای مصرف سولفات روی بر غلظت روی، منگنز و مس برگ پرتقال سانگین (سال دوم آزمایش)

| تیمار | میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ | | |
|----------------|---------------------------------|--------|---------|
| | روی | منگنز | مس |
| T ₁ | ۲۳/۵ B | ۱۹/۰ A | ۱۱/۷ AB |
| T ₂ | ۱۹/۷ B | ۱۵/۷ A | ۱۰/۳ BC |
| T ₃ | ۱۹/۲ B | ۱۶/۲ A | ۹/۵ BC |
| T ₄ | ۲۱/۷ B | ۱۸/۵ A | ۱۵/۵ A |
| T ₅ | ۱۷/۵ B | ۱۶/۰ A | ۱۲/۳ AB |
| T ₆ | ۲۲/۲ B | ۲۰/۰ A | ۱۲/۰ AB |
| T ₇ | ۱۲/۱/۵ A | ۱۹/۵ A | ۸/۳ BC |
| T ₈ | ۱۳۶/۵ A | ۱۷/۷ A | ۸/۵ BC |
| T ₉ | ۱۵۲/۷ A | ۲۵/۵ A | ۱۲/۷ AB |
| T ₀ | ۲۲/۰ B | ۱۷/۵ A | ۶/۰ C |
| آزمون F | ** | ns | * |

ns- عدم اختلاف معنی دار ** : اختلاف معنی دار در سطح یک درصد

* : اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد

- حروف یکسان عدم اختلاف بین تیمارها با آزمون دانکن نشان می دهد.

تأثیر سولفات روی بر قطر متوسط میوه پرتقال سانگین معنی دار بود ولیکن بر وزن متوسط میوه، میزان مواد جامد محلول، اسیدیته عصاره و pH عصاره میوه معنی دار نبود. بیشترین قطر متوسط میوه از تیمار محلول پاشی با غلظت ۲ در هزار سولفات روی به دست آمد، به طوری که قطر متوسط میوه از ۶۶ میلی متر در شاهد به ۸۲/۸ میلی متر در تیمار محلول پاشی با غلظت ۲ در هزار سولفات روی رسید. اثر تیمارهای سولفات روی بر غلظت عناصر غذایی برگ پرتقال سانگین در جدول (۶) آمده است. نتایج نشان داد که مقدار روی موجود در برگها تحت تأثیر روش های مصرف روی قرار گرفت و از نظر آماری در

جدول ۷- تأثیر مقدار و روش مصرف سولفات روی بر عملکرد و خواص کیفی پرتقال سانگین (سال سوم آزمایش)

| تیمار | میانگین عملکرد (kg/tree) | وزن متوسط میوه (gr/fruit) | قطر متوسط میوه (mm) | میزان عصاره میوه (cm ³ /fruit) | مواد جامد محلول (%) | اسیدیته عصاره (%) |
|----------------|--------------------------|---------------------------|---------------------|---|---------------------|-------------------|
| T ₁ | ۲۰۷ AB | ۱۰۷/۴ A | ۶/۷۱ ABC | ۳۱/۶ A | ۱۰/۶۳ A | ۱/۰۲۵ B |
| T ₂ | ۲۳۰ A | ۸۰/۴ B | ۵/۴۶ BC | ۳۱/۳ A | ۹/۶۲ A | ۱/۱۰۰ AB |
| T ₃ | ۲۱۸ AB | ۱۰۰/۴ AB | ۵/۶۸ ABC | ۳۸/۲ A | ۹/۵۰ A | ۱/۱۲۵ AB |
| T ₄ | ۲۰۸ AB | ۹۹/۰ AB | ۶/۰۶ ABC | ۳۰/۸ A | ۹/۷۵ A | ۱/۰۳۴ B |
| T ₅ | ۲۳۱ A | ۱۰۵/۰ AB | ۵/۶۵ ABC | ۳۲/۸ A | ۹/۳۷ A | ۱/۰۵۰ B |
| T ₆ | ۲۵۴ A | ۸۶/۳ AB | ۷/۳۰ A | ۲۶/۴ A | ۹/۰۰ A | ۱/۰۱۲ B |
| T ₇ | ۲۰۹ AB | ۹۷/۵ AB | ۶/۴۳ ABC | ۳۶/۶ A | ۹/۵۰ A | ۱/۰۳۷ B |
| T ₈ | ۲۱۹ AB | ۱۰۳/۱ AB | ۶/۱۲ ABC | ۲۷/۷۴ A | ۹/۸۷ A | ۱/۲۶۰ A |
| T ₉ | ۲۳۳ A | ۱۰۳/۷ AB | ۵/۸۱ AB | ۳۶/۱ A | ۹/۳۷ A | ۱/۰۲۵ B |
| T ₀ | ۱۶۸ B | ۸۰/۰ B | ۵/۴۶ C | ۳۱/۹ A | ۹/۸۷ A | ۱/۱۶۰ AB |
| آزمون F | * | * | * | ns | ns | ns |

* : اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد

ns- عدم اختلاف معنی دار

- حروف یکسان عدم اختلاف بین تیمارها با آزمون دانکن نشان می دهد و پارامترهای که حروف گذاری نشده اند همه در یک کلاس قرار دارند.

