مقاله پژوهشی

# اثر تغذیه برگی روی و آهن بر برخی ویژگی‌های کمّی و کیفی اورلاندو تانجلو

اکبر سالاری[1] و سمیه رستگار*[2]

[1] گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد واحد جیرفت

[2] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

(تاریخ دریافت: ١٣٩٩/٠٣/١٤، تاریخ پذیرش نهایی: ١٣٩٩/٠٧/٢٢)

**چکیده**

**به‌منظور ارزیابی محلول‌پاشی آهن و روی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی اورلاندو تانجلو، آزمایشی در باغی در شهرستان منوجان در استان کرمان بر روی درختان ۵ ساله انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل روی و آهن هر کدام در سه سطح (صفر، ۱ و ۲ در هزار) بود. بر اساس نتایج به‌دست آمده، کاربرد کود آهن و روی باعث افزایش معنی‌دار تعداد گل و میوه شد. به‌طوریکه بیشترین تعداد گل و میوه در استفاده توأم آهن و روی در غلظت ۲ در هزار مشاهده شد. کاربرد آهن و روی تأثیر معنی‌داری بر اندازه میوه (قطر و طول و نسبت طول به قطر) و حجم آب میوه نداشت. متوسط وزن میوه در نتیجه کاربرد کود کاهش یافت. اما تفاوت معنی‌داری بین شاهد و استفاده از آهن (۲ در هزار) با دو غلظت ۱ و ۲ در هزار روی مشاهده نشد. بیشترین نسبت گوشت به پوست در تیمار ۱ (۳/۵۸) و ۲ (۳/۲۵) در هزار کود روی به‌دست آمد. کمترین نسبت TSS/TA (۱/۳٤) در نتیجه کاربرد آهن ۲ در هزار مشاهده شد. بجز تیمارهای آهن ۲ در هزار به‌همراه غلظت‌های مختلف روی، سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری میزان آسکوربیک اسید میوه را افزایش دادند. اگرچه کاربرد کود روی (۱ در هزار) به‌تنهایی و کود آهن (۱ در هزار) به‌همراه کود روی (۲ در هزار) میزان فنل میوه را افزایش دادند اما تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان ندادند. کاربرد کود باعث بهبود رنگ میوه شد. به‌طوریکه بالاترین میزان *a (رنگ نارنجی‌تر) در نتیجه کاربرد آهن ۱ در هزار توأم با روی ۱ و ۲ در هزار مشاهده شد. کلی کاربرد کود روی و آهن نقش مؤثری در افزایش تعداد گل و میوه اولاندوتانجلو و بهبود برخی خصوصیات کیفی مانند افزایش نسبت گوشت به پوست و آسکوربیک اسید میوه داشتند.**

**کلید واژه‌ها: ریزش، ریزمغذی، محلول‌پاشی، مرکبات**

**مقدمه**

مرکبات از مهم‌ترین درختان میوه در کشورهای مختلف جهان از جمله ایران است. براساس آخرین آمار ارائه‌شده توسط سازمان خواروبار جهانی در سال ۲۰۱۸ تولید جهانی مرکبات، معادل ١٥٢٤٤٨٨٠٠ تن بوده است. مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده مرکبات به‌ترتیب؛ چین، برزیل، هند، مکزیک، ایالات متحده آمریکا، اسپانیا، ترکیه، مصر، نیجریه، آرژانتین و ایران (در رده یازدهم) هستند. چین با تولید ٤١٣٨١٤٠٠ تن مقام اول تولید مرکبات دنیا را دارد. تولید مرکبات در ایران در سال ۲۰۱۸ معادل ٣٤٨٦٨٣٦ تن بوده است (FAO, 2018). استان هرمزگان با ۷ هزار و ۲۳۰ هکتار سطح زیرکشت نارنگی و تولید سالانه ٦٩ هزار تن رتبه سوم تولید نارنگی کشور را به

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: rastegarhort@gmail.com

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.10.0 ]

خود اختصاص داده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۵). نارنگی اورلاندو تانجلو حاصل تلاقی گریپ‌فروت دانکن و نارنگی دنسی می‌باشد. رقمی میان‌رس و پرمحصول، که دارای میوه‌هایی با اندازه متوسط تا درشت، پوست نازک وصاف به رنگ نارنجی روشن تا تیره می‌باشد (گلعین و عدولی، ۱۳۹۷).

کمبود عناصر ریزمغذی در خاک‌های آهکی دنیا یکی از عوامل کاهش عملکرد گیاهان می‌باشد. در بیشتر باغ‌های مرکبات جنوب ایران کمبود عناصر کم‌مصرف مانند آهن و روی، به‌دلیل آهکی‌بودن خاک، حل‌شوندگی پایین عناصر کم مصرف، pH بالا، پایین‌بودن درصد مواد آلی خاک و وجود یونهای بی‌کربنات در آب‌های آبیاری دیده می‌شود (ملکوتی و طباطبائی، ۱۳۷۹). آهن در ساخت و نگهداری کلروفیل، تولید کربوهیدرات‌ها، تنفس سلولی، احیا شیمیایی نیترات و سولفات در جذب ازت ایفا نقش کرده و در متابولیسم اسید نوکلوئیک و کلروپلاست و RNA نیز مؤثر است (Nijjar, 1990). روی در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی گیاه، نقش کاتالیزوری و یا ساختمانی دارد و در ساخت پروتئین و تولید بذر گیاه هم دخالت دارد و همچنین به تشکیل کلروفیل و آنزیم‌های معین کمک می‌کند. مقدار کم روی موجب تولید میوه‌های کوچک با پوست نازک می‌شود. گیاه برای تشکیل و توسعه موفقیت‌آمیز گل به مقدار کافی روی نیازمند است (عبادی و همکاران، ۱۳۹۵). مطالعات نشان داده است که روی از طریق تحریک سنتز آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز و درنتیجه افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان کل میوه با عث کاهش سطح گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) در مرکبات می‌گردد (Hippler *et al.*, 2015). عنصر روی جهت تشکیل میوه و به‌دست آوردن اندازه مناسب آن مورد نیاز است. گیاهان در شرایط کمبود روی از نظر ساخت هورمون‌ها به‌ویژه اکسین دچار مشکل می‌شوند. به‌طور طبیعی اکسین ریزش میوه را در مرکباتی مانند پرتقال به تأخیر می‌اندازد. عنصر روی در بیوسنتز تریپتوفان که پیش‌ماده سنتز اکسین است نقش دارد (Marschner, 2012; Razzaq *et al.*, 2013).

تغذیه برگی روشی مناسب جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و خطرات محیطی آن‌ها می‌باشد. با تغذیه برگی می‌توان عناصر غذایی را در اسرع وقت در اختیار گیاه گذاشت. در این روش عناصر غذایی مستقیماً در اختیار شاخه و برگ قرار می‌گیرد. نظر به اینکه در اوایل بهار، زمانی که ریشه‌ها به‌دلیل دمای پایین خاک، نمی‌توانند عناصر غذایی را جذب کنند و عناصر غذایی نظیر نیتروژن، بر و روی شدیداً مورد نیاز گیاه هستند و نیز شاخساره‌ها و برگ‌های مرکبات جوان هستند محلول‌پاشی به سهولت می‌تواند نیاز آن‌ها را بر طرف نماید. در بعضی موارد به‌ویژه موقعی که پدیده رقابت یونی عناصر غذایی از طریق ریشه ایجاد اشکال می‌کند، تغذیه برگی اهمیت زیادی پیدا می‌کند (عبادی و همکاران، ۱۳۹۵).

