اثر منبع، مقدار و روش کاربرد آهن بر عملکرد و کیفیت توت فرنگی رقم سلوا

یعقوب حسینی [۱] و محمد بهادری [۲]
۱-استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان ۲- دانشجوی سابق دانشگاه آزاد اسلامی جیرفت

چکیده
آهکی بودن و pH بازی خاکهای منطقه جیرفت سبب شده است تا جذب عناصر ریزمغذی بویژه آهن بوسیله گیاه توت فرنگی دچار مشکل شود. در پژوهش 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 ۵/۱۰ کیلو گرم در هکتار بیشترین عملکرد میوه، متوسط وزن میوه و ویتامین ث را سبب شد. پس از آن مقادیر ۵/۷ و ۵/۴ کیلو گرم سکوسترین آهن در هکتار بصورت کاربرد خاکی بالاترین عملکرد توت فرنگی در منطقه جیرفت را سبب شدند که با تیمارهای دیگر اختلافی معنی دار داشتند. بنابراین از نظر تأثیر بر عملکرد و پارامترهای کیفی توت فرنگی مقدار ۵/۱۰ کیلو گرم سکوسترین آهن در هکتار قابل توصیه می باشد.
واژه های کلیدی: توت فرنگی، روش مصرف، منبع آهن، عملکرد