جدول ۸ - تاثیر مقدار و روش مصرف سولفات روی بر غلظت عناصر غذایی برگ پرتقال سانگین (سال سوم آزمایش)

| تیمار | N | P | K | Mg | میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ | | | | |
|----------------|-------|--------|-------|--------|---------------------------------|--------|---------|--------|-------|
| | | | | | Fe | Mn | Zn | Cu | B |
| T ₁ | ۲/۸۰A | ۰/۱۲۲A | ۰/۷۱A | ۰/۲۳۵A | ۳۶۲ A | ۳۲/۱A | ۳۶/۰ C | ۱۳/۴۷A | ۴۰A |
| T ₂ | ۲/۶۹A | ۰/۱۳۲A | ۰/۸۱A | ۰/۲۱۵A | ۳۸۶ A | ۳۱/۲۵A | ۳۴/۰ C | ۱۳/۹۰A | ۴۲/۵A |
| T ₃ | ۲/۵۷A | ۰/۱۳۵A | ۰/۶۹A | ۰/۲۴۵A | ۳۳۸ AB | ۳۳/۲A | ۳۱/۰ C | ۱۳/۶۰A | ۴۴/۵A |
| T ₄ | ۲/۷۴A | ۰/۱۴۰A | ۰/۸۷A | ۰/۲۲۰A | ۴۱۸ AB | ۲۶/۸A | ۳۳/۱ C | ۱۲/۶۰A | ۴۴/۴A |
| T ₅ | ۲/۸۱A | ۰/۱۳۲A | ۱/۰۲A | ۰/۲۲۰A | ۳۹۵ AB | ۲۶/۹A | ۳۲/۷ C | ۱۲/۳۰A | ۴۲/۹A |
| T ₆ | ۲/۶۸A | ۰/۱۳۵A | ۰/۹۲A | ۰/۲۱۷A | ۳۴۷ AB | ۲۵/۱A | ۴۰/۴ C | ۱۲/۰۷A | ۴۰/۴A |
| T ₇ | ۲/۸۰A | ۰/۱۵۷A | ۰/۹۰A | ۰/۲۳۷A | ۲۶۴ AB | ۲۵/۸A | ۱۷۵/۵ B | ۱۳/۱۷A | ۵۰/۲A |
| T ₈ | ۲/۵۹A | ۰/۱۴۰A | ۱/۱۲A | ۰/۲۲۷A | ۴۰۵ AB | ۲۷/۵A | ۲۹۲/۰ A | ۱۳/۰۵A | ۴۲/۸A |
| T ₉ | ۲/۸۲A | ۰/۱۳۲A | ۱/۱۴A | ۰/۲۱۰A | ۴۳۳ AB | ۳۴/۷A | ۳۴۵/۰ A | ۱۱/۷۰A | ۳۸/۲A |
| T ₀ | ۲/۷۱A | ۰/۱۲۷A | ۰/۸۹A | ۰/۲۲۵A | ۳۴۸ AB | ۳۳/۷A | ۲۴/۲ C | ۱۴/۸۰A | ۴۲/۴A |
| F آزمون | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ** | ns | ns |

ns- عدم اختلاف معنی دار **: اختلاف معنی دار در سطح یک درصد *: اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد
- حروف یکسان عدم اختلاف بین تیمارها با را آزمون دانکن نشان می‌دهد و پارامترهای که حروف گذاری نشده‌اند همه در یک کلاس قرار دارند.

غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، آهن، منگنز و مس برگ نداشت (جدول ۱۰). به‌طور کلی مصرف سولفات روی در این آزمایش، قطر متوسط میوه را نسبت به شاهد افزایش داد ولیکن اثر معنی‌داری بر فاکتورهای کیفی میوه از قبیل میزان عصاره، اسیدیته کل و میزان کل مواد جامد محلول نداشت. عملکرد متوسط درختان نیز با محلولپاشی سولفات روی افزایش یافت. نگهداری میوه‌ها به مدت یک ماه در انبار معمولی نشان داد که کمترین درصد کاهش وزن مربوط به تیمار مصرف ۵۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به‌صورت پخش سطحی آزمایشی و محلول‌پاشی ۳ در هزار سولفات روی بود و بیشترین درصد کاهش وزن از تیمار شاهد حاصل گردید.