خبازی و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی تأثیر محلول‌پاشی عنصر ریزمغذی روی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه پرتقال واشنگتن ناول پرداختند و نشان دادند که کاربرد سولفات روی باعث بهبود اکثر صفات کمی و کیفی میوه پرتقال واشنگتن ناول گردید. عسکری سرچشمه و همکاران (۱۳۹۸) نشان دادند که محلول‌پاشی آهن و روی باعث بهبود سفتی میوه، افزایش ویتامین ث و مواد جامد محلول میوه سیب' دلبار استیوال' (Delbar estival) گردید. در تحقیقی، کاربرد سولفات روی (٤ میلی‌گرم در لیتر) باعث افزایش وزن و تعداد میوه پرتقال رقم تامسون گردید (لولایی و همکاران، ۱۳۹۲). اسدی کنگرشاهی و همکاران (۱۳۹۰) تأثیر مصرف چهار ساله سولفات روی بر عملکرد و کیفیت پرتقال سانگین (Sangin) را بررسی و گزارش دادند که مصرف سولفات روی باعث افزایش عملکرد درخت گردید. بیشترین افزایش عملکرد در روش محلول‌پاشی در مقایسه با مصرف نواری و پخش سطحی سولفات روی حاصل شد. در پژوهشی محلول‌پاشی عنصر روی (۰/٤ درصد) باعث افزایش اندازه و وزن میوه، همچنین درصد آب میوه نارنگی شد (Kamei *et al.*, 2019). در تحقیقی Pawar و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که محلول‌پاشی سولفات آهن (۰/۵ درصد) به‌همراه سولفات منگنز (۱ درصد) باعث افزایش معنی‌دار وزن، اندازه و تعداد میوه نارنگی کینو در مقایسه با شاهد شد.

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.10.0 ]

با توجه به ارزش اقتصادی مرکبات و همچنین پتانسیل بالقوه‌ای که ایران در تولید این محصول دارد، سطح زیرکشت و تولید این محصول در حال افزایش است. لذا ضرورت دارد با در اختیار قراردادن به‌اندازه و به‌موقع عناصر ریزمغذی، از جمله روی و منگنز، سعی در افزایش کیفیت و کمیت این محصول در نواحی جنوبی کشور شود. باتوجه به مطالب فوق و همچنین بازی‌بودن pH خاک، آهکی و پایین‌بودن مواد آلی خاک و غالب‌بودن بافت شنی در خاک باغات شهرستان منوجان، همچنین ریزش بالای گل و میوه در باغات این منطقه و اینکه تاکنون پژوهشی مشابه در این منطقه صورت نگرفته است، تحقیق حاضر در یکی از باغ‌های محلی آنجا اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در باغی در شهرستان منوجان استان کرمان بر روی درختان ۵ ساله نارنگی اورلاندو (*Citrus paradisi* × *C. reticulata*) اجرا شد. موقعیت جغرافیایی این شهرستان ۷۰–۵۷ طول شرقی ۲۴–۱۷ عرض شمالی است. بیشینه و کمینه دمایی آن بین ۵۰ و ۳- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و همچنین ترکیب عناصر غذایی خاک باغ موردنظر در جدول ۱و ۲ آمده است. سعی شد که درختان انتخاب‌شده برای انجام آزمایش از نظر حجم تاج مشابه باشند. فاکتورهای آزمایش شامل کود روی در سه سطح صفر، ۱ و ۲ در هزار و کود آهن در سه سطح صفر، ۱ و ۲ در هزار بود. از کودهای نانو کلات روی (۲۰ درصد، عامل کلاته کربوکسیلیک اسید) و کلات آهن (۱۰ درصد غنی‌شده) به‌عنوان منبع کودی استفاده شد. به تمامی درختان باغ در بهمن‌ماه سولفات آمونیوم (هر درخت ۱۵۰ گرم) داده شد. محلول‌پاشی درختان طی دو مرحله در اسفندماه (قبل از بازشدن جوانه‌های گل) و فروردین (بعد از ریزش گلبرگ‌ها) به فاصله یکماه از یکدیگر انجام شد. میوه‌ها در زمان بلوغ تجاری برداشت و جهت بررسی خصوصیات کیفی به آزمایشگاه منتقل شدند.

**تعداد گل:** برای اندازه‌گیری تعداد گل و میوه، در هر درخت دو سمت شمالی و جنوبی آن انتخاب شده و در هر سمت در یک مساحت مشخص تعداد گل و میوه شمارش شدند.

**خصوصیات فیزیکی میوه:** طول و قطر میوه با استفاده از کولیس با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری و برحسب میلی‌متر بیان شد. برای تعیین وزن میوه، وزن پوست و گوشت میوه از ترازوی دیجیتال با دقت دو رقم اعشار استفاده شد. حجم آب میوه نیز با استوانه مدرج اندازه‌گیری و برحسب میلی‌لیتر بیان شد.

**خصوصیات بیوشیمیایی آب میوه، مواد جامد محلول:** برای اندازه‌گیری میزان کل مواد جامد محلول میوه (TSS)، ابتدا عصاره میوه توسط دستگاه آب میوه‌گیری تهیه شد و سپس با قراردادن چند قطره از آن روی صفحه دستگاه رفرکتومتر دیجیتالی مدل DBR95، اندازه‌گیری شد.

**اسیدیته قابل تیتراسیون:** جهت اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون از روش تیتراسیون با سود ۰/۲ نرمال تا رسیدن به pH= ۸/۲ استفاده شد.

**آسکوربیک اسید:** جهت اندازه‌گیری آسکوربیک اسید از روش تیتراسیون استفاده شد (A.O.A.C, 2000). ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر آب میوه به‌همراه ۵۰ میلی‌لیتر اسید متافسفریک سرد ۳٪ ترکیب و سپس ۵ میلی‌لیتر از محلول با ایندوفنل (سدیم-۲، ٦- دی کلروفنل- ایندوفنل) تیتر شده تا رنگ ارغوانی مشاهده شود. درنهایت، نتایج به‌صورت میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه بیان گردید.

**فنل کل:** طبق روش Shui و Leong (۲۰۰۲)، ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره متانولی با ۲/۵ میلی‌لیتر فولین (فولین ۱:۱۰) رقیق شده و با ۲ میلی‌لیتر بی‌کربنات سدیم ۷/۵ ٪ مخلوط گردید. نمونه‌ها در دمای۲۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۲ ساعت قرار گرفتند. سپس، جذب آن‌ها در طول‌موج ۷۵۰ نانومتر توسط دستگاه طیف‌سنج نوری خوانده شد. نتایج براساس میلی‌گرم در گرم وزن تازه بیان شد.

**فعالیت آنتی‌اکسیدان:** فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها، از طریق خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH (۲و۲ دی‌فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل) توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل CECIL 2501 ساخت کشور انگلستان، در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.10.0 ]

**جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش**

| واکنش گل اشباع PH | هدایت الکتریکی ($ds.m^{-1}$) | کربن‌آلی % | آهک قابل جذب | رس | لای | شن | بافت خاک | درصد اشباع S.P | عمق‌خاک (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | % | | | | | | |
| ۷/۶۹ | ۲/۵۵ | ۰/۴۳ | ۱۸/۸ | ۶ | ۲۸ | ۶۶ | لومی شنی | ۲۵ | ۳۰-۰ |
| ۷/۴۹ | ۳/۶۸ | ۰/۶۲ | ۱۷ | ۸ | ۲۸ | ۶۴ | لومی شنی | ۲۶ | ۶۰-۳۰ |

**جدول ۲- برخی عناصر خاک محل اجرای آزمایش**

| آهن قابل جذب | روی قابل جذب | منگنز قابل جذب | مس قابل جذب | فسفرقابل جذب | پتاسیم قابل جذب | ازت کل % | عمق خاک (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (mg/kg) | | | | | | | |
| ۲/۲۳ | ۰/۱۸ | ۵/۶ | ۱/۱۳ | ۵/۵ | ۴۲۱/۹۴ | ۰/۰۴ | ۳۰-۰ |
| ۱/۹۴ | ۰/۲۵ | ۱۰/۳۶ | ۱/۱۷ | ۱۰/۲ | ۳۸۲/۲ | ۰/۰۶ | ۶۰-۳۰ |

خوانده و با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Brand-Williams *et al.*, 1995).

