تأثیر منبع، مقدار و روش کاربرد آهن بر خصوصیات کمی، کیفی و نرخ سودآوری توت‌فرنگی (*Fragaria×ananassa* Duch) رقم سلوا

یعقوب حسینی[1*] و محمد بهادری[2]

(تاریخ دریافت:۱۳۹۳/۱۲/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۸)
DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.4.149

چکیده

آهکی بودن و pH بازی خاک‌های منطقه جیرفت سبب شده است تا جذب عناصر ریزمغذی، به‌ویژه آهن، به‌وسیله گیاه توت‌فرنگی دچار مشکل شود. در پژوهش گلخانه‌ای حاضر، تیمارها ترکیبی از منابع مختلف آهن، روش مصرف و مقدار مصرف بودند. نتایج نشان داد که استفاده از کلات آهن (Fe-EDDHA) به روش مصرف خاکی، به مقدار ۱۰/۵ کیلوگرم در هکتار، باعث به‌دست آمدن بیشترین عملکرد میوه، متوسط وزن میوه و ویتامین ث می‌شود. بر اساس مقایسات گروهی، به طور کلی، مصرف آهن با هر روش کاربرد و هر ترکیبی، سبب تفاوت معنی‌دار در اغلب صفات گیاهی اندازه‌گیری شده (به استثنای اسیدیته میوه و ویتامین ث)، گردید. بنابراین، فارغ از نوع و روش مصرف آهن، کاربرد آن برای افزایش عملکرد و برخی دیگر از پارامترهای کیفی توت‌فرنگی در شرایط گلخانه در منطقه جیرفت ضروری می‌باشد. بررسی اقتصادی تیمارهای آزمایش نشان داد که استفاده از سولفات و رکسنول آهن به صورت محلول‌پاشی، با توجه به هزینه‌هایی که بر گلخانه‌دار تحمیل می‌کند، توجیه اقتصادی ندارد. به طور کلی، استفاده از سکوسترین آهن (به صورت مصرف خاکی) در مقایسه با دو ترکیب سولفات آهن و رکسنول آهن، که به روش محلول‌پاشی استفاده شدند، از نظر اقتصادی توجیه بسیار خوبی دارد. از نظر مقدار، مصرف ۴/۵ کیلوگرم سکوسترین آهن در هکتار در مقایسه با ۷/۵ و ۱۰/۵ کیلوگرم در هکتار از توجیه بیشتری از لحاظ اقتصادی برخوردار بوده و دارای نرخ سودآوری بیشتری (به‌ترتیب ۱۹۷۹/۹۵ درصد در مقایسه با ۱۳۴۵ و ۱۱۷۶/۸۹ درصد) می‌باشد. بنابراین، کاربرد سکوسترین آهن۱۳۸ (Fe-EDDHA) به مقدار ۴/۵ کیلوگرم در هکتار، به‌صورت کاربرد خاکی، برای کشت‌های گلخانه‌ای توت‌فرنگی در منطقه جیرفت، که شرایطی مشابه این آزمایش دارند، توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: منبع آهن، سکوسترین آهن۱۳۸، سولفات آهن، عملکرد میوه

مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria×ananassa* Duch) گیاهی علفی است که در سراسر مناطق قابل کشت کره زمین، از نواحی شمالی تا گرمسیری، پرورش می‌یابد (۱۱). امروزه، توت‌فرنگی در زمره تولیدات مهم و تجاری قرار گرفته است. این محصول، به دلیل عطر، طعم و محتویات سرشار از ویتامین آن، جایگاه خود را در

۱. بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران
۲. گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی جیرفت
*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: yaaghoob.hosseini@yahoo.com

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-02]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1395.7.4.13.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.4.149]

رژیم غذایی میلیون‌ها نفر در جهان پیدا کرده و مصرف آن رو به افزایش است (۱۱ و ۱۶). توت‌فرنگی حاوی مقدار قابل توجهی ویتامین ث و آهن است. از این رو، مصرف آن برای کسانی که کم‌خونی دارند توصیه می‌شود (۸). در حال حاضر، کشت و کار محصولات گلخانه‌ای در کشور در حال توسعه می‌باشد، که کشت توت‌فرنگی از جمله آنهاست (۶).

از طرف دیگر، آهن در حدود ۵٪ پوسته زمین را تشکیل می‌دهد و چهارمین عنصر لیتوسفر است. مقدار کل آهن در خاک ۲۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است (۳۸). این عنصر از عناصر ضروری برای گیاه است و نقش اساسی در کلروپلاست دارد. بر اثر کمبود آهن، فعالیت چندین سیستم آنزیمی و ترکیبات گیاهی مانند کاتالاز، سیتوکرم اکسیداز و فردوکسین به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. مقدار آهن موجود در خاک زیاد است، ولی گیاهان فقط آهن دو ظرفیتی را در فرایندهای فیزیولوژیک خود مورد استفاده قرار می‌دهند، که در مقایسه با کل آهن خاک ناچیز است. شرایط محیطی خاک بر مقدار جذب آهن توسط گیاه تأثیر می‌گذارد. به همین دلیل، کنترل جذب آهن توسط گیاه مشکل است. کمبود آهن، هم در خاک‌های اسیدی و هم در خاک‌های قلیایی ایجاد می‌شود. غلظت زیاد عناصری مثل فسفر، روی و مس نیز بر جذب آهن تأثیر می‌گذارد. به همین دلیل، آهن نقش مهمی در رشد و توازن عناصر غذایی گیاه دارد (۴). هر گونه اختلال در قابلیت استفاده آهن برای گیاه باعث کاهش رشد آن می‌گردد.

زردی ناشی از کمبود آهن یکی از عوامل محدود کننده رشد گیاهان در خاک‌های آهکی و بازی است. همچنین، کلروز آهن با تراکم خاک، زهکشی ضعیف بعد از آبیاری و شرایط آب و هوای سرد و مرطوب مرتبط است. در چنین شرایطی، استفاده مداوم آهن برای گیاهان میسر نیست و آهن به‌کار رفته در این خاک‌ها تثبیت خواهد شد. بنابراین، محلول‌پاشی آهن، یک تیمار معمول در مزرعه برای جبران کردن کلروز ناشی از کمبود آهن توصیه شده است (۳۲).