نتایج سال چهارم آزمایش نشان داد که اثر تیمارهای مصرف سولفات روی بر قطر میوه معنی‌دار بود و بیشترین قطر متوسط میوه از تیمار محلول‌پاشی ۲ در هزار سولفات روی حاصل گردید (جدول ۹). اثر تیمارهای سولفات روی بر میزان عصاره میوه معنی‌دار نبود ولی مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد که بیشترین میزان عصاره میوه از تیمار مصرف ۱۰۰ گرم روی خالص به‌صورت نواری بدست آمد. مشاهدات ظاهری درختان نشان داد که مصرف سولفات روی علی‌الخصوص محلول‌پاشی سولفات روی موجب رفع عارضه کمبود روی و بهبود وضع ظاهری درختان شد. کاربرد روی غلظت روی برگ پرتقال را به‌طور معنی‌داری افزایش اما تأثیر معنی‌داری در

جدول ۹ - تاثیر مقدار و روش مصرف سولفات روی بر عملکرد و برخی خواص کیفی پرتقال سانگین (سال چهارم آزمایش)

| تیمار | عملکرد متوسط (kg/tree) | وزن متوسط میوه (gr/fruit) | قطر متوسط میوه (mm) | میزان عصاره میوه (cm ³ /fruit) | مواد جامد محلول (%) | اسیدیته عصاره (%) | اسید اسکوربیک (mg/100gr) |
|----------------|------------------------|---------------------------|---------------------|---|---------------------|-------------------|--------------------------|
| T ₁ | ۱۸۰ AB | ۲۱۷/۴ A | ۷/۵۳ ABC | ۹۶/۲۵ AB | ۱۰/۷۵ AB | ۱/۵۱ AB | ۶۳/۶۰ A |
| T ₂ | ۶۸ C | ۱۶۸/۰ B | ۶/۷۹ C | ۷۰/۳۷۵B | ۱۱/۶۲ A | ۱/۵۰ AB | ۷۳/۷۰ A |
| T ₃ | ۸۵ BC | ۲۰۴/۸ AB | ۷/۰۳ BC | ۷۵/۰۰ AB | ۱۰/۰۰ B | ۱/۴۷ AB | ۶۶/۰۲ A |
| T ₄ | ۱۳۶ ABC | ۲۰۸/۰ AB | ۷/۴۵ ABC | ۸۳/۰۰ AB | ۱۱/۰۰ AB | ۱/۳۹ B | ۶۷/۱۰ A |
| T ₅ | ۹۶ BC | ۲۱۵/۷ AB | ۷/۴۷ ABC | ۱۰۰/۶۷ A | ۹/۶۷ B | ۱/۵۴ AB | ۶۳/۱۰ A |
| T ₆ | ۲۰۳ A | ۲۲۷/۰ A | ۶/۲۶ C | ۹۳/۷۵ AB | ۱۰/۲۵ AB | ۱/۶۲ AB | ۵۸/۳۰ A |
| T ₇ | ۱۱۴ ABC | ۲۲۹/۵ A | ۷/۷۳A | ۹۱/۸۳ AB | ۱۰/۸۰ AB | ۱/۹۳ A | ۶۴/۲۰ A |
| T ₈ | ۱۴۸ ABC | ۲۱۲/۱AB | ۷/۴۸ ABC | ۸۸/۱۲ AB | ۱۰/۲۵ AB | ۱/۴۷ AB | ۵۹/۰۵ A |
| T ₉ | ۱۷۰ AB | ۱۹۸/۵ AB | ۷/۳۷ ABC | ۸۴/۱۳AB | ۱۰/۶۲ AB | ۱/۵۷ AB | ۶۰/۹۵ A |
| T ₀ | ۱۰۱ BC | ۲۰۵/۰ AB | ۶/۷۸ C | ۷۹/۷ AB | ۱۰/۰۰ B | ۱/۵۴ AB | ۶۳/۶۰ A |
| F آزمون | * | ns | * | ns | ns | ns | ns |

ns- عدم اختلاف معنی‌دار *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد **: اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد
- حروف یکسان عدم اختلاف بین تیمارها با را آزمون دانکن نشان می‌دهد و پارامترهای که حروف گذاری نشده‌اند همه در یک کلاس قرار دارند.

جدول ۱۰- تأثیر مقدار و روش مصرف سولفات روی بر غلظت عناصر غذایی برگ پرتقال سانگین (سال چهارم آزمایش)