رابطه (۱)

$$\text{Total antioxidant activity (\%RSA)} = [A_{Control} - A_{Sample} / A_{Control}] \times 100$$

**رنگ پوست میوه:** رنگ زمینه پوست با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج رنگ (Chroma color saturation) (مدل CR 400، ساخت ژاپن) و براساس خصوصیات رنگی *L، *a و *b در سه نقطه از هر میوه اندازه‌گیری شد. شاخص کروما (C) که میزان اشباع‌شدگی و شدت رنگ را نشان می‌دهد از رابطه ۲ و زاویه هیو (H) از رابطه ۳ محاسبه گردید. زاویه صفر یا ۳۶۰ درجه نشـــان‌دهنده رنگ قرمز و زاویه‌های ۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ درجه به‌ترتیب بیانگر رنگ زرد، سبز و آبی است.

رابطه (۲)

$$\text{Chroma} = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$$

رابطه (۳)

$$\text{Hue Angle} = \tan^{-1}(b^*/a^*)$$

**تجزیه آماری:** این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با چهار تکرار، فاکتور اول شامل آهن (در دو سطح) و فاکتور دوم روی (در دو سطح) انجام شد. جهت تجزیه وتحلیل داده‌های به‌دست آمده از نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن و در سطح ۵ درصد انجام شد. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند.

## نتایج و بحث

**تعداد گل و میوه:** نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل آهن و روی تأثیر معنی‌داری بر افزایش تعداد گل و میوه داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر متقابل کود آهن و روی نشان داد که استفاده از کود آهن و روی باعث افزایش معنی‌دار تعداد گل شد. به‌طوریکه بیش‌ترین تعداد گل در غلظت ۲ در هزار کود آهن به‌همراه غلظت ۲ در هزار کود روی (۸/ ۶۱عدد) مشاهده شد. اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با غلظت ۱ در هزار روی نداشت و کم‌ترین میزان آن در تیمار شاهد بدون استفاده از کود آهن و روی (۱۱/۵ عدد) مشاهده شد. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر متقابل کود آهن و روی نشان داد که استفاده از کود آهن و روی باعث افزایش معنی‌دار تعداد میوه شد. به‌طوریکه بیش‌ترین تعداد میوه در غلظت ۲ در هزار کود آهن به‌همراه غلظت‌های ۲ و ۱ در هزار کود روی (۴۷ و ۵/ ۴۴ عدد) مشاهده شد و کم‌ترین میزان آن در تیمار شاهد بدون استفاده از کود آهن و روی (۵ عدد) مشاهده شد (جدول ۴). مشابه این نتایج خبازی و همکاران (۱۳۹۷) گزارش کردند که

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.10.0 ]

**جدول ۳- تجزیه واریانس داده‌ها در رابطه با اثر کاربرد کود آهن و روی بر فاکتورهای مورد بررسی نارنگی اورلاندو**

| منبع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | تعداد گل | تعداد میوه | طول میوه | قطر میوه | نسبت طول به قطر | متوسط وزن میوه | نسبت گوشت به پوست | حجم آب میوه | TSS |
| تکرار (R) | ۳ | ۱/۵$^{ns}$ | ٤۱/۱$^{ns}$ | ۲/۷٤$^{ns}$ | ۲/٤۱$^{ns}$ | ۰/۰٤$^{ns}$ | ۱٤٥/۲$^{ns}$ | ۰/۱٤$^{ns}$ | ۳٤/۰$^{ns}$ | ۰/۱۰$^{ns}$ |
| آهن (A) | ۲ | ۲٦۹۷** | ۱۹٤۸/٦** | ۰/٤٤$^{ns}$ | ۲/۸٦$^{ns}$ | ۰/۱٦$^{ns}$ | ۹۳۳/٥* | ۰/۱۲$^{ns}$ | ٦٥/۰$^{ns}$ | ٤/۹۲** |
| روی (B) | ۲ | ۹۲۰/۱** | ۹٤٤/۱** | ۰/۱۹$^{ns}$ | ۰/۷۸$^{ns}$ | ۰/۱۰$^{ns}$ | ۱۷۸/۱$^{ns}$ | ۰/۱۸$^{ns}$ | ۲۸/٥$^{ns}$ | ۰/۰٦$^{ns}$ |
| اثر متقابل AB | ٤ | ٦۸۹/۱** | ۳۳٥/۷** | ۰/۳۲$^{ns}$ | ۱/٥۳$^{ns}$ | ۰/۱۰$^{ns}$ | ۲۷۱٥/٥** | ۰/٦۳** | ۷۷/۳$^{ns}$ | ۰/۲۳$^{ns}$ |
| خطا | ۲٤ | ٦۲/۱ | ۱۸/۹ | ۱/۷۸ | ۲/٤۷ | ۰/۰٥ | ۱۷٦/۳ | ۰/۱٤ | ۳۳/۹ | ۰/۱٥ |
| ضریب تغییرات % | | ۲۲/۱ | ۱۷/۲ | ٤/۹ | ٤/۸ | ۲/۸ | ۸/٦ | ۱۲/۳ | ۹/۱ | ۳ |

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

**ادامه جدول ۳-**

| منبع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TA | TSS/TA | اسکوربیک اسید | فنل کل | آنتی اکسیدانت | b* | L* | H | C |
| تکرار (R) | ۳ | ۰/٦۳$^{ns}$ | ۰/۰۳$^{ns}$ | ۱۲/۷$^{ns}$ | ۰/۰۸$^{ns}$ | ۱/۱۳$^{ns}$ | ۲۲/٤۱* | ۲۲/۱۰$^{ns}$ | ۱٤/۰۱$^{ns}$ | ۱۹/۸٥$^{ns}$ |
| آهن (A) | ۲ | ۰/٥٤$^{ns}$ | ۰/۲۱** | ۱۲۱٦** | ۰/۰۲$^{ns}$ | ٤/۲۳* | ٥/۳۹$^{ns}$ | ٦/٤۸$^{ns}$ | ٤۲/۰٤$^{*}$ | ۸/۰۳$^{ns}$ |
| روی (B) | ۲ | ٤/۹۳** | ۰/۱٤** | ۲٦٤۱** | ۰/۰۲$^{ns}$ | ۲/۸٥$^{ns}$ | ۸/۳۱$^{ns}$ | ۸/٥۱$^{ns}$ | ٤۳/٦$^{*}$ | ۱۰/۰۸$^{ns}$ |
| اثر متقابل AB | ٤ | ٤/٤٤** | ۰/۱۷** | ۳۱۳٦** | ۰/۳٤** | ۲/۱۲$^{ns}$ | ٤٤/٤۷$^{**}$ | ٥۳/۹۹$^{**}$ | ۱٤/۱٥$^{ns}$ | ٤۰/۲٦$^{**}$ |
| خطا | ۲٤ | ۰/۳۹ | ۰/۰۲ | ۸/۹ | ۰/۰٤ | ۱/۰۷ | ۹/۹۸ | ۱۳/۳۳ | ۹/٥٥ | ۱۱/۳٤ |
| ضریب تغییرات % | | ۷/۹ | ۸/۱ | ٤/۲ | ٦/۹ | ۱/۱ | ۱۲/۲ | ۱۸/٤ | ٤/٦ | ۱۱/۸ |

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

کاربرد سولفات روی باعث افزایش معنی‌دار تعداد میوه در مقایسه با شاهد گردید به‌طوریکه بیشترین تعداد میوه در سطوح ٤ و ٦ گرم در لیتر سولفات روی مشاهده شد. لولایی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که تیمار ٤ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی بیش‌ترین تعداد میوه در درخت پرتقال رقم تامسون را در مقایسه با شاهد داشته است. با توجه به نقشی که عنصر روی در تولید هورمون اکسین دارد، تولید این هورمون سبب افزایش سطح برگ و نهایتاً تعداد میوه در هر درخت می‌شود (Marschner, 2012; Razzaq *et al*., 2013). از طرف دیگر، برخی مطالعات نشان داده‌اند که محلول‌پاشی سولفات روی، احتمالاً از طریق کاهش ریزش قبل از برداشت میوه، باعث افزایش تعداد میوه در درختان مرکبات می‌گردد (Razzaq *et al*., 2013). در پژوهشی Zhang و همکاران (۲۰۱٤) گزارش کردند کاربرد آهن و روی باعث افزایش تعداد میوه و عملکرد نارنگی ساتسوما شد.