بخش بزرگی از خاک‌های زراعی کشور، به‌ویژه در نواحی جنوبی، حاوی مقادیر زیادی کربنات کلسیم هستند که سبب افزایش واکنش خاک و ایجاد اختلال در جذب عناصر آهن، روی و فسفر می‌شود (۱۲ و ۱۷). این امر نه تنها روی کشاورزی و اقتصاد آن تأثیر منفی دارد، بلکه به کمبود آهن در بدن انسان، که یکی از شایع‌ترین مشکلات تغذیه‌ای امروز است، منجر خواهد شد (۲۰). کمبود آهن در توت‌فرنگی، حجم ریشه را محدود نموده و ریشه‌ها به رنگ زرد درمی‌آیند، رشد طوقه کم شده و ساقه‌های خزنده و گیاهان دختری حاصل از آنها کلروز وسیعی را نشان می‌دهند. در اواسط فصل رشد، اندازه‌ی گیاه کاهش یافته و به تبع آن اندازه برگ‌ها به‌شدت کوچک می‌شود. در کمبود آهن، ظاهر گل و میوه توت‌فرنگی کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند (۳۰). در خاک‌های آهکی با pH زیاد، بی‌رنگی در برگ‌های توت‌فرنگی گسترش یافته و عمدتاً ظهور این علامت که اغلب ناشی از کمبود آهن است منجر به کاهش عملکرد می‌گردد (۳۵). تقوی و همکاران (۴) در بررسی تأثیر سطوح مختلف آهن و بُر روی مقدار عناصر و عملکرد توت‌فرنگی رقم سلوا اظهار داشتند که افزودن آهن به محیط رشد گیاه باعث افزایش نیتروژن کل، پتاسیم و بُر برگ‌ها و کاهش مقدار نیترات، فسفر، منیزیم و کلسیم برگ‌ها می‌شود. گزارش شده که برای سالم ماندن گیاه توت‌فرنگی و نشان ندادن علائم کمبود آهن، غلظت آهن در برگ‌های آن باید بیشتر از ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک باشد (۲۵). در تحقیقی (۲۲) مقدار ماده خشک و عملکرد گوجه‌فرنگی با محلول‌پاشی برگی آهن و منگنز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین عملکرد در گیاهانی مشاهده شد که دو بار با روی، آهن، منگنز و مس محلول‌پاشی شده بودند (۲۲). در پژوهشی (۳۶) ملاحظه گردید که در محلول‌پاشی برگی، آهن به آسانی روی سطح برگ به‌صورت هیدروکسید رسوب می‌کند و به‌دلیل اینکه برگ بر خلاف ریشه مکانیزم اسیدی کردن ندارد، محلول‌پاشی با محلول‌های دارای pH کم، ترکیبات رسوب کرده آهن را در سطح برگ متحرک ساخته و جذب آن‌ها را تشدید می‌کند. محلول‌پاشی اسید سیتریک و اسید سولفوریک باعث کاهش

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-02]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1395.7.4.13.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.4.149]

اسیدیته عصاره سلول شدند که البته اثر اسید سولفوریک کمتر بود. در آزمایشی، کالسک و همکاران (۲۷ و ۲۸) بیان داشتند که بی‌کربنات در خاک‌های آهکی عامل بسیار مهمی در ایجاد کلروز آهن می‌باشد و به نوعی نیز مسئول غیر متحرک شدن آهن در بافت‌های گیاهی است. بنابراین، بی‌کربنات، هم از طریق جلوگیری از جذب آهن، و هم از طریق افزایش pH سلول، جذب و انتقال آهن را کاهش می‌دهد. سانز و همکاران (۳۳) بیان نمودند که کاربرد کلات آهن روش مؤثری در برطرف نمودن کمبود آهن می‌باشد، زیرا اثربخشی کلات آهن کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد. کریمی و همکاران (۱۵) گزارش نمودند که کاربرد اسید سولفوریک و آهن موجب افزایش وزن خشک، وزن میوه و عملکرد کل در توت‌فرنگی گردید. در پژوهشی (۷) مشاهده گردید که با کاهش میزان آهن در محیط کشت، نوک ریشه‌ها و ناحیه‌های کشنده، ضخیم شده و با کاهش جذب آهن، جذب دیگر عناصر سنگین توسط گیاه افزایش یافت. فیضی و همکاران (۱۴) در مطالعات خود نشان دادند که مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن موجب ۱۶٪ افزایش عملکرد ذرت دانه‌ای در استان فارس و ۴۲٪ افزایش عملکرد وش پنبه در ورامین گردید. پرداختی و همکاران (۳) بیان داشتند که ترکیبات کلات آهن بهترین راه حل برای برطرف کردن کلروز آهن در همه خاک‌ها، به‌ویژه در خاک‌های قلیایی، بوده و می‌توانند شدیدترین مشکلات تغذیه‌ای گیاهان را علاج کنند. در آزمایشی (۲۷) بیان گردید که استفاده از فرم‌های کلاتی که به واسطه واکنش نمک‌های فلزی با کمپلکس‌های مصنوعی و طبیعی حاصل می‌شود مهم‌ترین راه حفاظت از آهن در برابر فرایند تثبیت در خاک در شرایط pH زیاد می‌باشد. در مطالعه‌ای (۲۹) در مورد رشد رویشی و زایشی توت‌فرنگی، ملاحظه گردید که آهن نقشی چشمگیر در افزایش وزن خشک، سطح برگ و طول ریشه توت‌فرنگی دارد. همچنین، خصوصیات زایشی مثل تعداد میوه را نیز افزایش داد. در بررسی دیگر (۲۴) اثر محلول‌پاشی آهن در مراحل مختلف رشد توت‌فرنگی انجام و گزارش شد که غلظت سولفات آهن از طریق برگ‌پاشی مؤثرتر از کاربرد Fe-EDTA بود. در آزمایشی (۱۹) مشخص گردید که محلول‌پاشی عناصر معدنی یک روش قابل قبول برای کاربرد عناصر غذایی در گیاهان عالی است و مؤثرتر از کاربرد خاکی است. به‌ویژه، وقتی که شرایط خاک برای آهن قابل دسترس مناسب نیست.

آهکی بودن و pH بازی خاک‌های منطقه جیرفت سبب شده تا جذب عناصر ریزمغذی، به‌ویژه آهن، به‌وسیله گیاه دچار مشکل شود. راهکارهایی که بتواند این مشکل را تعدیل نماید از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. به نظر می رسد منبع، روش کاربرد و مقدار ترکیب آهن‌دار مورد استفاده در این موضوع مهم باشد. در ایران، از منابع مختلف آهن برای برطرف کردن کمبود آهن گیاه استفاده می‌شود. علاوه بر سولفات آهن، معمولاً سه نوع کلات آهن (Fe-EDTA به‌نام تجارتی فتریلون، Fe-HEEDTA به اسم تجارتی رکسنول و Fe-EDDHA به نام تجارتی سکوسترین ۱۳۸) استفاده می‌گردد. علاوه بر مقدار و روش مصرف این کودها، همیشه برای کشاورز این ابهام وجود دارد که به طور کلی، کدامیک از این کودها در شرایط واقعی مزرعه از لحاظ اقتصادی نرخ سودآوری بیشتری دارند. به عبارت دیگر، مصرف آن همراه با صرفه اقتصادی بیشتری است؟ پژوهش حاضر در پی پاسخ به سئوالات مطرح شده می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت کشت خاکی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در یکی از گلخانه‌های منطقه جیرفت اجرا گردید. کشت در آبان‌ماه آغاز و با توجه به ویژگی‌های منطقه جیرفت (که از اوایل اردیبهشت‌ماه با گرمای شدید هوا مواجه می‌گردد) و گیاه توت‌فرنگی (گیاهی که نیاز به آب و هوای خنک دارد)، آزمایش در دهه دوم اردیبهشت‌ماه پایان یافت. تیمارهای مورد مطالعه ترکیبی از منابع مختلف آهن (کلات- Fe-EDDHA یا سکوسترین آهن۱۳۸، کلات- Fe-HEEDTA یا رکسنول آهن و سولفات آهن)، روش مصرف