| تیمار | درصد | | | | میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ | | |
|----------------|---------|---------|-------|--------|---------------------------------|---------|----------|
| | N | P | K | Mg | Fe | Mn | Zn |
| T ₁ | ۲/۸۵ AB | ۰/۱۳۵ A | ۱/۳۲A | ۰/۱۹۲A | ۱۲۷A | ۱۲/۵ B | ۲۶/۴ C |
| T ₂ | ۲/۶۲ AB | ۰/۱۴۵ A | ۱/۳۲A | ۰/۳۶۰A | ۱۳۰A | ۱۴/۵ AB | ۲۱/۹C |
| T ₃ | ۲/۹۷ A | ۰/۱۵۰A | ۱/۳۸A | ۰/۲۲۰A | ۱۷۲A | ۲۱/۱ A | ۲۷/۲C |
| T ₄ | ۲/۷۷ AB | ۰/۱۳۷A | ۱/۱۵A | ۰/۱۹۵A | ۱۴۹A | ۱۶/۷ AB | ۲۵ C |
| T ₅ | ۲/۵۷ B | ۰/۱۳۰A | ۱/۲۰A | ۰/۱۶۰A | ۱۴۱A | ۱۶ AB | ۳۲/۲ C |
| T ₆ | ۲/۶۷ AB | ۰/۱۴۷A | ۱/۴۰A | ۰/۱۹۰A | ۱۵۳A | ۱۵/۸ AB | ۳۵/۳ C |
| T ₇ | ۲/۸۲ AB | ۰/۱۷۷A | ۱/۲۷A | ۰/۱۹۲A | ۱۴۹A | ۱۳/۶ B | ۱۳۷/۵ B |
| T ₈ | ۲/۸۵ AB | ۰/۱۳۲A | ۱/۲۳A | ۰/۲۰۰A | ۱۴۶A | ۱۷/۸ AB | ۱۹۰/۲ AB |
| T ₉ | ۲/۹۷ A | ۰/۱۵۵A | ۱/۶۰A | ۰/۲۱۰A | ۱۶۱A | ۱۷/۲ AB | ۲۲۳/۶ A |
| T ₀ | ۲/۹AB | ۰/۱۵۵A | ۱/۴۷A | ۰/۱۷۵A | ۱۶۳A | ۱۷/۸ AB | ۲۳ C |
| F نتیجه آزمون | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ** |

ns- عدم اختلاف معنی دار **: اختلاف معنی دار در سطح یک درصد *: اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد

- حروف یکسان عدم اختلاف بین تیمرها با را آزمون دانکن نشان می دهد.

بحث

می باشد که این آنزیمها در متابولیسم قندها دخالت دارند، بنابراین روی به طور غیر مستقیم در متابولیسم قندها دخالت دارند که کمبود آن می تواند در متابولیسم قندها اختلال ایجاد نماید. همچنین روی در سنتز پروتئین دخالت داشته و در شرایط کمبود روی سنتز پروتئین کاهش می یابد که به دلیل کاهش فعالیت RNA پلی مرز و همچنین افزایش فعالیت RNase می باشد که با افزایش فعالیت RNase RNAها شکسته می شوند. از نقش های دیگر روی، ساختن تربیتوفان می باشد که پیش ماده اکسین است و با کمبود روی، میزان اکسین کاهش و در نتیجه رشد سرشاخه ها و برگها کاهش یافته و حالت مرگ سرشاخه ها حاصل می شود که در نهایت، راندمان فتوسنتز در این درختان مبتلا به کمبود روی، کاهش می یابد. بنابراین در شرایط کمبود روی به دلیل کاهش سطح مؤثر برگها، اندازه میوه ها کوچک شده و حتی ریزش آنها در طول دوره رشد اتفاق می افتد که این عوامل سبب می شود میزان محصول در واحد سطح کاهش یابد. زیرا ارتباط مستقیمی بین سطح برگها و اندازه میوه وجود دارد. نتایج تحقیقات متعدد نشان داده است که درصد بالایی از روی به صورت غیر فعال در برگها تجمع می یابد که در اپیدرم برگهای محلول پاشی شده و همچنین فضای مرده آپوپلاستی باقی می ماند (Qinglong and Brown, 1995).

نتایج چهار ساله آزمایش با درختان پرتقال سانگین در شرق مازندران نشان داد که مصرف سولفات روی در کلیه تیمرها موجب رفع عارضه کمبود روی و افزایش غلظت روی برگها نسبت به شاهد شد و بیشترین غلظت روی برگ از تیمار محلول پاشی با غلظت ۴ در هزار سولفات روی حاصل گردید و

تأثیر مصرف ۴ ساله سولفات روی بر عملکرد، خواص کیفی و غلظت عناصر غذایی برگ در جدول های (۱۱) تا (۱۴) آمده است. همان طور که نتایج نشان می دهد تأثیر تیمارهای کودی بر عملکرد میوه پرتقال سانگین معنی دار بود. اختلاف روش های مصرف سولفات روی نیز در عملکرد پرتقال سانگین در سطح ۵ درصد معنی دار شد و بالاترین عملکرد پرتقال سانگین از تیمار مصرف ۲۰۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به صورت نواری بدست آمد که نسبت به شاهد ۶۷ درصد افزایش عملکرد نشان داد. اثر سه روش مصرف سولفات روی شامل: پخش سطحی، چال کود و محلول پاشی بر عملکرد و کیفیت میوه مرکبات در صفی آباد- دزفول مورد مطالعه قرار گرفت و گزارش شد که چال کود مؤثرترین روش برای مصرف سولفات روی می باشد (Gandomkar, 2003). گرچه Nijjar (1990) سه روش مصرف سولفات روی شامل: قرار دادن در نوارهایی به عمق ۳۰ سانتی متر در فاصله یک متری از تنه درخت، پخش سطحی و مخلوط کردن با خاک و قرار دادن در سوراخهایی به صورت کپهای در فاصله یک متری از تنه درخت را مورد مطالعه قرار دادند و گزارش کردند که برای خاکهای منطقه Ludhiana، پخش سطحی مؤثرترین روش برای مصرف سولفات روی می باشد. تمامی روش های مصرف سولفات روی (همراه با تغذیه متعادل سایر عناصر غذایی) سبب افزایش معنی دار عملکرد نسبت به شاهد گردید. براساس مطالعات انجام شده (Asadi Kangarshahi et al., 2001; Nair et al., 1960; Marchner, 1993) تأثیر مصرف سولفات روی در عملکرد احتمالاً به این دلیل می باشد که روی به عنوان فعال کننده بسیاری از آنزیمها