**خصوصیات فیزیکی میوه:** نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که روی و آهن و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر قطر و طول میوه، نسبت آنها به یکدیگر و حجم آب میوه معنی‌دار نشد. برخلاف این تحقیق، نتایج Al-Obeed و همکاران (۲۰۱۷) حاکی از افزایش ویژگی‌های فیزیکی میوه نارنگی کینو

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13 ]
[ DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.10.0 ]

**جدول ٤- مقایسه میانگین صفات فیزیکی مورد بررسی تحت تأثیر اثر متقابل کود آهن و روی**

| کود آهن | کود روی | شمارش گل | تعداد میوه | متوسط وزن میوه (g) | نسبت گوشت به پوست |
|---|---|---|---|---|---|
| صفر | صفر | ۱۱/۵$^{e}$ | ۵/۰$^{d}$ | ۱۸٤$^{a}$ | ۲/٤٦$^{c}$ |
| | ۱ در هزار | ۱۹/۵$^{de}$ | ۱۱/۲$^{cd}$ | ۱۲۳$^{f}$ | ۳/۵۸$^{a}$ |
| | ۲ در هزار | ۲٤/۲$^{d}$ | ۱٦/۲$^{c}$ | ۱۳۱$^{ef}$ | ۳/۲۵$^{ab}$ |
| ۱ در هزار | صفر | ٤٦/۵$^{bc}$ | ۲۸/۲$^{b}$ | ۱٤۸$^{de}$ | ۳/۰۰$^{b}$ |
| | ۱ در هزار | ٤٦/۵$^{bc}$ | ۲۹/۵$^{b}$ | ۱٦۲$^{bcd}$ | ۲/۸۸$^{bc}$ |
| | ۲ در هزار | ۳۹/۰$^{c}$ | ۳۳/۵$^{b}$ | ۱۵٦$^{cd}$ | ۲/۸۲$^{bc}$ |
| ۲ در هزار | صفر | ۱۹/۰$^{de}$ | ۱۲/۸$^{c}$ | ۱٤۵$^{de}$ | ۳/۱۲$^{ab}$ |
| | ۱ در هزار | ۵۳/۵$^{ab}$ | ٤٤/۵$^{a}$ | ۱۷۱$^{abc}$ | ۲/۸۵$^{bc}$ |
| | ۲ در هزار | ٦۱/۸$^{a}$ | ٤۷/۰$^{a}$ | ۱۷۵$^{ab}$ | ۲/۹۱$^{bc}$ |

**میانگین‌های موجود در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵٪ آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.**

(حجم آب میوه، طول و قطر میوه) در اثر کاربرد کود روی بود.

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر متقابل کود آهن و روی نشان داد که بیش‌ترین میزان وزن میوه در تیمار شاهد بدون استفاده از کودهای آهن و روی (۱۸٤ گرم) مشاهده شد. اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با غلظت ۲ در هزار آهن به‌همراه غلظت‌های ۱ و ۲ در هزار روی نداشت. کم‌ترین میزان وزن متوسط میوه در تیمار روی ۱ و ۲ در هزار مشاهده شد (جدول ٤). افزایش وزن میوه های شاهد نسبت به تیمارها به‌دلیل کمتربودن تعداد میوه‌های درخت بود. همانطور که اشاره شد کاربرد کودهای روی و آهن به‌طور معنی‌داری از ریزش گل‌ها جلوگیری کرد و باعث افزایش تعداد نهایی میوه گردید.

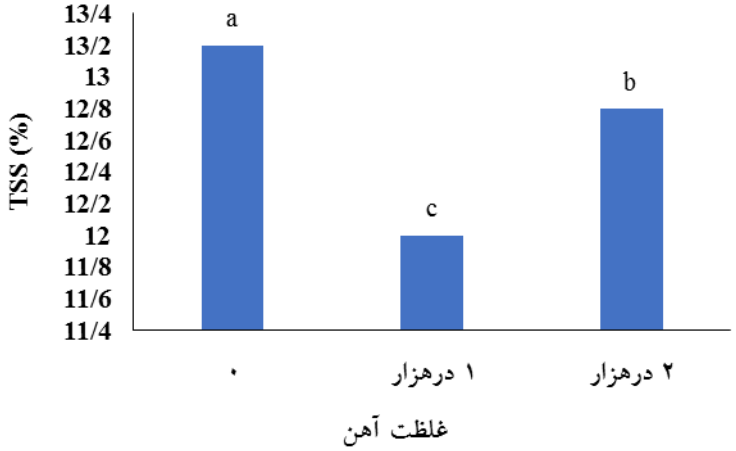
مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر متقابل کود آهن و روی نشان داد که بیش‌ترین نسبت گوشت به پوست در غلظت ۱ در هزار روی بدون استفاده از کود آهن (۳/۵۸) مشاهده شد. اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با غلظت ۲ در هزار روی نداشت و کم‌ترین نسبت آن در تیمار شاهد بدون استفاده از کود آهن و روی (۲/٤٦) مشاهده شد.

**ویژگی‌های بیوشیمیایی میوه، مواد جامد محلول (TSS)، اسید قابل تیتراسیون (TA) و TSS/TA:** نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل آهن و روی و اثر ساده روی تأثیر معنی‌داری بر TSS میوه نداشتند. اما اثر ساده آهن بر TSS معنی‌دار شد. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر ساده آهن نشان داد که TSS میوه با کاربرد کود آهن به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. غلظت‌های مختلف آهن نیز با یکدیگر تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان دادند (شکل ۱).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل آهن و روی تأثیر معنی‌داری بر اسید قابل تیتراسیون و TSS/TA میوه داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر متقابل کود آهن و روی نشان داد که بیش‌ترین میزان TA در غلظت ۲ در هزار آهن بدون استفاده از کود روی (۹/۷۵۸ درصد) و کم‌ترین میزان آن در غلظت ۲ در هزار آهن به‌همراه غلظت ۱ در هزار روی (٦/۵٦۲ درصد) مشاهده شد. اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با غلظت ۲ در هزار روی در همین تیمار نداشت (جدول ۵). وجود اسیدهای آلی همراه قند اثر مهمی بر طعم میوه دارد و نسبت بین قند و اسیدهای آلی عامل تعیین‌کننده‌ای در طعم میوه است. تعداد زیادی از اسیدهای آلی در بافت‌های گیاهی وجود دارند. مقدار این اسیدها معمولاً بیش از اندازه مورد نیاز در چرخه کربس و سایر چرخه‌های متابولیکی است و معمولاً زیادی آن در واکوئل به شکل آزاد یا به شکل نمک پتاسیم ذخیره می‌شود ( Iglesias

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.10.0 ]