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-02]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1395.7.4.13.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.4.149]

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

عمق خاک (cm)	pH	EC (dS/m)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	نیتروژن کل (٪)	آهن قابل جذب (mg/kg)	بافت خاک
۰-۳۰	۷/۵	۱/۷۸	۱۷۴	۳/۴	۰/۰۰۲	۳/۳	لوم شنی

(خاکی و محلول‌پاشی) و مقدار مصرف (۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار برای سکوسترین آهن۱۳۸ به‌صورت مصرف خاکی، محلول‌پاشی کلات- Fe-HEEDTA با غلظت‌های ۰/۲ و ۰/۴ درصد و محلول‌پاشی سولفات آهن با غلظت‌های ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد) و یک تیمار شاهد (بدون مصرف ترکیبات آهن‌دار) بودند. محلول‌پاشی دو مرتبه، در دو مرحله ۸-۱۰ برگی و ۱۴-۱۶برگی، صورت گرفت. در این آزمایش، ۹ تیمار در ۲۷ کرت آزمایشی مورد مطالعه قرار گرفت. قبل از کاشت، نمونه‌ای از خاک محل اجرای آزمایش به آزمایشگاه منتقل و بعضی از ویژگی‌های آن اندازه‌گیری شد که برخی از آنها در جدول ۱ نشان داده شده است.

زمین اجرای آزمایش در اوایل پاییز شخم زده شد و با لولر تسطیح گردید. با توجه به اینکه بوته‌ها روی ردیف کاشته می‌شوند، به کمک بیل و نیروی کارگری، ردیف‌هایی برای کاشت در عرض گلخانه ایجاد شد و سپس بر اساس آزمایش خاک و توصیه مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت، مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفردار فسفات آمونیوم، ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیمی به صورت سولفات پتاسیم،۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنی اوره و ۱۰ تن در هکتار کود دامی پوسیده، قبل از کاشت، روی ردیف‌های کاشت ریخته شد و توسط بیل با خاک مخلوط گردید. پس از آن، برای ایجاد حفاظ پلاستیکی سازه، روی سالن گلخانه پلاستیک‌کشی شد. قبل از کاشت، نوارهای آبیاری قطره‌ای روی ردیف‌ها و خطوط کاشت گسترده شدند و آبیاری اولیه صورت گرفت. نشاهای توت‌فرنگی رقم سلوا قبل از کاشت در محلول قارچ‌کش بنومیل به نسبت ۲ در هزار ضدعفونی شدند و در محل‌های مشخص شده روی ردیف‌ها پس از آبیاری اولیه به‌وسیله نیروی کارگری کشت گردیدند. بوته‌ها ۴۰ روز پس از کاشت شروع به میوه‌دهی نمودند. برای مبارزه با آفات، مانند کنه و مگس سفید، به‌ترتیب از سموم ارتوس و آبامکتین و برای مبارزه با بیماری‌های قارچی، از اکسی‌کلرور مس و مانکوزب استفاده شد. در طول اجرای آزمایش، وجین علف‌های هرز به صورت مکانیکی، کنترل دمای محیط گلخانه (افزایش دما در طول زمستان با استفاده از بخاری و حفظ دامنه دما در حد ۲۵-۱۵ درجه سلسیوس)، هرس برگ‌های پیر و بیمار و پوسیده و حذف ساقه‌های رونده (رانر) نیز انجام گردید. عملکرد میوه در هکتار طی ۳۰ چین، متوسط وزن میوه در بوته، اسیدیته قابل تیتراسیون، میزان ویتامین ث و درصد مواد جامد محلول از پاسخ‌های گیاهی اندازه‌گیری شده در این آزمایش بودند. داده‌های جمع‌آوری شده در طول اجرای آزمایش توسط نرم‌افزار SAS تجزیه شده و میانگین‌ها بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن مقایسه شدند. مقایسه گروهی تیمارها نیز با کمک برنامه MSTATC انجام پذیرفت. ترسیم نمودارها با نرم‌افزار Excel صورت گرفت. اقتصادی بودن استفاده از منابع مختلف کودهای آهن‌دار مصرف شده در آزمایش نیز با کمک روش تحلیل نهایی منفعت به هزینه انجام گردید (۹).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای مورد استفاده در آزمایش تأثیر معنی‌داری بر صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش داشتند (جدول ۲).

عملکرد میوه

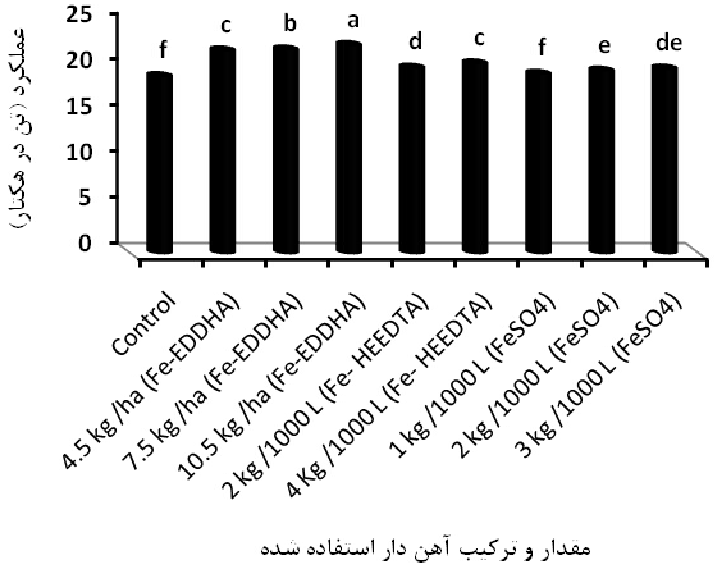
بیشترین عملکرد میوه طی ۳۰ چین (۲۲/۶۴ تن در هکتار) با کاربرد ۱۰/۵ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن۱۳۸ (Fe-EDDHA) به‌صورت خاکی به‌دست آمد و با کاربرد ۷/۵ و

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-02]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1395.7.4.13.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.4.149]