سولفات روی بر وزن و قطر متوسط میوه‌ها و مواد جامد محلول از نظر آماری معنی‌دار نبود گرچه مصرف سولفات روی موجب افزایش قطر و وزن متوسط میوه‌ها شد. همچنین اثر تیمارهای مختلف بر قطر پوست میوه مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که بیشترین قطر متوسط پوست میوه از تیمار مصرف ۲۰۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به صورت نواری به دست آمد که تقریباً ۹/۲ درصد بیشتر از شاهد بود ولیکن از نظر آماری معنی‌دار نبود. همچنین اثر تیمارهای مختلف مصرف سولفات روی بر خاصیت انبارمانی پرتقال سانگین نشان داد که کمترین درصد کاهش وزن میوه در طول دوره انبارمانی مربوط به تیمارهای مصرف ۵۰ گرم روی خالص به ازای هر درخت به صورت نواری و محلول پاشی با غلظت ۳ در هزار سولفات روی بود و بیشترین درصد کاهش وزن میوه از تیمار شاهد حاصل گردید.

در تمامی روش‌های مصرف سولفات روی (جدول ۱۳) غلظت روی برگ نسبت به شاهد افزایش یافت به طوری که غلظت روی از ۲۳/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد به ۲۷/۲، ۲۷/۴ و ۱۸۵/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم به ترتیب در روش‌های مصرف به صورت پخش سطحی، نواری و محلول پاشی سولفات روی رسید. اثر تیمارهای مختلف سولفات روی بر وزن و قطر متوسط میوه‌ها، میزان عصاره میوه، مواد جامد محلول و اسیدیته عصاره مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱۴) و نتایج نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر میزان عصاره میوه و اسیدیته عصاره در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. بیشترین میزان عصاره میوه از تیمار مصرف ۵۰ گرم روی خالص به صورت پخش سطحی و بیشترین اسیدیته عصاره از تیمار محلول پاشی با غلظت ۲ در هزار سولفات روی به دست آمد و اثر تیمارهای مختلف مصرف

جدول ۱۱ - تأثیر مقدار و روش مصرف سولفات روی بر میانگین غلظت عناصر غذایی برگ پرتقال سانگین (نتایج چهار سال)

| تیمار | N | P | K | Mg | Fe | Zn | Mn | Cu |
|----------------|-------|--------|--------|-------|---------------------------------|--------|--------|--------|
| | درصد | | | | میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ | | | |
| T ₁ | ۲/۸۰A | ۰/۱۳۰A | ۰/۹۶B | ۰/۲۰A | ۲۴۴AB | ۳۰/۳۰D | ۲۴/۵B | ۱۳/۷AB |
| T ₂ | ۲/۶۷A | ۰/۱۳۰A | ۱AB | ۰/۲۸A | ۲۸۵A | ۲۵/۷۰D | ۲۲/۷C | ۱۴/۵A |
| T ₃ | ۲/۷۲A | ۰/۱۴۰A | ۰/۹۴B | ۰/۲۱A | ۲۵۵AB | ۲۵/۷۰D | ۲۶/۴AB | ۱۱/۸BC |
| T ₄ | ۲/۷۵A | ۰/۱۳۰A | ۰/۹۴B | ۰/۲۰A | ۲۸۳A | ۲۵/۸۰D | ۲۳/۷BC | ۱۳/۴C |
| T ₅ | ۲/۷۳A | ۰/۱۲۷A | ۰/۹۷B | ۰/۱۹A | ۲۶۸AB | ۲۶/۳۰D | ۲۶/۰AB | ۱۲/۲C |
| T ₆ | ۲/۷۰A | ۰/۱۴۰A | ۱/۰۸AB | ۰/۱۹A | ۲۵۰AB | ۳۰/۹۶D | ۲۲/۳C | ۱۲/۳BC |
| T ₇ | ۲/۷۷A | ۰/۱۵۰A | ۱/۰۰AB | ۰/۲۰A | ۲۰۶B | ۱۳۴C | ۲۲/۱C | ۱۱/۱C |
| T ₈ | ۲/۶۸A | ۰/۱۳۰A | ۱/۰۵AB | ۰/۲۱A | ۲۷۵AB | ۱۹۴B | ۲۵/۲B | ۱۱/۵BC |
| T ₉ | ۲/۸۹A | ۰/۱۴۰A | ۱/۲۶A | ۰/۲۲A | ۲۹۷A | ۲۲۹A | ۳۰/۰A | ۱۱/۹C |
| T ₀ | ۲/۷۵A | ۰/۱۳۷A | ۱/۰۷AB | ۰/۲۱A | ۲۵۵AB | ۲۳/۴D | ۲۵/۳B | ۱۰/۴C |
| F آزمون | ns | ns | ns | ns | * | ** | ns | ns |

ns-عدم اختلاف معنی‌دار **: اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد

- حروف یکسان عدم اختلاف بین تیمارها را با آزمون دانکن نشان می‌دهد.