**شکل ۱- اثر سطوح مختلف آهن بر محتوی کل مواد جامد محلول (TSS) آب میوه اورلاندو تانجلو**

**جدول ۵- مقایسه میانگین صفات بیوشیمیایی مورد بررسی تحت تأثیر اثر متقابل کود آهن و روی**

| کود آهن | کود روی | TA (%) | TSS/TA | ویتامین ث (mg/100 ml) | فنل کل (mg/gFW) |
|---|---|---|---|---|---|
| صفر | صفر | ۰/۷۵$^{cd}$ | ۱۷/۷$^{ab}$ | ۵۲/۵$^{e}$ | ۳/۰۲$^{ab}$ |
| | ۱ در هزار | ۰/۸۱$^{bc}$ | ۱۶/۲$^{bcd}$ | ۹۰/۰$^{b}$ | ۳/۲۷$^{a}$ |
| | ۲ در هزار | ۰/۷۵$^{cd}$ | ۱۷/۷$^{bc}$ | ۷۳/۵$^{c}$ | ۲/۶۹$^{c}$ |
| ۱ در هزار | صفر | ۰/۸۵$^{b}$ | ۱۴/۴$^{ef}$ | ۱۲۰/۰$^{a}$ | ۲/۶۹$^{c}$ |
| | ۱ در هزار | ۰/۷۷$^{bc}$ | ۱۵/۵$^{cde}$ | ۶۰/۰$^{d}$ | ۲/۸۱$^{bc}$ |
| | ۲ در هزار | ۰/۸۰$^{bc}$ | ۱۴/۴$^{def}$ | ۶۰/۰$^{d}$ | ۳/۲۳$^{a}$ |
| ۲ در هزار | صفر | ۰/۹۷$^{a}$ | ۱۳/۳$^{f}$ | ۹۰/۰$^{b}$ | ۳/۰۵$^{ab}$ |
| | ۱ در هزار | ۰/۶۵$^{e}$ | ۱۹/۲$^{a}$ | ۴۵/۰$^{f}$ | ۲/۹۱$^{bc}$ |
| | ۲ در هزار | ۰/۶۸$^{de}$ | ۱۹/۱$^{a}$ | ۴۵/۰$^{f}$ | ۲/۸۳$^{bc}$ |

**میانگین‌های موجود در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵٪ آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.**

*et al.*, 2007). در انگور، تیمار سولفات روی، غلظت اسیدیته قابل تیتراسیون را کاهش داد (Song *et al.*, 2015). نتایج این تحقیق با نتایج علی‌نژاد جهرمی و همکاران (۱۳۹۱) در پرتقال مطابقت دارد.

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر متقابل کود آهن و روی نشان داد که بیش‌ترین TSS/TA در غلظت ۲ در هزار آهن در غلظت‌های ۱ و ۲ در هزار روی (۱/۹۱۳ و ۱/۹۰۹) و کم‌ترین نسبت آن در غلظت ۲ درهزار آهن بدون استفاده از کود روی (۱/۳۴۶) مشاهده شد. اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با غلظت ۱ در هزار آهن در بدون استفاده از کود روی و غلظت ۱ درهزار روی نداشت. آهن نقش بسیار مهمی در سنتز کلرفیل و افزایش فتوسنتز برگ دارد و به این سبب بر افزایش این میزان مأثر بوده است. در زنجیره انتقال الکترون و کمپلکس آهن-گوگرد مثل فردوکسین در ساختار آنزیم‌های درگیر در جذب نیترات، نیتریت و نیترات ردوکتاز نقش دارد. بنابراین آهن با بهبود کارایی فتوسنتز و افزایش تولید کربوهیدارت گیاه می‌تواند نقش مهمی در بهبود شاخص طعم میوه داشته باشد (Abdi and Hedayat, 2010). محلول‌پاشی آهن باعث کاهش غلظت اسید سیتریک و افزایش مواد جامد محلول در نارنگی تانجرین شد (Pestana *et al.*, 2001).

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13 ]
[ DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.10.0 ]

همچنین کمبود آهن باعث کاهش نسبت قند به اسید در هلو و کاهش کیفیت خوراکی میوه شد (Alvarez-Fernandez *et al.*, 2003) در انار رقم ملس ساوه کاربرد کلات آهن باعث افزایش نسبت قند به اسید شد (Davarpanah *et al.*, 2013).

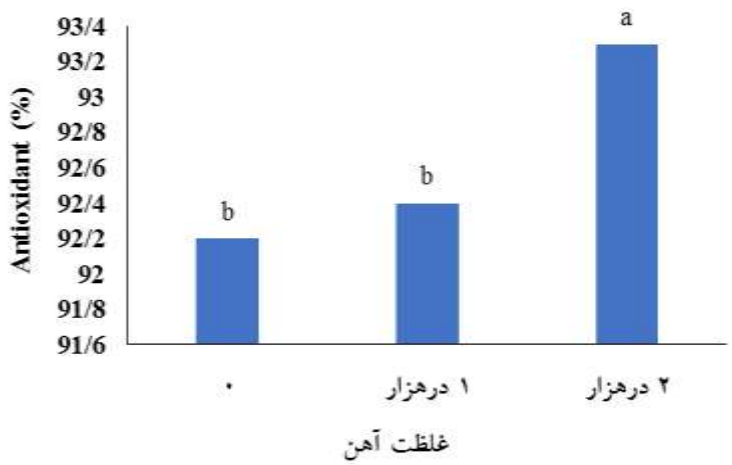
**آسکوربیک اسید:** نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل آهن و روی تأثیر معنی‌داری بر محتوی آسکوربیک اسید میوه داشت. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر متقابل کود آهن و روی نشان داد که بیش‌ترین میزان آسکوربیک اسید میوه در غلظت ۱ در هزار کود آهن بدون استفاده از کود روی (۱۲۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ سی‌سی) مشاهده شد و کم‌ترین میزان آن در غلظت ۲ در هزار کود آهن به‌همراه غلظت‌های ۲ و ۱ در هزار کود روی (٤۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ سی‌سی) مشاهده شد (جدول ۵). نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج سایر محققین روی میوه سیب (عسکری سرچشمه و همکاران، ۱۳۹۸)، لیمو شیرین (Aboutalebi and Hassanzadeh, 2013) و میوه توت‌فرنگی (Kazemi, 2014) مطابقت دارد. فاکتورهای بسیاری از قبیل اختلاف‌های ژنوتیپی، شرایط آب‌وهوایی قبل از برداشت، عملیات زراعی و بلوغ و برداشت بر مقدار آسکوربیک اسید در میوه‌ها تأثیرگذار است. آسکوربیک اسید ترکیبی زیست‌فعال است که خواص پاداکسندگی دارد و به‌طور عمده به‌عنوان شاخص کیفیت تغذیه‌ای میوهٔ مرکبات شناخته می‌شود. دلیل افزایش میزان آسکوربیک اسید با محلول‌پاشی آهن را می‌توان ناشی از افزایش آنزیم آسکوربیک اکسیداز توسط آهن دانست (Taiz and Zeiger, 2006). تیمار با آهن منجر به افزایش درصد اسید آسکوربیک در درختان نارنگی که دارای نشانه‌های کمبود آهن بودند شد (El-Kassas, 1984).