مقدمه
توت فرنگی (*Fragaria* × *ananassa*Duch) گیاهی علفی است که در سراسر مناطق قابل کشت کره زمین از نواحی شمالی تا گرمسیری پرورش می یابد (سعادتی و معلمی، ۱۳۹۰). در حال حاضرکشت و کارمحصولات گلخانه ای درکشور درحال توسعه می باشد که کشت توت فرنگی از جمله آنهاست (دیلمقانی حسنلویی و همتی، ۱۳۹۰). از طرف دیگر، براثرکمبودآهن فعالیت چندین سیستم آن زیمی وترکیبات گیاهی مانندکاتالاز،سیتوکرم اکسیدازوفردوکسین به طورقابل ملاحظه ای کاهش مییابد. مقدارآهن موجوددرخاک زیاداست ولی گیاهان فقط آهن دو ظرفیتی را در فرایندهای فیزیولوژیکی خود مورد استفاده قرار میدهند،که درمقایسه باکل آهن خاک ناچیزاست. شرایط محیطی خاک برمقدارجذب آهن توسط گیاه تاثیرمیگذارد،به همین دلیل کنترل جذب آهن توسط گیاه مشکل است(تقوی و همکاران، ۱۳۸۴). بخش بزرگی از خاک‌های زراعی کشور، به ویژه نواحی جنوبی، حاوی مقادیر زیادی کربنات کلسیم هستند که سبب افزایش واکنش خاک و ایجاد اختلال در جذب عناصر آهن، روی، فسفر و غیره می شود (شهابیان و همکاران، ۱۳۸۵). کمبود آهن در توت فرنگی 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 بشدت کوچك مي‌گردد. در کمبود آهن ظاهر گل و میوه توت فرنگی کمتر تحت تاثیر قرار می‌گیرند(Maas, ۱۹۸۴). در خاکهای آهکی با pH بالا بي‌رنگی در برگهای توت فرنگی گسترش یافته و عمدتاً ظهور این علامت که اغلب ناشی از کمبود آهن است منجر به کاهش عملکرد مي‌گردد(Sharma, ۲۰۰۲). تقوی و همکاران(۱۳۸۷) در بررسی تاثیر سطوح مختلف آهن و بُر روی مقدار عناصر و عملکرد توت فرنگی 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، کلسیم و آهن برگ‌ها میشود. در پژوهشی Singh, ۲۰۰۰)) ملاحظه گردید که در محلول‌پاشی برگی، آهن به آسانی بر روی سطح برگ به‌صورت هیدروکسید رسوب می‌کند و به دلیل اینکه برگ بر خلاف ریشه مکانیزم اسیدی کردن وجود. در آزمایشی Kalesck و همکاران (۲۰۰۳) 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 بی کربنات هم از طریق جلوگیری از جذب آهن و هم از طریق افزایش pH سلول، جذب و انتقال آهن را کاهش می‌دهد. در تحقیقی Sanz و همکاران (۲۰۰۲) بیان نمودند کاربرد کلات آهن روش موثری در برطرف نمودن کمبود آهن می‌باشد زیرا اثر بخشی کیلیت آهن کمتر تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد. در مطالعه ای (Kazemi, ۲۰۱۴) بر رشد رویشی و زایشی توت فرنگی ملاحظه گردید که آهن نقشی چشمگیر در افزایش وزن خشک، سطح برگ و طول ریشه توت فرنگی دارد. همچنین خصوصیات زایشی مثل تعداد میوه را نیز افزایش داد. در بررسی دیگر (Erdal, ۲۰۰۴) اثر محلول پاشی آهن در مراحل مختلف رشد توت فرنگی انجام و گزارش شد که غلظت سولفات آهن از طریق برگپاشی مؤثرتر از کاربرد Fe - EDTA بود. در آزمایشی دیگر (Borowski and Michalek, ۲۰۱۱) مشخص گردید که محلول پاشی عناصر معدنی بصورت محلول پاشی یک روش قابل قبول برای کاربرد عناصر غذایی در گیاهان عالی است و موثر تر از کاربرد خاکی است؛ بویژه وقتی که شرایط خاک برای آهن قابل دسترس مناسب نیست.
آهکی بودن و pH بازی خاکهای منطقه جیرفت سبب شده است تا جذب عناصر ریزمغذی بویژه آهن بوسیله گیاه دچار مشکل شود. راهکارهایی که بتواند این مشکل را تعدیل نماید از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می باشد. به نظر می رسد منبع، روش کاربرد و مقدار ترکیب آهن دار مورد استفاده در این موضوع مهم باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت کشت خاکی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در گلخانه یکی از گلخانه داران منطقه جیرفت به مرحله اجرا درآمد. تیمارهای مورد مطالعه ترکیبی از منابع مختلف آهن (کلات- Fe-EDDHA یا همان سکوسترین آهن ۱۳۸، کلات- Fe-HEEDTA یا رکسنول آهن و سولفات آهن)، روش مصرف (خاکی و محلول‌پاشی) و مقدار مصرف]۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار برای سکوسترین آهن ۱۳۸ به صورت مصرف خاکی و محلول‌پاشی کلات Fe-HEEDTA با غلظت ۲/۰ درصد (۲ در هزار) و ۴/۰ درصد (۴ در هزار)) و محلول‌پاشی سولفات آهن با غلظت (۱/۰ درصد (۱در هزار)، ۲/۰ درصد(۲در هزار) و ۳/۰ درصد (۳در هزار)[و یک تیمار شاهد (بدون مصرف ترکیبات آهن دار) 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. سپس بر اساس آزمایش خاك و توصیه مرکز تحقیقات جیرفت، مقادیر لازم عناصر غذایی دیگر (به استثنای آهن) به خاک اضافه گردید. نشاءها توت فرنگی رقم سلوا قبل از کاشت در محلول قارچ‌کش بنومیل به نسبت ۲ در هزار ضد عفونی شدند و در محل‌های مشخص کشت گردیدند. عملکرد میوه در طی ۳۰ چین در هکتار، متوسط وزن میوه در بوته، اسیدیته قابل تیتراسیون، ویتامین ث و درصد مواد جامد محلول از پاسخ گیاهی اندازه گیری شده در این آزمایش بودند. داده‌های جمع‌آوری شده در طول اجرای آزمایش، توسط نرم افزار SAS تجزیه و میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند. مقایسه گروهی تیمارها نیز با کمک برنامه MSTAT C انجام پذیرفت. ترسیم نمودارها با نرم افزار Excel صورت گرفت