جدول ۱۲ - تأثیر مقدار و روش مصرف سولفات روی بر میانگین عملکرد و برخی خواص کیفی پرتقال سانگین (چهار سال)

| تیمار | عملکرد متوسط (Kg/tree) | وزن متوسط میوه (gr/fruit) | قطر متوسط میوه (mm) | میزان عصاره میوه (cm ³ /fruit) | مواد جامد محلول (%) | اسیدیته عصاره (%) |
|----------------|------------------------|---------------------------|---------------------|---|---------------------|-------------------|
| T ₁ | ۱۷۷/۷B | ۱۶۲/۲A | ۶۹/۳A | ۵۴/۴A | ۱۰/۱۰A | ۱/۲۵AB |
| T ₂ | ۱۳۵/۶BC | ۱۵۲/۱A | ۶۴/۹A | ۴۲/۰B | ۹/۹۳A | ۱/۲۸AB |
| T ₃ | ۱۴۰/۴BC | ۱۵۳/۳A | ۶۳/۶A | ۴۵/۰AB | ۹/۷۸A | ۱/۲۶AB |
| T ₄ | ۱۶۷/۵B | ۱۵۲/۵A | ۶۶/۱A | ۴۵/۵AB | ۹/۹۴A | ۱/۱۷B |
| T ₅ | ۱۳۸/۲BC | ۱۷۲/۹A | ۶۶/۸A | ۵۳/۱A | ۹/۴۸A | ۱/۲۷AB |
| T ₆ | ۲۰۴/۵A | ۱۵۲/۳A | ۶۷/۷A | ۴۷/۴AB | ۹/۵۳A | ۱/۳۶AB |
| T ₇ | ۱۵۰/۴BC | ۱۶۲/۲۵A | ۶۹/۷A | ۴۹/۹AB | ۱۰/۱۰A | ۱/۴۹A |
| T ₈ | ۱۷۱/۵B | ۱۵۶/۳A | ۶۵/۹A | ۴۵/۸AB | ۹/۸۷A | ۱/۳۰AB |
| T ₉ | ۱۷۳/۵B | ۱۴۲/۸A | ۶۴A | ۴۶/۵AB | ۹/۹۸A | ۱/۳۰AB |
| T ₀ | ۱۲۲/۲C | ۱۴۷/۵A | ۶۰/۶A | ۴۵/۳AB | ۹/۷۸A | ۱/۳۳AB |
| F آزمون | * | ns | ns | * | ns | * |

ns-اختلاف غیر معنی‌دار *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد

- حروف یکسان عدم اختلاف بین تیمارها را با آزمون دانکن نشان می‌دهد.

جدول ۱۳- اثر روش مصرف سولفات روی بر میانگین غلظت عناصر غذایی برگ پرتقال سانگین (نتایج چهار سال)

| Cu | Mn | Zn | Fe | Mg | K | P | N | روش مصرف |
|---------------------------------|-------|--------|------|--------|-------|-------|-------|------------|
| میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ | | | | درصد | | | | |
| ۱۰/۴B | ۲۵/۳A | ۲۳/۴B | ۲۵۵A | ۰/۲۱AB | ۱/۰۷A | ۰/۱۴A | ۲/۷۵A | شاهد |
| ۱۳/۳A | ۲۴/۵A | ۲۷/۲B | ۲۶۱A | ۰/۲۳A | ۰/۹۷A | ۰/۱۳A | ۲/۷۳A | پخش سطحی |
| ۱۲/۶AB | ۲۴/۰A | ۲۷/۴B | ۲۶۷A | ۰/۱۹B | ۰/۹۹A | ۰/۱۳A | ۲/۷۲A | نواری |
| ۱۱/۵AB | ۲۵/۸A | ۱۸۵/۶A | ۲۵۹A | ۰/۲۱AB | ۱/۱۰A | ۰/۱۴A | ۲/۷۸A | محلول پاشی |
| ns | ns | ** | ns | ns | ns | ns | ns | آزمون F |

ns- عدم اختلاف معنی دار **: اختلاف معنی دار در سطح یک درصد *: اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد

- حروف یکسان عدم اختلاف بین تیمارها با آزمون دانکن نشان می‌دهد.