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس برخی از صفات در توت‌فرنگی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		درصد مواد جامد محلول	متوسط وزن میوه	عملکرد میوه طی ۳۰ چین در واحد سطح	اسیدیته آبمیوه	ویتامین ث
تکرار	۲	۴/۲۰ **	۳۶/۱۶ **	۳۸/۶۰ **	۰/۲۸ ns	۲۳۸/۳۲ **
تیمار	۸	۱/۲۶ **	۱۰/۷۵ **	۴/۶۸ **	۰/۰۱ ns	۳۸/۷۳ **
اشتباه آزمایشی	۱۶	۰/۰۰۵۲	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۰۰۰۴	۰/۱۵
ضریب تغییرات		۱۰/۱۷	۱/۱۶	۴/۶۰	۱۰/۴۰	۱۰/۸۶

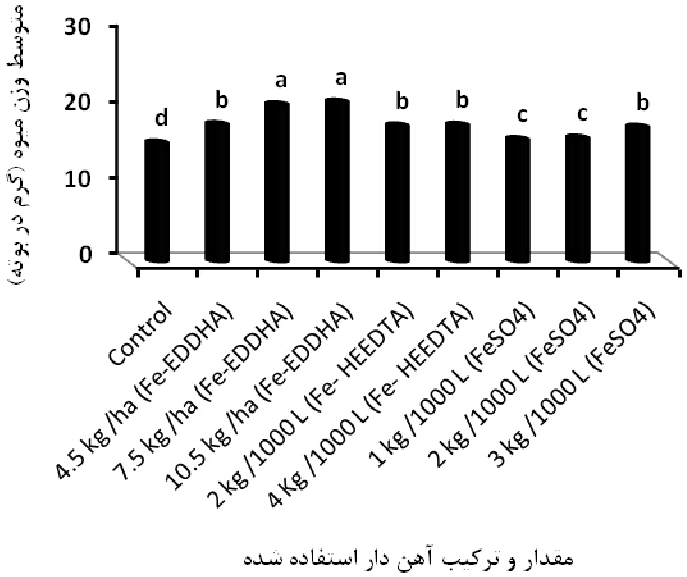
** و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و بدون اختلاف معنی‌دار



شکل ۱. تأثیر منبع، روش و مقدار کاربرد آهن بر عملکرد میوه توت‌فرنگی رقم سلوا

۴/۵ کیلوگرم آن در هکتار تفاوتی معنی‌دار داشت (شکل ۱). کمترین عملکرد میوه در ۳۰ چین (۱۹/۲۶ تن در هکتار) از عدم مصرف کود آهن (شاهد) به‌دست آمد (شکل ۱). نتایج حاکی از این مطلب است که مصرف آهن به میزان ۱۰/۵ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن۱۳۸ (Fe-EDDHA) نسبت به مصرف Fe-HEEDTA (رکسنول) و محلول‌پاشی سولفات آهن تأثیر بیشتری بر افزایش عملکرد میوه طی ۳۰ چین داشت (شکل ۱). اگرچه استفاده از سولفات آهن و رکسنول نیز نسبت به تیمار شاهد سبب افزایش معنی‌دار عملکرد گردید. در آزمایشی روی ارقام توت‌فرنگی نشان داده شد که کاربرد سکوسترین آهن۱۳۸ (Fe-EDDHA) از کلات Fe-EDTA مؤثرتر است که علت آن رسوب آهن در ترکیب Fe-EDTA، کاهش قابلیت استفاده از آهن و تولید برخی ترکیبات سمی در هنگام استفاده از کلات Fe-EDTA در مقایسه با کلات سکوسترین آهن۱۳۸ (Fe-EDDHA) ذکر گردید (۳۴). در مطالعه‌ای دیگر (۳۳)، کاربرد Fe-EDDHA به میزان ۵۰ گرم در هر درخت منجر به افزایشی معنی‌دار در محتوای کلروفیل برگ درخت هلو شد. در آزمایش دیگری، جونق و همکاران (۲۶) گزارش نمودند که با اضافه کردن کلات آهن به محلول کودی (۰/۲۵ تا ۱ میلی‌گرم سکوسترین آهن در لیتر) افزایشی چشمگیر در عملکرد

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-02]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1395.7.4.13.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.4.149]



شکل ۲. تأثیر منبع، روش و مقدار کاربرد آهن بر متوسط وزن میوه در یک چین توت‌فرنگی رقم سلوا

گوجه‌فرنگی را سبب گردید. نتایج آزمایش‌های اردال و همکاران (۲۴) نشان داد که محلول‌پاشی آهن منجر به افزایش رشد و فعالیت‌های متابولیسمی توت‌فرنگی می‌گردد. بلالی و همکاران (۲) در آزمایش‌های خود در ۱۰ استان کشور به این نتیجه رسیدند که مصرف سکوسترین آهن به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد گندم به میزان ۲۰٪ می‌شود. کاربرد ۰/۵ درصد سولفات آهن، قبل از شکوفه‌دهی و بعد از میوه‌دهی در انگور نیز به‌طور معنی‌داری افزایش خوشه و وزن دانه‌های انگور، درصد آب‌میوه، درصد مواد جامد محلول و عملکرد انگور نسبت به شاهد را سبب شد (۳۲).

متوسط وزن میوه در بوته

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که متوسط وزن میوه در بوته مربوط به تیمارهای مختلف آزمایش تفاوتی معنی‌دار با یکدیگر داشتند (جدول ۲)، به‌طوری که بیشترین متوسط وزن میوه در بوته از مصرف ۱۰/۵ و ۷/۵ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن۱۳۸ (Fe-EDDHA) به‌صورت خاکی به‌دست آمد و کمترین متوسط وزن میوه در بوته از عدم مصرف کود آهن (شاهد) به‌دست آمد (شکل ۲). مصرف آهن از منبع Fe –HEEDTA (رکسنول) نسبت به منبع سولفات آهن سبب تولید میوه‌های درشتی گردید. اگرچه بین مصرف سولفات آهن به مقدار ۳ در هزار و تیمارهای محلول‌پاشی رکسنول آهن تفاوتی معنی‌دار وجود نداشت. برخی از پژوهشگران دیگر نیز گزارش کرده‌اند که با کاربرد آهن وزن میوه افزایش پیدا کرده است (۸) که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد.

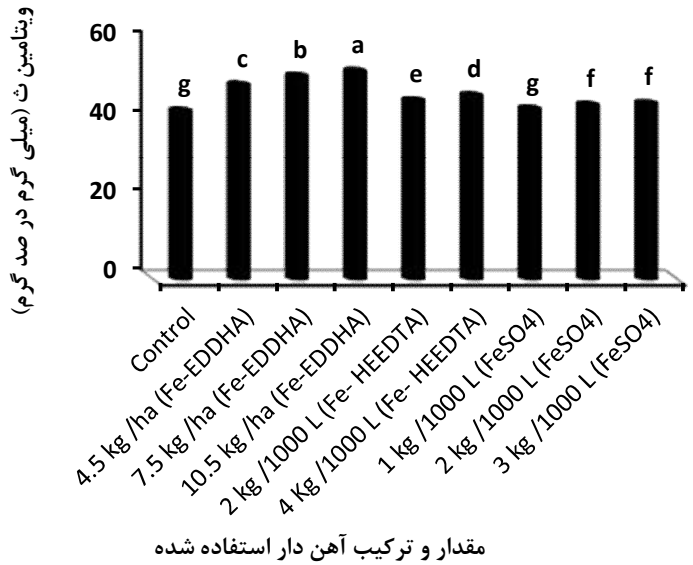
اسیدیته آب میوه

بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای آزمایش بر مقدار اسیدیته آب‌میوه تأثیر معنی‌داری نداشتند. اما در پژوهشی (۱۸) در خاک‌های آهکی، مشخص شد که سه بار کاربرد آهن به‌طور معنی‌داری درصد مواد جامد محلول دانه انگور را افزایش داد؛ در حالی که درصد اسیدیته را در تعداد دفعات محلول‌پاشی کاهش داد.