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس آزمایش نشان داد که تیمارهای مورد استفاده در آزمایش تأثیری معنی دار بر صفات اندازه گیری شده در آزمایش داشتند. بیشترین عملکرد میوه در طی ۳۰ چین درهکتار(۶۴/ ۲۲ تن در هکتار) با کاربرد ۵/۱۰ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن ۱۳۸(EDDTA-Fe) بصورت خاکی بدست آمد و با کاربرد ۵/۷ و ۵/۴ کیلو گرم آن در هکتار تفاوتی معنی داشت. در تحقیقی دیگر هم نشان داده شد که ارقام توت فرنگی پاسخهای متفاوتی به مقادیر کاربرد سکوسترین ۱۳۸ آهن نشان دادند (Turemis et al., ۱۹۹۷). کمترین عملکرد میوه در طی ۳۰ چین (۲۶/۱۹ تن در هکتار) از عدم مصرف کود آهن (شاهد) بدست آمد. این نتایج حاکی از این مطلب است که مصرف آهن به میزان ۵/۱۰ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن ۱۳۸(EDDTA-Fe) نسبت به مصرف Fe-HEEDTA (رکسنول) و محلول پاشی سولفات آهن تاثیر بیشتری بر افزایش عملکرد میوه طی ۳۰ چین در هکتارداشت (شکل ۱A). اگرچه استفاده از سولفات آهن و رکسنول نیز، نسبت به تیمار شاهد، سبب افزایش معنی دار عملکرد گردیدند. نتایج بدست آمده با نتایج سایر محققین (کریمی و همکاران، ۱۳۸۹) مطابقت دارد که بیان می دارد که آهن نقش مهمی در فعالیت کلروفیل و سنتز تعداد زیادی از پروتئین های مهم از قبیل سیتوکروم های مختلف دارد و فتوسنتز و انتقال آسیمیلاتها را به مخزن برعهده دارد و در نهایت افزایش عملکرد را در پی دارد. در آزمایشی بر روی ارقام توت فرنگی نشان داده شد که کاربرد سکوسترین آهن ۱۳۸(EDDTA-Fe) از کلات Fe-EDTA مؤثرتر است که علت آن رسوب آهن در ترکیب Fe-EDTA، کاهش قابلیت استفاده آهن و تولید برخی از ترکیبات سمی در هنگام استفاده از کلات Fe-EDTA در مقایسه با کلات سکوسترین آهن ۱۳۸(EDDTA-Fe) ذکر گردید (Shahvali-Kohshouri et al., ۲۰۱۳).

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که متوسط وزن میوه در بوته مربوط به تیمارهای مختلف آزمایش تفاوتی معنی دار با یکدیگر داشتند. به طوریکه بیشترین متوسط وزن میوه در بوته از مصرف ۵/۱۰و ۵/۷ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن ۱۳۸ (EDDTA-Fe) بصورت خاکی بدست آمد و کمترین متوسط وزن میوه در بوته از عدم مصرف کود آهن(شاهد) بدست آمد (شکل ۱B). مصرف آهن از منبع Fe -HEEDTA (رکسنول) نسبت منبع سولفات آهن سبب تولید میوه های درشتی گردید، اگرچه بین مصرف سولفات آهن به مقدار ۳ در هزار و تیمارهای محلول پاشی رکسنول آهن تفاوتی معنی دار وجود نداشت. برخی از پژوهشگران دیگر نیز گزارش کردند که با کاربرد آهن وزن میوه افزایش پیدا کرده است (رزازی و همکاران، ۱۳۸۹) که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد.