جدول ۱۴- اثر روش مصرف سولفات روی بر میانگین عملکرد و خواص کیفی پرتقال سانگین (نتایج چهار سال)

| روش مصرف | عملکرد (kg/tree) | وزن متوسط میوه (gr/fruit) | قطر متوسط میوه (mm) | میزان عصاره میوه (cm ³ /fruit) | مواد جامد محلول (%) | اسیددیده کل (%) | قطر پوست کل (mm) | وزن پوست به قطر پوست (g/mm) |
|------------|------------------|---------------------------|---------------------|---|---------------------|-----------------|------------------|-----------------------------|
| شاهد | ۱۲۲/۲C | ۱۴۷/۵B | ۶۰/۶B | ۴۵/۳A | ۹/۷۸A | ۱/۳۳A | ۳/۶۴۴A | ۹/۷۴۲C |
| پخش سطحی | ۱۵۱/۲B | ۱۵۵/۹AB | ۶۵/۹A | ۴۷/۱A | ۹/۹۴A | ۱/۲۶A | ۳/۲۵۸B | ۱۲/۹۷B |
| نواری | ۱۷۰/۰A | ۱۶۲/۵A | ۶۶/۹A | ۴۸/۷A | ۹/۶۵A | ۱/۲۴A | ۳/۱۵۵AB | ۱۳/۸۳A |
| محلول پاشی | ۱۶۵/۰A | ۱۴۸/۹B | ۶۶/۵A | ۴۷/۴A | ۹/۹۸A | ۱/۳۶A | ۳/۶۴۲A | ۱۲/۶۷B |
| آزمون F | * | * | * | ns | ns | ns | ns | * |

ns- اختلاف غیر معنی دار *: اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد

- حروف یکسان عدم اختلاف بین تیمارها با آزمون دانکن نشان می‌دهد.

مصرف سولفات روی موجب افزایش غلظت روی گوشت میوه شد که در غنی سازی مرکبات و در نتیجه بهبود سلامت غذایی جامعه می‌تواند موثر باشد.

مصرف سولفات روی غلظت روی در پوست میوه را افزایش داد و همچنین موجب افزایش خاصیت انبارمانی پرتقال سانگین نسبت به شاهد شد.

با توجه به مطالعات انجام شده توسط نگارنده و همکاران میزان روی برگ در تقریباً ۵۷ درصد مرکبات شرق مازندران زیر حد مطلوب بود. بنابراین مصرف سولفات روی در این باغها به صورت محلول پاشی و نواری توصیه می‌گردد.

برای مقایسه اقتصادی روش مصرف محلول پاشی و نواری پیشنهاد می‌گردد که امکان اختلاط سولفات روی با سموم شیمیایی در روش محلول پاشی و برهمکنش آنها در جذب روی توسط برگ و همچنین اثر باقیمانده مصرف سولفات روی در خاک در روش نواری در باغهای مرکبات منطقه مورد بررسی قرار گیرد و سپس با در نظر گرفتن موارد مذکور می‌توان مقایسه اقتصادی صحیحی بین دو روش انجام داد.

با توجه به اثر سولفات روی در رشد لوله گرده و تشکیل میوه پیشنهاد می‌گردد از زمان محلول پاشی قبل از تشکیل گل (Preanthesis) و در مرحله گلدهی کامل (Full bloom) مورد مطالعه قرار گیرد.

اثر روش‌های مختلف مصرف سولفات روی بر عملکرد و خواص کیفی پرتقال سانگین نشان داد که بیشترین عملکرد، وزن و قطر متوسط میوه از روش مصرف نواری سولفات روی حاصل شد به طوری که عملکرد، وزن و قطر متوسط میوه‌ها در روش نواری به ترتیب ۳۹، ۱۰/۲ و ۱۰/۴ درصد بیشتر از شاهد بود. در روش مصرف سولفات روی به صورت محلول پاشی و پخش سطحی عملکرد میوه‌ها به ترتیب تقریباً ۳۵ درصد و ۲۳/۷ درصد بیشتر از شاهد بود و وزن و قطر متوسط میوه‌ها در روش پخش سطحی به ترتیب ۱۰ و ۸/۷ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مصرف سولفات روی عملکرد پرتقال سانگین را افزایش داد و این افزایش در سطح ۵ درصد معنی دار بود.

بیشترین عملکرد پرتقال سانگین (در شرق مازندران) از تیمار مصرف ۲۰۰ گرم روی به ازای هر درخت به صورت نواری حاصل شد.

تمامی روش‌های مصرف سولفات روی، غلظت روی برگ پرتقال سانگین را نسبت به شاهد افزایش دادند و این افزایش به ترتیب از روش‌های محلول پاشی، مصرف نواری و پخش سطحی سولفات روی حاصل شد.