ویتامین ث میوه

جدول تجزیه واریانس آزمایش نشان داد که ویتامین ث میوه به طوری معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت، به‌طوری که بیشترین ویتامین ث (میلی‌گرم اسید آسکوربیک در

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-02]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1395.7.4.13.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.4.149]



شکل ۳. تأثیر منبع، روش و مقدار کاربرد آهن بر ویتامین ث توت‌فرنگی رقم سلوا

۱۰۰ گرم نمونه) از مصرف ۱۰/۵ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن۱۳۸ (Fe-EDDHA) به‌صورت خاکی به‌دست آمد و کمترین ویتامین ث از عدم مصرف کود آهن (شاهد) به‌دست آمد (شکل ۳). همچنین، محلول‌پاشی رکسنول (Fe-HEEDTA) و سولفات آهن، در مقایسه با تیمار شاهد، سبب افزایش معنی‌دار ویتامین ث در میوه گوجه‌فرنگی شد که از این حیث استفاده از رکسنول (Fe-HEEDHA) نسبت به سولفات آهن ارجحیت داشت.

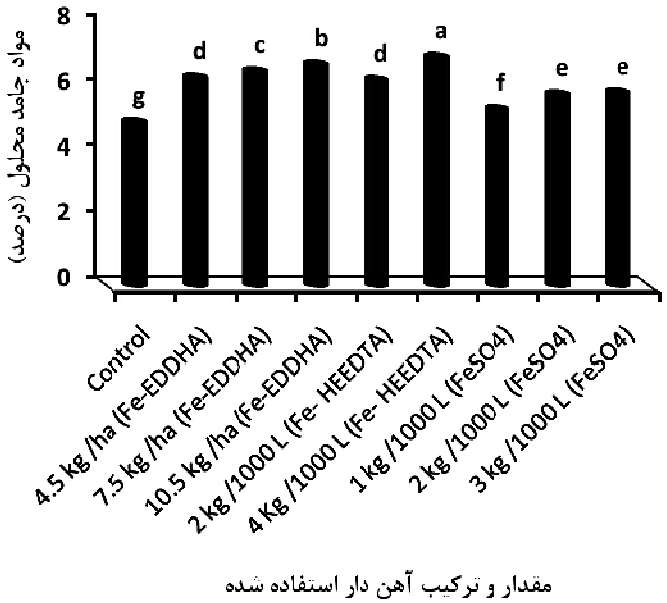
مواد جامد محلول

بیشترین میزان مواد جامد محلول (۶/۷۹ درصد) از محلول‌پاشی رکسنول با غلظت ۴ در هزار و کمترین مقدار مواد جامد محلول (۵/۰۲ درصد) از عدم مصرف آهن (شاهد) حاصل گردید (شکل ۴). رسولی و ملکوتی (۱۰) نشان دادند که با مصرف بهینه عناصر کم‌مصرف و از جمله آهن، کیفیت میوه از طریق افزایش درصد مواد جامد محلول (بریکس) بهبود پیدا می‌کند. نتایج این پژوهش با مطالعات سایر محققین در زمینه تأثیر آهن بر افزایش درصد مواد جامد محلول میوه (۱، ۱۸، ۲۱ و ۳۲) مطابقت و همخوانی دارد و همگی اشاره به این مطلب دارند که مصرف آهن منجر به افزایش درصد مواد جامد محلول در میوه می‌شود.

مقایسات گروهی (اورتوگونال)

بر اساس نتایج مقایسات گروهی (جدول ۳) بین تیمار کاربرد خاکی آهن (به صورت سکوسترین) و کاربرد محلول‌پاشی آهن (با استفاده از ترکیب سولفات آهن و یا محلول‌پاشی Fe-HEEDHA) در مورد اغلب صفات اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌دار وجود دارد. اما نوع ترکیب مورد استفاده در محلول‌پاشی برای بیشتر صفات اندازه‌گیری شده نتوانسته است تفاوت معنی‌داری را ایجاد کند. به‌عبارت دیگر، محلول‌پاشی با ترکیب سولفات آهن و یا محلول‌پاشی Fe- HEEDHA بر صفات اندازه‌گیری شده (به استثنای متوسط وزن میوه) یکسان عمل کردند و ترجیحی بر یکدیگر ندارند. بر اساس مقایسات گروهی، به طور کلی، مصرف آهن با هر روش کاربرد و هر ترکیبی سبب تفاوت معنی‌دار در اغلب صفات گیاهی اندازه‌گیری شده (به استثنای اسیدیته میوه و ویتامین ث) گردیده است. بنابراین، فارغ از نوع و روش مصرف آهن، کاربرد آن برای افزایش عملکرد و برخی دیگر از پارامترهای کیفی

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-02]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1395.7.4.13.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.4.149]



شکل ۴. تأثیر منبع و مقدار کاربرد آهن بر مواد جامد محلول در میوه توت‌فرنگی رقم سلوا

جدول ۳. مقایسات گروهی تیمارهای آزمایش بر برخی پاسخ‌های گیاه توت‌فرنگی رقم سلوا

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		درصد مواد جامد محلول	متوسط وزن میوه	عملکرد میوه در هکتار	اسیدیته میوه	ویتامین ث
تفاوت تیمار شاهد با تیمارهای کودی	۱	۴/۳۰**	۱۷/۶۹**	۲/۸۴*	۰/۰۲^{ns}	۵۱/۴۶^{ns}
تفاوت سکوسترین و محلول‌پاشی سولفات آهن	۱	۳/۱۳**	۷/۴۸^{ns}	۰/۷۹*	۰/۰۲^{ns}	۴۱/۷۲^{ns}
تفاوت سکوسترین آهن با محلول‌پاشی Fe- HEEDHA	۱	۳/۲۴*	۶۲/۶۰**	۴/۹۰*	۰/۰۴^{ns}	۲۲۹/۷۶^{ns}
تفاوت محلول‌پاشی سولفات آهن با محلول‌پاشی Fe- HEEDHA	۱	۰/۰۴^{ns}	۲۹/۸۵*	۸/۹۳^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۸۷/۹۹^{ns}

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

توت‌فرنگی در شرایط گلخانه در منطقه جیرفت ضروری می‌باشد. در آزمایش اردال و همکاران (۲۴) هم ملاحظه گردید که کاربرد آهن، چه به صورت مجزا و چه به صورت همراه با گوگرد، و حتی کاربرد گوگرد به تنهایی، به سبب اسیدی کردن خاک و فراهم شدن بستر برای قابلیت دسترسی بیشتر آهن، سبب افزایش عملکرد توت‌فرنگی شده است.