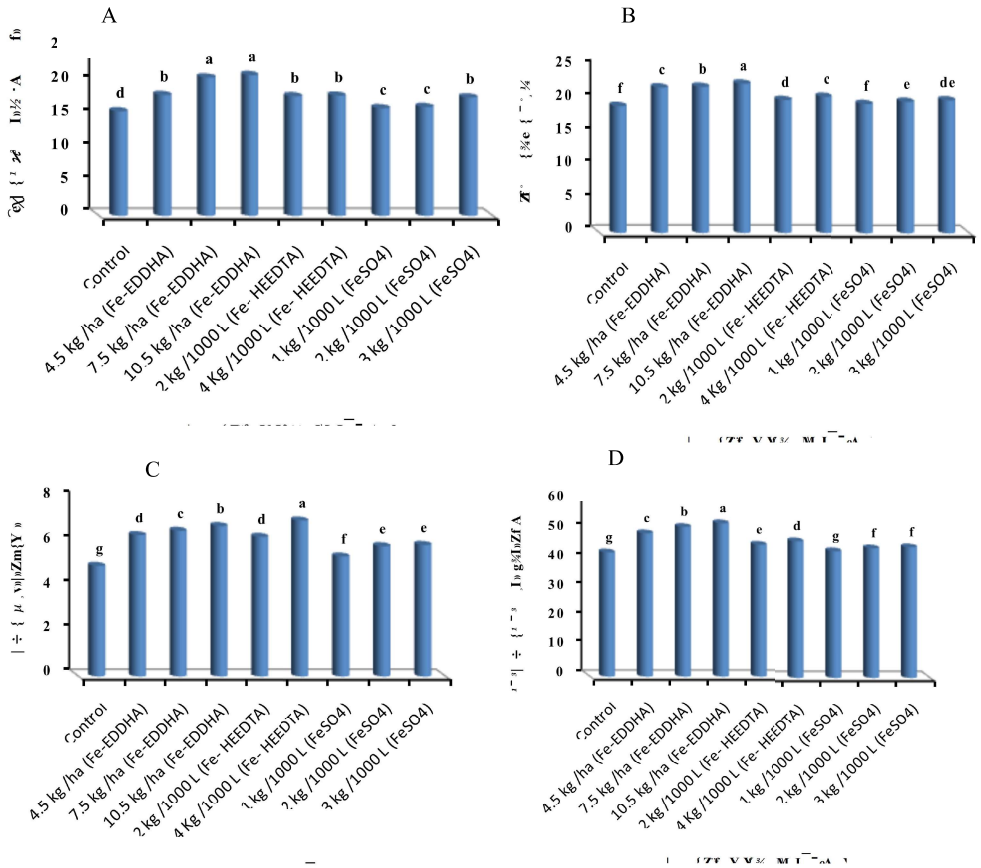
بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای آزمایش بر مقدار اسیدیته میوه تاثیر معنی داری نداشت. اما در پژوهشی (Bacha et al,. ۱۹۹۵) در خاکهای آهکی مشخص شد که کاربرد آهن سه باره مرتبه بطور معنی داری درصد مواد جامد محلول دانه انگور را افزایش داد و در حالی که درصد اسیدیته را در تعداد دفعات محلول پاشی کاهش داد.

جدول تجزیه واریانس آزمایش نشان داد که ویتامین ث میوه به طوری معنی دار تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت. به طوریکه بیشترین ویتامین ث (برحسب میلی گرم اسید آسکوربیک در ۱۰۰ گرم نمونه) از مصرف ۵/۱۰ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن ۱۳۸(EDDTA-Fe) بصورت خاکی بدست آمد و کمترین ویتامین ث از عدم مصرف کود آهن(شاهد) بدست آمد (شکل ۱C). همچنین محلول پاشی رکسنول (Fe-HEEDTA) و سولفات آهن در مقایسه با تیمار شاهد سبب افزایش معنی دار ویتامین ث در میوه گوجه فرنگی شدند که از این حیث استفاده از رکسنول (Fe-HEEDTA) نسبت به سولفات آهن ارجحیت داشت.

بیشترین درصد مواد جامد محلول (۷۹/۶درصد) از محلول پاشی رکسنول با غلظت ۴ در هزار و کمترین درصد مواد جامد محلول(۰۲/۵) از عدم مصرف آهن(شاهد) حاصل گردید (شکل ۱D). رسولی و ملکوتی (۱۳۷۸) نیز نشان دادند که با مصرف بهینه عناصر کم مصرف و از جمله آهن، کیفیت میوه از طریق افزایش درصد مواد جامد محلول(بریکس) بهبود پیدا می کند. نتایج این پژوهش با مطالعات سایر محققین در زمینه تاثیر آهن بر افزایش درصد مواد جامد محلول میوه (Davarpanah et al., ۲۰۱۳؛ Bacha et al., ۱۹۹۵) مطابقت و همخوانی دارد و همگی اشاره به این مطلب دارند که مصرف آهن منجر به افزایش درصد مواد جامد محلول در میوه می شود.