REFERENCES

- Ahyae, M. (1997). *Methods of soil chemical analysis*. Publication 1024. Soil and Water Institute, Tehran, Iran. (In Farsi)
- Asadi Kangarshahi, A. and Mahmoudi, M. (2001). Trend of used chemical fertilizer and its consequence in Mazandaran. In: Proceeding of 7th Iranian Soil Science Congress, Shahr e Kord, Iran. (In Farsi)
- Asadi Kangarshahi, A., Akhlaghi Amiri, N., Mahmoudi, M. and Malakouti, M. J. (2001). *Diagnosis of nutritional disorders in citrus of Mazandaran (limited and recommends): part 1. macro elements*. Publication 268. Agricultural Research and Education Organization, Agricultural Ministry, Karaj, Iran. (In Farsi)
- Asadi Kangarshahi, A., Akhlaghi Amiri, N., Mahmoudi, M. and Malakouti, M. J. (2002). *Diagnosis of nutritional disorders in citrus of Mazandaran (limited and recommends): part 2. micro elements*. Publication 269. Agricultural Research and Education Organization, Agricultural Ministry, Karaj, Iran. (In Farsi)
- Asadi Kangarshahi, A., Mahmoodi, M. and Akhlaghi Amiri, N. (2002a). Nutritional disorders in citrus gardens of Mazandaran, Iran. In: Proceeding of 3rd International Symposium on Sustainable Agro - environment Systems: new technologies and applications, (26-29 Oct.), Cairo, Egypt.
- Asadi Kangarshahi, A., Mahmoodi, M. and Akhlaghi Amiri, N. (2002b). Trends of used chemical fertilizers and its consequences in Mazandaran, Iran. In: Proceeding of 3rd International Symposium on Sustainable Agro-environment Systems: new technologies and applications, (26-29 Oct.), Cairo, Egypt.
- Braddock, R. J. (1999). Handbook of citrus by products and processing technology. INC. New York.
- Davies, F. S. and Gene Albrigo, L. (1994). *Citrus redwood books*. (pp. 144 -157). Britain, Wiltshire.
- Emami, A. (1996). *Methods of plant analysis*. Publication 982. Soil and Water Institute, Tehran, Iran. (In Farsi)
- Gandomkar, A. (2003). Effect of levels and methods of ZnSO₄ application on yield and quality of citrus fruit. In: Proceeding of 8th Iranian Soil Science Congress, (1-4 Sep.), Rasht, Iran.
- Hassan, A. K. (1995). Effect of foliar sprays with some micronutrients on Washington navel orange trees, 2: tree fruiting and fruit quality. *Annual Agricultural Science*, 3, 1507-1516.
- Langthasa, L., and R.K. Bhattacharyya. (1991). Foliar application of zinc on fruit quality of "Assam lemon". *South India Horticulture*, 39, 153-155.
- Langthasa, S., Bhattacharyya, R.K. and Langthosa, S. (1995). NPK contents of Assam lemon leaf as affected by foliar zinc sprays. *Annual Agricultural Research*, 16, 423-494.
- Lindsay, W.L. (1991). Inorganic equilibria affecting micronutrient in soils. In: J.J. Mortvedt et al. (Ed.), *Micronutrient in Agriculture* (2nd ed.). (pp. 90-109). Soil Science Society of America., INC. Madison, Wisconsin, USA.
- Malakouti, M.J. (2001). *Optimum using of Zn, an efficient step to avoiding shoot die back in fruit tree of Iran (pistatio, walnut and citrus)*. Publication 150. Agricultural Research and Education Organization, Agricultural Ministry, Karaj, Iran. (In Farsi)
- Marchal J. (1984). Citrus. In: P. Martin et al. (Ed.), *Plant analysis as a guide to the nutrient requirements of temperate and tropical crops*. (pp. 320-354). Lavoisier Publishing INC. New York.
- Marschner, H. (1993). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. (4th ed.). (pp. 347-364). Academic press, London, England.
- Nijjar, G.S. (1990). *Nutrition of fruit trees*. (2nd ed.). (pp. 240-257). Kalyani publishers, India.
- Nair, P.C.S., Mukerjee, S.K. and Kathavate, Y.V. (1968). Studies on citrus dieback in India. In: Micronutrient status in soil and leaves of citrus. *Indian Journal of Agricultural Science*, 38, 184-194.
- Qin, X. (1996). Foliar spray of B, Zn and Mg and their effects on fruit production and quality of Jincheng orange (*Citrus sinensis*). *Journal of South West Agriculture University*, 18, 40-45.
- Qinglong, Z. and Brown, P.H. (1995). Foliar spray at spring flush enhances zinc status of pistachio and walnut trees. *Hortscience*, 30, 879-886.
- Spiegel-Roy, P. and Goldschmitt, E.E. (1996). *Biology of Citrus*. (pp. 141-145). Cambridge University Press.
- Stiles, W.C. and Shaw-Reid, W. (1991). *Orchard nutrition management*. Bull. 219. Cornell University.
- Trchan, S. P. and Sekhon, G. S. (1977). Effect of clay, organic matter and CaCO₃ content of zinc adsorption by soils. *Plant Soil*, 46, 329-336.