بررسی اقتصادی تیمارهای آزمایش

به منظور پاسخگویی به این سئوال که " آیا استفاده از کود آهن به صورت ترکیب‌های مختلف و به تبع آن روش‌های متفاوت کاربرد اقتصادی هست یا نه؟" و اینکه " کدام ترکیب آهن‌دار نسبت به بقیه ترکیبات ارجحیت دارد؟" و به طور کلی سودآورترین تیمار آزمایش کدام تیمار است؟ از روش تحلیل

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-02]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1395.7.4.13.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.4.149]

نهـایی منفعـت بـه هزینـه (Marginal benefit cost ratio analysis) استفاده گردید (۹). در این روش، ابتدا میانگین منافع (درآمد) و هزینه‌های هر تیمار را محاسبه کرده و سـپس نسـبت نهایی منفعت (درآمد) به هزینه با توجه به مراحل زیـر محاسـبه گردید:

۱- میانگین منافع (درآمد) تیمار شاهد از میانگین منافع (درآمد) هر یک از تیمارها کم شد:

$$B_i = \overline{B}_i - \overline{B}_c \qquad [۱]$$

کـه B_1 اخـتلاف میـانگین منـافع تیمـار i ام نسـبت بـه تیمـار شاهد، $\overline{B}_i$ میانگین منافع تیمـار i ام و $\overline{B}_c$ میـانگین منـافع تیمـار شاهد است.

۲- میانگین هزینه‌های تیمار شاهد از میانگین هزینه‌های هر یک از تیمارها کم گردید:

$$C_i = \overline{C}_i - \overline{C}_c \qquad [۲]$$

که C_i اختلاف میانگین هزینه‌هـای تیمـار i ام نسـبت بـه تیمـار شاهد، $\overline{C}_i$ میانگین هزینه‌های تیمار i ام و $\overline{C}_c$ میانگین هزینه‌های تیمار شاهد است.

۳- با استفاده از تحلیل نهایی منفعت به هزینـه نـرخ سـودآوری هر یک از تیمارها نسبت به تیمار شاهد به‌صورت زیـر محاسـبه گردید:

$$P_{ri} = \left[\frac{(B_i - C_i}{C_i}\right] \times 100 = \left[(\frac{B_i}{C_i}) - 1\right] \times 100 \qquad [۳]$$

که P_{ri} نرخ سودآوری تیمـار i ام اسـت. پـس از محاسـبه نـرخ سودآوری تیمارهای مختلف، تیماری انتخاب می‌گردد که دارای بیشترین نرخ سودآوری باشد. بنابراین، بـرای آزمـایش حاضـر، محاسبات فوق نیاز به اطلاعات زیر داشـت کـه ایـن اطلاعـات جمع‌آوری گردید:

۱- میانگین عملکرد محصول توت‌فرنگی در هر یک از تیمارهـا (میانگین سه تکرار در هر تیمار)

۲- میانگین قیمت محصول توت‌فرنگی در بازار در سـال انجـام آزمایش

۳- میانگین هزینه‌های هر یک از تیمارها (شامل مقدار و قیمـت مواد به‌کار برده شـده، وجـین علـف‌هـای هـرز، محلـول‌پاشـی، کوددهی و دیگر عملیات لازم در هر یک از تیمارها)

پس از جمع آوری اطلاعات مورد نیاز، نسبت به محاسبات فوق اقدام گردید که نتایج در جدول ۴ آمده است.

همانگونـه کـه در جـدول ۴ مشـاهده مـی‌شـود، اسـتفاده از سولفات آهن و رکسنول، با توجه به هزینه‌هایی که بر گلخانه‌دار تحمیل می‌کنند، در مقایسه با درآمد ناشـی از افـزایش محصـول تولیدی ناشی از کاربرد آنها، توجیـه اقتصـادی نـدارد. بـه طـور نسبی، استفاده از غلظت ۳ در هزار سـولفات آهـن بـه صـورت محلول‌پاشی، نسبت به غلظت‌های کمتر آن، از لحـاظ اقتصـادی بهتر می‌باشد. در مورد ترکیب رکسنول نیز اسـتفاده از غلظـت ۴ در هـزار، در مقایسـه بـا غلظـت ۲ در هـزار آن، بـه صـورت محلول‌پاشی، به طور نسبی، از نظر اقتصادی توجیه بهتـری دارد. به طور کلی، استفاده از ترکیب سکوسـترین آهـن بـرای تـأمین آهن گیاه توت‌فرنگی، در مقایسه با دو ترکیب سـولفات آهـن و رکسنول آهن که به روش محلول‌پاشی استفاده می‌شوند، از نظـر اقتصادی توجیه بسیار خوبی دارد. از نظر مقدار نیز مصرف ۴/۵ کیلوگرم سکوسترین آهن در هکتار، در مقایسه بـا ۷/۵ و ۱۰/۵ کیلـوگرم در هکتـار آن، از توجیـه بیشـتری از لحـاظ اقتصـادی برخـوردار بـوده و دارای نـرخ سـودآوری بیشـتری مـی‌باشـد. همچنین، استفاده از ۷/۵ کیلـوگرم سکوسـترین آهـن در هکتـار نسبت به مصرف ۱۰/۵ کیلوگرم آن در هکتـار بهتـر اسـت و از لحاظ اقتصادی به‌صرفه‌تر می‌باشد. در نهایـت ایـن کـه، کـاربرد خاکی ۴/۵ کیلوگرم سکوسترین آهن در هکتار در این آزمـایش، بهترین تیمار از نظر اقتصادی می‌باشـد. اگرچـه از نظـر مقایسـه میـانگین عملکـرد بـه لحـاظ آمـاری، کـاربرد ۱۰/۵ کیلـوگرم سکوسترین آهن در هکتار بیشترین عملکرد را تولید کرده است و با تیمار کاربرد ۴/۵ کیلوگرم سکوسترین آهن در هکتار دارای تفاوتی معنی‌دار می‌باشد. به طور کلی، اگـر عـواملی کـه سـبب افـزایش سـود مـی‌شـوند، از قبیـل عملکـرد و قیمـت فـروش محصول، افزایش یافته و کل هزینه‌های تولید، اعم از هزینه‌هـای ثابت و متغیر، کاهش یابند، نسبت فایده به هزینه افزایش خواهد

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-02]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1395.7.4.13.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.4.149]