مقایسات گروهی(اورتوگونال)

بر اساس نتایج مقایسات گروهی (جدول ۱) بین تیمار کاربرد خاکی آهن (به صورت سکوسترین) و کاربرد محلول پاشی آهن (با استفاده از ترکیب سولفات آهن و یا محلول پاشی HEEDTA-Fe) در مورد اغلب صفات اندازه گیری شده تفاوت معنی دار وجود دارد. اما نوع ترکیب مورد استفاده در محلول پاشی برای بیشتر صفات اندازه گیری شده نتوانسته است تفاوت معنی داری را ایجاد نماید، به عبارت دیگر محلول پاشی با ترکیب سولفات آهن و یا محلول پاشی HEEDTA-Fe بر روی صفات اندازه گیری شده (به استثناء 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 معنی دار در اغلب صفات گیاهی اندازه گیری شده (به استثناء 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 توت فرنگی در شرایط گلخانه در منطقه جیرفت ضروری می باشد. در آزمایش Erdal و همکاران (۲۰۰۴) 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 توت فرنگی شده است.



توت (D)و مواد جامد محلول (C)ویتامین ث ،(B)متوسط وزن میوه در یک چین ،(A) شکل ۱- تأثیر منبع و مقدار کاربرد آهن بر عملکرد میوه فرنگی

جدول ۱- مقایسات گروهی تیمارهای آزمایش بر برخی پاسخ های گیاه توت فرنگی

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	۳۰/۴**	۶۹/۱۷**	۸۴/۲*	۰۲/۰ns	۴۶/۵۱ns
تفاوت سکوسترین و محلول پاشی سولفات آهن	۱	۱۳/۳**	۴۸/۷ns	۷۹/۰*	۰۲/۰ns	۷۲/۴۱ns
تفاوت سکوسترین آهن با محلول پاشی HEEDTA- Fe	۱	۲۴/۳*	۶۰/۶۲**	۹۰/۴*	۰۴/۰ns	۷۶/۲۲۹ns
تفاوت محلول پاشی سولفات آهن با محلول پاشی HEEDTA- Fe	۱	۰۴/۰ns	۸۵/۲۹*	۹۳/۸ns	۰۰۵/۰ns	۹۹/۸۷ns

منابع

تقوی، ت. س.، بابالار، م.، عبادی، ع.، ابراهیم‌زاده، ح. و عسگری، م. ع. ۱۳۸۷. اثر سطوح مختلف آهن و بُر روی مقدار عناصر و عملکرد توت‌فرنگی رقم سلوا. مجله علوم دانشگاه تهران، جلد ۳۳، شماره‌ی ۴، صفحه‌های ۴۹ تا ۵۳.

تقوی، ت. س.، بابالار، م.، عبادی، ع.، ابراهیم‌زاده، ح. و عسگری، م. ع. ۱۳۸۴. اثر سطوح مختلف آهن و بُر روی مقدار عناصر و عملکرد توت فرنگی رقم سلوا. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۶، شماره‌ی ۵، صفحه‌های ۱۰۶۵ تا ۱۰۷۳.

دیلمقانی حسنلویی، م. ر. و همتی، س. ۱۳۹۰. اثر بسترهای مختلف کشت بر میزان عناصر غذایی، عملکرد و خصوصیات کیفی توت فرنگی رقم سلوا در کشت بدون خاك. علوم و فنون کشت های گلخانه ای، جلد ۲، شماره‌ی ۷، صفحه‌های ۱ تا ۷.

سعادتی، ص. و معلمی، ن. ۱۳۹۰. بررسی محلول پاشی عنصر روی بر رشد و عملکرد گیاه توت فرنگی در شرایط تنش شوری. مجله علوم باغبانی ایران، جلد ۴۲، شماره‌ی ۳، صفحه‌های ۲۶۷ تا ۲۷۵.