**فنل کل:** نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل آهن و روی تأثیر معنی‌داری بر محتوی فنل کل میوه داشت. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر متقابل کود آهن و روی نشان داد که بیش‌ترین میزان فنل کل میوه در غلظت ۱ در هزار کود آهن به‌همراه استفاده از غلظت ۲ در هزار کود روی و همچنین غلظت ۱ در هزار کود روی بدون استفاده از کود آهن به‌ترتیب (۳/۲۳ و ۳/۲۷ میلی‌گرم بر گرم) مشاهده شد و کم‌ترین میزان آن در غلظت ۱ در هزار کود آهن بدون استفاده از کود روی و همچنین غلظت ۲ در هزار کود روی بدون استفاده از کود آهن (۲/٦۹ میلی‌گرم بر گرم) مشاهده شد (جدول ۵). ترکیبات فنلی در عطر و طعم و رنگ میوه تأثیر دارند. بابالار و همکاران (۱۳۹٤) گزارش کردند که تیمار آهن در سطح ۵ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش محتوای فنل کل سیب از ۵۲/۰۸۹ به ۵۸/٦۸۱ میلی‌گرم در لیتر شد. عسکری سرچشمه و همکاران (۱۳۹۸) گزارش کردند که افزایش کود آهن باعث افزایش میزان فنل در سیب شد. در مورد علت افزایش میزان فنل کل در اثر محلول‌پاشی با روی نیز می‌توان گفت که فلز روی بر بیان ژن‌های مسیر بیوسنتز فنل تأثیر می‌گذارد و در نتیجه میزان فنل کل افزایش می‌یابد، همچنین محلول‌پاشی با روی از کاهش بیان ژن آنزیم فنیل‌آلانین آمونیالاز (VvPAL) جلوگیری می‌کند که این نیز می‌تواند دلیلی بر افزایش ترکیبات فنلی در انگور در اثر محلول‌پاشی با روی باشد. علاوه بر این عنصر روی از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های کربونیک آنهیدراز و ریبولوز ۱ و ۵ بی‌فسفات (Rubisco) و افزایش محتوای کلروفیل میزان فتوسنتز را افزایش داده و در نتیجه با افزایش سنتز کربوهیدارت و درنهایت باعث افزایش متابولیت‌های ثانویه مانند فنل‌ها می‌شود (Song *et al.*, 2015). نوجوان و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که میزان فنل کل در اثر محلول‌پاشی با سولفات روی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در نارنگی ماندرین (Razzaq *et al.*, 2013) و انگور (Song *et al.*, 2015)، تیمار سولفات روی منجر به افزایش انباشته‌شدن مواد فنل کل گردید.

**آنتی‌اکسیدان:** نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل آهن و روی تأثیر معنی‌داری بر آنتی‌اکسیدان میوه نداشت. اما اثر ساده آهن بر آنتی‌اکسیدان معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر ساده آهن نشان داد که آنتی‌اکسیدان میوه با افزایش غلظت کود آهن، افزایش یافت (شکل ۲). به‌طوریکه بیش‌ترین میزان آنتی‌اکسیدان در غلظت ۲ در هزار آهن (۹۳/۳ درصد) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.10.0 ]




**شکل ۲- اثر سطوح مختلف آهن بر محتوی آنتی‌اکسیدان میوه اورلاندوتانجلو**

با شاهد نشان داد. نتایج این تحقیق با تحقیق حسینی‌ملا و همکاران (۱۳۹٤) بر روی هلو مطابقت دارد. آنان نیز نشان دادند که افزایش غلظت آهن فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه هلو را افزایش داد. عسکری سرچشمه و همکاران (۱۳۹۸) نیز گزارش کردند که افزایش میزان آهن باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در سیب گردید. با توجه به اینکه فعالیت آنتی‌اکسیدانی در میوه می‌تواند تحت تأثیر ترکیبات زیست فعال مانند آسکوربیک اسید، فنل‌ها و فلاونوئیدها میوه باشد احتمالاً افزایش خاصیت آنتی‌اکسیدانی میوه به‌دلیل افزایش این ترکیبات باشد.

**رنگ میوه:** نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل آهن و روی تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های مختلف رنگ (بجز H) پوست میوه داشت. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر متقابل کود آهن و روی نشان داد که بیش‌ترین میزان *b در غلظت‌های ۱ و ۲ در هزار کود روی بدون استفاده از کود آهن و همچنین غلظت ۲ در هزار کود آهن بدون استفاده از کود روی به‌ترتیب (۲۷/۲، ۲۷/٤ و ۲۷/٦) مشاهده شد و کم‌ترین میزان آن در شاهد و همچنین غلظت ۱ در هزار کود آهن بدون استفاده از کود روی (۲٤/٤ و ۲٤/۲) مشاهده شد (جدول ٦). بالاترین مقدار *a (نارنجی) در نتیجه کاربرد آهن ۱ در هزار توأم با روی ۱و ۲ در هزار مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان دادند. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر متقابل کود آهن و روی نشان داد که بیش‌ترین میزان *L در غلظت ۲ در هزار کود روی بدون استفاده از کود آهن و همچنین غلظت ۲ در هزار کود آهن بدون استفاده از کود روی به‌ترتیب (۲۱/۳ و ۲۱/۷) مشاهده شد و کم‌ترین میزان آن در غلظت ۱ در هزار کود آهن بدون استفاده از کود روی (۱۸) مشاهده شد. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر متقابل کود آهن و روی نشان داد که بیش‌ترین میزان کروما (C) در غلظت ۲ در هزار کود روی بدون استفاده از کود آهن (۲۹/۹) و کم‌ترین میزان آن در تیمار شاهد (۲٦/۳) مشاهده شد. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر ساده کود آهن نشان داد که کاربرد آهن ۱ در هزار (٦٥/۳) به‌طور معنی‌داری باعث کاهش میزان H شد. درصورتیکه آهن ۲ در هزار (٦٦/٦) تفاوت معنی‌داری با شاهد (٦۷/٥) نشان نداد. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر ساده کود روی نشان داد که میزان H با کاربرد روی کاهش یافت. به‌طوریکه بیش‌ترین میزان H در تیمار شاهد (٦۷/۷) و کم‌ترین میزان آن در غلظت ۱ در هزار (٦٥/۸) مشاهده شد (داده‌ها نشان داده نشده است).

شاخص *L معرف میزان روشنایی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص *a میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰ +

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13 ]
[ DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.10.0 ]

**جدول ٦- مقایسه میانگین صفات مربوط به رنگ تحت تأثیر اثر متقابل کود آهن و روی**

| کود آهن | کود روی | b* | a* | L* | C | a/b |
|---|---|---|---|---|---|---|
| صفر | صفر | ۲٤/٤$^{c}$ | ۱۰/٤$^{b}$ | ۱۸/۲$^{bc}$ | ۲٦/۳$^{c}$ | ۰/٤۲۹$^{ab}$ |
| | ۱ در هزار | ۲۷/۲$^{a}$ | ۱۱/۸$^{ab}$ | ۲۱/۲$^{ab}$ | ۲۹/۷$^{ab}$ | ۰/٤۳٦$^{ab}$ |
| | ۲ در هزار | ۲۷/٤$^{a}$ | ۱۱/۸$^{ab}$ | ۲۱/۳$^{a}$ | ۲۹/۹$^{a}$ | ۰/٤۳٥$^{ab}$ |
| ۱ در هزار | صفر | ۲٤/۲$^{c}$ | ۱۱/٥$^{ab}$ | ۱۸/۰$^{c}$ | ۲۷/٥$^{abc}$ | ۰/٤۷۷$^{a}$ |
| | ۱ در هزار | ۲٦/٦$^{abc}$ | ۱۲/۱$^{a}$ | ۲۱/۰$^{abc}$ | ۲۹/۲$^{ab}$ | ۰/٤٦۰$^{ab}$ |
| | ۲ در هزار | ۲۷/۱$^{ab}$ | ۱۲/۲$^{a}$ | ۲۱/۰$^{abc}$ | ۲۹/٦$^{ab}$ | ۰/٤٥۲$^{ab}$ |
| ۲ در هزار | صفر | ۲۷/٦$^{a}$ | ۱۱/۰$^{ab}$ | ۲۱/۷$^{a}$ | ۲۹/٦$^{ab}$ | ۰/٤۰۲$^{b}$ |
| | ۱ در هزار | ۲٤/٥$^{bc}$ | ۱۱/۳$^{ab}$ | ۱۸/۳$^{bc}$ | ۲۷/۰$^{bc}$ | ۰/٤٦۲$^{a}$ |
| | ۲ در هزار | ۲٤/٥$^{bc}$ | ۱۱/۳$^{ab}$ | ۱۸/۳$^{bc}$ | ۲۷/۰$^{bc}$ | ۰/٤٦۲$^{a}$ |