جدول ۴. نتایج بررسی اقتصادی طرح طی یک فصل زراعی توت‌فرنگی رقم سلوا

ردیف	تیمار	عملکرد (تن در هکتار)	میانگین درآمدها (ریال)	میانگین هزینه‌ها (ریال)	اختلاف میانگین درآمد و هزینه (ریال)	اختلاف میانگین درآمد تیمار نسبت به درآمد شاهد (ریال)	اختلاف میانگین هزینه تیمار نسبت به هزینه شاهد (ریال)	نرخ سودآوری (٪)
۱	شاهد	۱۹/۲۶	۳۲۷۴۲۰۰۰۰	۸۲۳۹۹۹۹۸	۲۴۵۰۲۰۰۰۲	–	–	–
۲	۱۰۰۰/۱ سولفات آهن	۱۹/۵۱	۳۳۱۶۷۰۰۰۰	۱۰۳۹۹۹۹۹۸	۲۲۷۶۷۰۰۰۲	۴۲۵۰۰۰۰	۲۱۶۰۰۰۰۰	-۸۰/۳۲
۳	۱۰۰۰/۲ سولفات آهن	۱۹/۸۵	۳۳۷۴۵۰۰۰۰	۱۰۷۹۹۹۹۹۸	۲۲۹۴۵۰۰۰۲	۱۰۰۳۰۰۰۰	۲۵۶۰۰۰۰۰	-۶۰/۸۲
۴	۱۰۰۰/۳ سولفات آهن	۲۰/۰۷	۳۴۱۱۹۰۰۰۰	۱۱۴۴۹۹۹۹۸	۲۲۶۶۹۰۰۰۲	۱۳۷۷۰۰۰۰	۳۲۱۰۰۰۰۰	-۵۷/۱۰
۵	۲/۱۰۰۰ رکسنول آهن	۲۰/۱۷	۳۴۲۸۹۰۰۰۰	۱۲۰۴۹۹۹۹۸	۲۲۲۳۹۰۰۰۲	۱۵۴۷۰۰۰۰	۳۸۱۰۰۰۰۰	-۵۹/۴۰
۶	۴/۱۰۰۰ رکسنول آهن	۲۰/۶۴	۳۵۰۸۸۰۰۰۰	۱۲۷۴۹۹۹۹۸	۲۲۳۳۸۰۰۰۲	۲۳۴۶۰۰۰۰	۴۵۱۰۰۰۰۰	-۴۷/۹۸
۷	۴/۵ کیلوگرم/هکتار سکوسترین آهن	۲۲/۰۵	۳۷۴۸۵۰۰۰۰	۸۴۶۸۰۳۴۶	۲۹۰۱۶۹۶۵۴	۴۷۴۳۰۰۰۰	۲۲۸۰۳۴۸	۱۹۷۹/۹۵
۸	۷/۵ کیلوگرم/هکتار سکوسترین آهن	۲۲/۱۵	۳۷۶۵۵۰۰۰۰	۸۴۷۹۹۹۹۸	۲۹۰۷۵۰۰۰۲	۴۹۱۳۰۰۰۰	۳۴۰۰۰۰۰	۱۳۴۵/۰۰
۹	۱۰/۵ کیلوگرم/هکتار سکوسترین آهن	۲۲/۶۴	۳۸۴۸۸۰۰۰۰	۸۶۱۹۹۹۹۸	۲۹۷۹۸۰۰۰۲	۵۷۴۶۰۰۰۰	۴۵۰۰۰۰۰	۱۱۷۶/۸۹

یافت (۵). در آزمایشی روی نارنگی جهرمی، تیمار محلول‌پاشی ۳ در هزار سولفات آهن به عنوان اقتصادی‌ترین تیمار محلول‌پاشی برای نارنگی توصیه گردید (۹).

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این آزمایش، کاربرد آهن، فارغ از نوع و روش مصرف آن، برای افزایش عملکرد و برخی دیگر از پارامترهای کیفی توت‌فرنگی در شرایط گلخانه در منطقه جیرفت ضروری می‌باشد. اگرچه استفاده از کلات آهن (Fe-EDDHA) به روش مصرف خاکی، به مقدار ۱۰/۵ کیلوگرم در هکتار، باعث به‌دست آمدن بیشترین عملکرد میوه، متوسط وزن میوه و ویتامین ث شد؛ اما مصرف ۴/۵ کیلوگرم سکوسترین آهن در هکتار در مقایسه با ۷/۵ و ۱۰/۵ کیلوگرم در هکتار از توجیه بیشتری از لحاظ اقتصادی برخوردار بوده و دارای نرخ سودآوری بیشتری می‌باشد.

منابع مورد استفاده

۱. بای‌بوردی، ا. ۱۳۷۷. بررسی تأثیر کود ازته در کنار مصرف عناصر کم‌نیاز آهن، روی و منگنز بر کمیت و کیفیت پیاز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه خاک‌شناسی، دانشگاه تبریز.

۲. بلالی، م. ر.، م. ج. ملکوتی، ع. ضیائیان، ز. خوگر، ا. فرج نیا، م. کلهر، م. آقا لطف‌اللهی، ا. گلچین، ع. مجیدی، ج. قادری و م. کاظمی طلاچی. ۱۳۸۰. مقایسه روش‌های مختلف کاربرد عناصر کم‌مصرف بر عملکرد کمی و کیفی گندم آبی در استان‌های

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-02]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1395.7.4.13.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.4.149]

مختلف کشور. علوم خاک و آب ۱۵(۲): ۱۴۰-۱۵۴.

۳. پرداختی، ع. ر.، م. ح. نظران، ح. حکم آبادی و م. آشتیانی. ۱۳۸۵. نقش فضای سبز در کاهش آلودگی هوا و اثر کود جدید کلات آهن خضرا در افزایش کارایی گیاهان و تلطیف هوا. اولین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست.

۴. تقوی، ت.، م. بابالار، ع. عبادی، ح. ابراهیم زاده و م. ع. عسگری. ۱۳۸۴. اثر سطوح مختلف آهن و بُر روی مقدارعناصر و عملکرد توت‌فرنگی رقم سلوا. علوم کشاورزی ایران ۳۶(۵): ۱۰۶۵- ۱۰۷۳.

۵. حسن زاده اول، ف. و پ. رضوانی مقدم. ۱۳۹۲. ارزیابی کارایی انرژی و تحلیل اقتصادی تولید پیاز (*Allium cepa* L.) در استان خراسان رضوی. اکولوژی کاربردی ۲(۳): ۱-۱۰.

۶. دیلمقانی حسنلویی، م. ر. و س. همتی. ۱۳۹۰. اثر بسترهای مختلف کشت بر میزان عناصر غذایی، عملکرد و خصوصیات کیفی توت‌فرنگی رقم سلوا در کشت بدون خاک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۲(۷): ۱-۷.

۷. ذبیحی، ح. و ع. سبحانی. ۱۳۸۴. اثر منابع مختلف پتاسیم و مقدار آهن بر عملکرد و رقم گوجه‌فرنگی. چکیده مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران.

۸. رزازی، ع.، م. ر. لبافی، ح. خلج، ع. ر. احیایی و م. ح. نظران. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر نانوکود کلاته آهن بر کمیت و کیفیت گوجه‌فرنگی. علوم و فنون باغبانی ایران ۷(۱): ۳۸-۴۷.

۹. رستگار، ح. ۱۳۸۰. بررسی اثر محلول‌پاشی منابع مختلف روی بر عملکرد نارنگی جهرمی. گزارش نهایی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان آموزش، تحقیقات و ترویج کشاورزی، تهران.

۱۰. رسولی، م. ح. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۸. ضرورت تأمین ریزمغذی‌ها و کنترل بیماری‌ها از طریق تزریق در تنه درختان میوه. نشریه فنی شماره ۸۸، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، انتشارات مرکز نشر کشاورزی.

۱۱. سعادتی، ص. و ن. معلمی. ۱۳۹۰. بررسی محلول‌پاشی عنصر روی بر رشد و عملکرد گیاه توت‌فرنگی در شرایط تنش شوری. علوم باغبانی ایران ۴۲(۳): ۲۶۷-۲۷۵.

۱۲. شهابیان، م.، ح. رستگار و س. م. سمر. ۱۳۸۵. تأثیر منابع مختلف کود آهن بر عملکرد کمی و کیفی میوه درختان پرتقال. علوم خاک و آب ۲۰(۱): ۱۱-۱۶.

۱۳. فاطمی، ل. س.، س. ج. طباطبایی و ا. فلاحی. ۱۳۸۸. تأثیر سیلیسیوم بر شدت فتوسنتز و غلظت عناصرغذایی گیاه توت‌فرنگی در شرایط تنش شوری. دانش کشاورزی پایدار ۱(۱۹): ۱۰۷-۱۱۸.

۱۴. فیضی، ح.، پ. کشاورز و ا. میراحمدی. ۱۳۸۶. بررسی اثر کاربرد کودهای سولفات آهن و سولفات روی بر عملکرد و کیفیت غده چغندرقند. چکیده مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران.

۱۵. کریمی، ح. ر.، ع. تفضلی بندری و ن. ع. کریمیان. ۱۳۸۹. اثرات کاربرد آهن و اسید سولفوریک بر برخی ویژگی‌های رشدی و عملکرد توت‌فرنگی در خاک‌های آهکی. علوم و فنون باغبانی ایران ۱۰(۱): ۳۴-۴۲.

۱۶. مظلومی، ف.، ع. رونقی و ن. ع. کریمیان. ۱۳۹۰. اثر شوری و کلسیم تکمیلی بر رشد رویشی، عملکرد میوه و غلظت برخی عناصر در توت‌فرنگی در کشت بدون خاک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۲(۶): ۵۱-۶۲.

۱۷. ملکوتی، م. ج. و م. طهرانی. ۱۳۷۸. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی، عناصر خرد با تأثیر کلان. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

18. Bacha, M.A., S.M. Sabbah and M.A. El-Hamady. 1995. Effect of foliar application of iron, zinc and manganese on yield, berry quality and leaf mineral composition of Thompson Seedless and Roumy red grape cultivars. Alexandria J. Agric. Res. 40: 315-331.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-02]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1395.7.4.13.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.4.149]

19. Borowski, E. and S. Michalek. 2011. The effect of foliar fertilization of French bean with iron salts and urea on some physiological processes in plants relative to iron uptake and translocation in leaves. Acta Sci. Pol. Hort. Cult. 10: 183-193.
20. Cesco, S., M. Nikolic, V. Römheld, Z. Varanini and R. Pinton. 2002. Uptake of 59Fe from soluble 59Fe-humate complexes by cucumber and barley plants. Plant Soil 241: 121-128.
21. Davarpanah, S., M. Akbari, M. A. Askari, M. Babalar and M. E. Naddaf. 2013. Effect of iron foliar application (Fe-EDDHA) on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate cv."Malas-e-Saveh". World Sci. J. 4: 179-187.
22. El-Lebodi, A., A.M. El-Gala and A.A. Sakr. 1997. Growth and nutritional status of tomato subjected to foliar spray with certain nutrient solution. Agric. Res. Rev. 54: 109-127.
23. 24. Erdal, I., K. Kepenek and I. Kizilgoz. 2006. Effects of elemental sulphur and sulphur containing waste on the iron nutrition of strawberry plant grown in a calcareous soil. Biol. Agric. Hort. 23: 263-272.
25. Jones, Jr., J.B., B. Wolf and H.A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Publishing, Athens, GA, pp. 1-25.
26. Jungh, A., E. Kramarovski and D. Markel. 2002. Effect of iron on some physiological properties of tomato plants. Hort. Abst. 43: 759.
27. Kalesck, H., M. Oktay and W. Hofner. 2003. Effect of iron cholorosis-inducing factors on the pH of the cytoplasm of sunflower (*Helianthus annuus*). Plant Soil 82: 215-221.
28. Kalesck, H., W. Hofer and K. Schaller. 2004. Effects of bicarbonate and phosphate on iron chlorosis of grape vines with special regard to the susceptibility of two rootstocks. Part ll: Pot experiments. J. Plant Nutr. 10: 231-249.
29. Kazemi. M. 2014. Application of iron, calcium and zinc sulfate on vegetative growth and reproductive characterics of strawberry cv. Pajaro. Turk. J. Sci. 1: 21-26.
30. Maas, J.L. 1984. Compendium of Strawberry Diseases. Am. Phytopathol. Soc., USA, pp. 15-18.
31.
32. Robison, J.G., A.R. Pendleton, K.O. Monson, B.K. Murray and K.L. O'Neill. 2004. Decreased DNA repair rates and protection from heat induced apoptosis mediated by electromagnetic field exposure. Bioelectromagnetics 23(2): 106-112.
33. Sanz, M., J. Cavero and J. Abadia. 2002. Iron chlorosis in the Ebro river basin, Spain. J. Plant Nutr. 15: 1971-1981.
34. Shahvali-Kohshouri, R., A. Moieni and A. Baghizadeh. 2013. Positive effects of cold pretreatment, iron source and silver nitrate on another culture of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch). Plant Biotechnol. Rep. 7: 481-488.
35. Sharma, R.R. 2002. Growing Strawberries. Scientist Division of Fruit and Horticulture Technology, Indian Agricultural Research Institute, International Book Distributing Co., New Delhi.
36. Singh, G.H. 2000. Effect of suphur in preventing the occurrence of chlorosis in peas. Agron. J. 62: 708-711.
37.
38. Turemis, N., A.I. Ozguven, S. Paydas and G. Idem. 1997. Effects of sequestrene Fe-138 as foliar and soil application on yield and earliness of some strawberry cultivars in the subtropics. Acta Hort. 441: 369-374.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-02]
[DOR: 20.1001.1.20089082.1395.7.4.13.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.4.149]

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-02]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1395.7.4.13.5]

[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.4.149]