**میانگین‌های موجود در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵٪ آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.**

(قرمز خالص) متغیر است. شاخص b* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰ + (زرد خالص) متغیر است (Manera *et al*., 2012). براساس نتایج به‌دست آمده میوه‌های تیمارشده با غلظت کمتر آهن توأم با غلظت‌های مختلف روی دارای رنگ پوست نارنجی بیشتری (a* بیشتر) نسبت به شاهد بودند اما سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان نداند. اگرچه عامل‌های آب‌وهوایی از جمله نور و دما در رنگ‌گیری و کیفیت میوه بسیار مؤثر است، اما تغذیه بهینه درختان به‌دلیل تأثیری که بر میزان و نسبت عنصرهای میوه در زمان بلوغ دارد، عامل بسیار مهم مؤثری در چگونگی رنگ‌گیری و ویژگی‌های کیفی میوه خواهد بود. علت تغییر رنگ فعال‌شدن آنزیم کلروفیلاز و در نتیجه تجزیه کلروفیل و پدیدارشدن کارتنوئیدها در سطح پوست می‌باشد. بنابراین، تغذیه متعادل درختان میوه باعث تعادل بهتر عنصرهای غذایی در میوه می‌شود و از این راه باعث بهبود رنگ‌گیری و بهبود کیفیت میوه خواهد شد (دریانی‌زاده و همکاران، ۱۳۹٦). بابالار و همکاران (۱۳۹٤) گزارش کردند که شاخص‌های رنگی پوست میوه سیب رقم فوجی (a*, b*) با کاربرد آهن افزایش یافتند. کارتنوئیدها رنگدانه‌های کمکی هستند که در جذب و انتقال نور تأثیر دارند و حفاظت‌کننده‌های کلروفیلی در طی فرآیند اکسیداسیون نوری محسوب می‌شوند (Akbarian *et al*., 2012). با توجه به نقش عنصر آهن در سنتز کارتنوئیدها و بهبود عملکرد کلروپلاست، بنابراین کاربرد آهن می‌تواند منجر به سنتز کارتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها و در نتیجه بهبود رنگ میوه شود (Shamloo and Roozbahani, 2016).

## نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت اقتصادی ریزش گل و میوه در مرکبات، محلول‌پاشی کودهای آهن و روی توأم با یکدیگر به‌طور قابل توجهی باعث افزایش تعداد گل و میوه در این تحقیق شد. محلول‌پاشی کودهای مورد نظر تأثیر معنی‌داری بر اندازه و حجم آب میوه نداشت. بالاترین شاخص طعم (TSS/TA) در تیمار ۲ در هزار کود آهن توأم با کود روی مشاهده شد. کود آهن و روی به‌تنهایی و غلظت ۱ در هزار آهن توأم با غلظت‌های مختلف روی باعث بهبود محتوی آسکوربیک اسید میوه شد. کاربرد آهن ۲ در هزار نقش مؤثری در افزایش محتوی آنتی‌اکسیدانی میوه داشت. شاخص‌های مختلف رنگ نیز تحت تأثیر کاربرد کود قرار گرفتند. به‌طوریکه بالاترین میزان a* (رنگ نارنجی‌تر) در نتیجه کاربرد آهن ۱ در هزار توأم با روی ۱ و ۲ در هزار مشاهده شد.

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.10.0 ]

## منابع


اسدی کنگرشاهی، ع.، اخلاقی امیری، ن. و ملکوتی، م. ج. (۱۳۹۰) تأثیر مصرف چهار ساله سولفات روی بر عملکرد و کیفیت پرتقال سانگین. تحقیقات آب و خاک ایران ٤٢: ٧٧-٨٦.

بابالار، م.، محبی، م.، عسکری، م.ع. و طلایی، ع. (١٣٩٤) اثر مقادیر مختلف آهن و نیتروژن بر عملکرد و برخی از خصوصیات کیفی محصول سیب رقم فوجی (*Malus' Domestica* cv.Fuji). علوم باغبانی ایران ٤٦: ٣٩٩-٤٠٧.

بی‌نام، آمارنامه کشاورزی (۱۳۹۵) آمارنامه کشاورزی، محصولات باغی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، وزارت جهاد کشاورزی، تهران.

حسینی ملا، م.، رضایی، آیت اله، عسکری سرچشمه، م.ع. و خادمی، ا. (١٣٩٤) اثر محلول‌پاشی آهن بر برخی خصوصیات کیفی و فیزیولوژیکی میوه هلو (*Prunus persica* CV. Alberta). فرایند و کارکرد گیاهی ٤: ١١٥-١٢٤.

خبازی، س.، عبدالهی، ف.، قاسمی، م. و رستگار، س. (۱۳۹۷) بررسی تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی روی و منگنز بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه پرتقال واشنگتن‌ناول (*Citrus sinensis* CV. Navel). علوم باغبانی ایران ۷۷۹-۷۹۰.

دریانی زاده، م.، قاسم نژاد، م. و صبوری، ع. (١٣٩٦) همبستگی بین میزان و نسبت عنصرهای کانی میوه با رنگ‌گیری پوست میوه سیب رقم رد دلیشز. علوم باغبانی ایران ٤٨: ٥٦٥-٥٧٤.

عبادی، ه.، عدولی، ب.، غلامیان، ا.، فتاحی‌مقدم، ج.، گل‌محمدی، م.، مرادی، ب. و محمدعلیان، ی. (۱۳۹۵) راهنمای مرکبات (کاشت، داشت و برداشت). نشر آموزش کشاورزی.

عسکری سرچشمه، م. ع.، کرباسی، م.، طلایی، ع. ر.، بابالار، م. و آقاجانی، س. (۱۳۹۸) اثر تغذیه برگی آهن و روی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه سیب دلبار استیوال. علوم باغبانی ایران ۵۰: ۲۶۵-۲۷٤.

علی‌نژاد جهرمی، ه.، شیرانی، ا.، میرزایی، م. و حیدری، ج. (۱۳۹۱) بررسی اثر نفتالین استیک اسید، سولفات پتاسیم و سولفات روی بر ویژگی‌های کمی و کیفی نارنگی کلیمانتین. مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) ٢٦: ٢٨٦-٢٩١.

گلعین، ب. و عدولی، ب. (۱۳۹۷) کاربرد رقم‌ها و پایه‌های مناسب در کشت و توسعه مرکبات. نشر آموزش (مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی).

لولایی، ا.، سوری، م. ک. و جرجانی، س. (۱۳۹۲) کاربرد سولفات روی بر غلظت عناصرغذایی در برگ و عملکرد پرتقال رقم تامسون. فصلنامه علمی- پژوهشی گیاه و زیست بوم ۹: ۷۷-۸٤.

ملکوتی، م. ج. و طباطبائی، س. ج. (۱۳۷۹) تغذیه صحیح درختان میوه برای نیل به افزایش عملکرد و بهبود کیفی محصولات باغی در خاک‌های آهکی ایران. نشر آموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران.

نوجوان، س.، ناصری، ل. و حسن‌پور، ح. (۱۳۹۵) تأثیر محلول‌پاشی برگی سولفات پتاسیم و سولفات روی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی انگور رقم بیدانه قرمز. فناوری تولیدات گیاهی ١٦: ١٩٥-٢١٣.

A.O.A.C. (2000) Vitamins and other nutrients (Chapter 45). In Official Methods of Analysis. Washington, D.C.

Abdi, G. and Hedayat, M. (2010) Yield and fruit physiochemical characteristic of kabkab date palm as affected by methods of iron fertilization. World Applied Sciences Journal 10: 1328-1333.

Aboutalebi, A. H. and Hassanzadeh, H. (2013) Effects of iron and zinc on Sweet lime (*Citrus limmetta*) fruit quantity and quality in calcareous soils. International Journal of Farming and Allied Sciences 2: 675-677.

Akbarian., M. M., Heidari Sharifabad., H., Noormohammadi, G. and Darvish Kojouri, F. (2012) The effect of potassium, zinc and iron foliar application on the production of saffron (*Crocus sativa*). Annals Biology Reserch 3: 5651-58.

Al-Obeed, R. S., Abdel-Aziz Ahmed, M., Kassem, H. A. and Al-Saif, (2017) Improvement of "Kinnow" mandarin fruit productivity and quality by urea, boron and zinc foliar spray. Journal of Plant Nutrition 1-10.


[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.10.0 ]

Alvarez-Fernandez, A., Paniagua, P., Abadia, J. and Abadia, A. (2003) Effects of Fe deficiency chlorosis on yield and fruit quality in peach (*Prunus persica* L. Batsch). Journal of Agricultural and Food Chemistry 51: 5738-5744.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. and Berset, C. L. W. T. (1995) Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food science and Technology 28: 25-30.

Davarpanah, S., Akbari, M., Askari, M. A., Babalar, M. and Naddaf, M. E. (2013) Effect of iron foliar application (Fe-EDDHA) on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate CV. "Malas–e-Saveh". World of Sciences Journal 179-187.

El-Kassas, S. E. (1984) Effect of iron nutrition on the growth, yield, fruit quality, and leaf composition of seeded Balady lime tress grown on sandy calcareous soils. Journal of Plant Nutrition 7: 301-311.

FAO. (2018) Area cultivation, yield and production of citrus in the world. http://www. fao.org/faostat/en/#data/QC.

Hippler, F. W. R., Boaretto, R. M., Quaggio, J. A., Boaretto, A. E., Abreu-Junior, C. H. and Mattos, D. Jr. (2015) Uptake and distribution of soil applied zinc by citrus trees addressing fertilizer use efficiency with 68 zn labeling. Plos One 10: 116903.

Iglesias, D. J., Cercos, M., Colmenero-Flores, J. M., Naranjo, M. A., Rios, G., Carrera, E., Ruiz-Rivero, O., Lliso, I., Morillon, R., Tadeo, F. R. (2007) Physiology of citrus fruiting. Brazilian Journal of Plant Physiology 19: 333-362.

Kamei, D., Meitei, W. I. and Devi, O. B. (2019) Effect of foliar application of micronutrients on physical parameters of fruit and quality of mandarin orange (*Citrus reticulata* Blanco.) cv. Tamenglong Mandarin. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 8: 583-586.

Kazemi, M. (2014) Influence of foliar application of iron, calcium and zinc sulfate on vegetative growth and reproductive characteristics of strawberry cv. 'PAJARO'. Trakia Journal of Sciences 1: 21-26.

Manera, J., Brotons, J. M., Conesa, A. and Porras, I. (2012) Relationship between air temperature and degreening of lemon (*Citrus lemon* L.) peel color during maturation. Australian Journal Crop Science 6: 1051-1058.

Marschner, P. (2012) Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, 3rd Ed. Academic Press, Elsevier Company, London, UK.

Nijjar, G. S. (1990) Nutrition of fruit trees, 2nd Ed. Kalyalni Publishers. New Dehli- Ludhiana.

Pawar, P. A., Kohale, V. S., Gawli, K. A., Khadse, A., Sarda, A. and Nagmote, A. (2019) Effect of foliar application of manganese and ferrous on vegetative growth, fruit yield and quality of mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) cv. Kinnow. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 8: 434-437.

Pestana, M., David, M., De Varennes, A., Abadia, J. and Faria, E. A. (2001) Responses of 'Newhall' orange trees to iron deficiency in hydroponics: Effects on leaf chlorophyll, photosynthetic efficiency, and root ferric chelate reductase activity. Journal of Plant Nutrition 24: 1609-1620.

Razzaq, K., Khan, A. S., Malik, A. U., Shahid, M. and Ullah, S. (2013) Foliar application of zinc influences the leaf mineral status, vegetative and reproductive growth, yield and fruit quality of 'Kinnow' mandarin. Journal of Plant Nutrition 36: 1479-1495.

Shamloo, A. and Roozbahani, A. (2016) Effect of amino acids and microelements on the rate of photosynthetic pigments content and yield of red bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Plant Ecophysiol 7: 136-50.

Shui, G. and Leong, L. P. (2002) Separation and determination of organic acids and phenolic compounds in fruit juices and drinks by high-performance liquid chromatography. Journal of Chromatography 977: 89-96.

Song, C. Z., Liu, M. Y., Meng, J. F., Chi, M., Xi, Z. M. and Zhang, Z. W. (2015) Promoting effect of foliage sprayed zinc sulfate on accumulation of sugar and phenolics in berries of *Vitis vinifera* cv. Merlot growing on zinc deficient soil. Journal of Molecules 20: 2536-2554.

Taiz, L. and Zeiger, E. (2006) Plant Physiology. 4th Ed. Sinauer Associates Inc. Publishers, Massachusetts.

Takahashi, T. and Kakehi, J. I. (2010) Polyamine: Ubiquitous polycations with unique roles in growth and stress responses, Annals of Botany 105: 1-6.

Zhang, Y., Hu, C. X., Tan, Q. L., Zheng, C. S., Gui, H. P., Zeng, W. N., Sun, X. C. and Zhao, X. H. (2014) Plant nutrition status, yield and quality of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) under soil application of Fe-EDDHA andcombination with zinc and manganese in calcareous soil. Scientia Horticulturae 174: 46-53.

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.10.0 ]

# Effect of foliar application of zinc and iron on some quantitative and qualitative characteristics of Orlando Tangelo

**Akbar Salari [1] and Somayeh Rastegar[2]**

**[1] Department of Horticultural Science, Agriculture College, Azad University**
**[2] Department of Horticultural Science, Agriculture and Natural Resource College, University of Hormozgan**
**(Received: 03/06/2020, Accepted: 13/10/2020)**

## Abstract

In order to evaluate the foliar application of iron and zinc on some quantitative and qualitative characteristics of Orlando Tangelo, an experiment was performed on 5-year-old trees in a garden in Manojan city in Kerman province. Experimental factors included zinc and iron each at 3 levels (0, 1 and 2 per thousand). Results showed that the application of iron and zinc significantly increased the flowers and fruits. The highest flowers and fruits were observed in trees treated with iron in combination with zinc (2 per thousand). Application of iron and zinc had no significant effect on fruit size (diameter and length and length to diameter ratio) and juice volume. The fruit weight decreased as a result of fertilizer application, whereas no significant difference was observed between the control and iron (2 per thousand) in combination with zinc (1,2 per thousand). The highest pulp to peel ratio was obtained in treated tree with 1 per thousand (3.58) and 2 (3.25) per thousand zinc. The lowest TSS / TA ratio (1.34) was observed in fruit treated with iron (2 per thousand). Except for iron (2 per thousand) alone and in combination with different concentrations of zinc, other treatments significantly increased the ascorbic acid content. Although application of zinc (1 per thousand) alone and iron (1 per thousand) alone and combination with zinc (2 per thousand) increased the total phenol, but did not show a significant difference with the control. The application of all treatments improved the fruit color. The highest a* (more orange color) was observed in iron (1 per thousand) combined with zinc (1 and 2 per thousand). Generally, application of zinc and iron had an effective role in increasing the number of flowers and fruits of Orlando Tangelo and improving some quality characteristics such as increasing the ratio of pulp to peel and ascorbic acid of the fruit.

**Keywords:** Orlando Tangelo, Micronutrient, Folior application

Corresponding author, Email: rastegarhort@gmail.com

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.10.0 ]