شهابیان، م.، رستگار، ح. و. سمر، س. م. ۱۳۸۵. تاثیر منابع مختلف کود آهن بر عملکرد کمی و کیفی میوه درختان پرتقال. مجله علوم خاک و آب، جلد ۲۰، شماره‌ی ۱، صفحه‌های ۱۱ تا ۱۶.

کریمی، ح. ر.، تفضلی بندری، ع. ا.، و کریمیان، ن. ع. ۱۳۸۹. اثرات کاربرد آهن و اسید سولفوریک بر برخی ویژگی‌های رشدی و عملکرد توت فرنگی در خاک‌های آهکی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، جلد ۱۰، شماره‌ی ۱، صفحه‌های ۳۴ تا ۴۲.

Bacha M. A., Sabbah S. M. and El-hamady M. A. ۱۹۹۵. 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 Journal of Agricultural Research, ۴۰(۳): ۳۱۵-۳۳۱.

Borowski E. and MichalekS. ۲۰۱۱.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.ActaScientiarumPolonorum, HortorumCultus, ۱۰ (۲): ۱۸۳-۱۹۳.

Davarpanah S., AkbariM., AskariM. A., BabalarM. andEsmaeilNaddafM. ۲۰۱۳. Effect of iron foliar application (Fe-EDDHA) on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate CV."Malas -e-Saveh". World of Sciences Journal, ۴:۱۷۹-۱۸۷.

ErdalI., Kepenek K., Kizilgoz I. and Turkay F. ۲۰۰۴. Effect of foliar iron applications at different growth stages on iron and some nutrient concentrations in Strawberry cultivars. Turkish Journal of Agricultural, ۵۲:۴۲۱-۴۲۷.

Kalesck H., OktayM. and HofnerW. ۲۰۰۳. Effect of iron cholorosis-inducing factors on the pH of the cytoplasm of sunflower (*Helianthus annuus*). Plant and Soil, ۸۲: ۲۱۵-۲۲۱.

Kazemi M. ۲۰۱۴. Application of iron, calcium and zinc sulfate on vegetativegrowth and reproductive characteristic of strawberry CV. pajaro. Turakish Journal of Sciences, ۱: ۲۱-۲۶.

Maas J. L. ۱۹۸۴. Compendium of strawberry ddiseases. American phytopathological society, in cooperation with Agricultural Research service United State Department of Agriculture, USA.

Sanz M., CaveroJ. and AbadiaJ. ۲۰۰۲. Iron chlorosis in the ebro river basin, Spain. Journal of Plant Nutrition, ۱۵(۱۰): ۱۹۷۱-۱۹۸۱.

Shahvali-Kohshouri R., MoieniA. and BaghizadehA. ۲۰۱۳. Positive effects of cold pretreatment, iron source and silver nitrate on another culture of strawberry (*Fragaria* × *ananassa*Duch). Plant Biotechnology Reports, ۷(۴): ۴۸۱-۴۸۸.

Sharma R. R. ۲۰۰۲. Growing Strawberries. Scientist Division of Fruit and Horticulture Technology, Indian Agricultural research Institute, International Book Distributing Company,New Delhi.

Singh G. H. ۲۰۰۰. Effect of suphur in preventing the occurrence of chlorosis in peas. Agronomy Journal, ۶۲: ۷۰۸-۷۱۱.

Turemis N., OzguvenA. I., PaydasS. and IdemG. ۱۹۹۷. Effects of sequestrene Fe-۱۳۸ as foliar and soil application on yield and earliness of some strawberry cultivars in the subtropics. Acta Horticultural, ۴۴۱: ۳۶۹-۳۷۴.

Abstract

Calcareoussoilsand highpH inJiroftregionhas causedmicronutrients, particularly ironuptakebyplantsbedifficult. In present study treatments were included incorporated different sources ofiron, methods of useandtheamount consumed.The results showedthat theuseofchelatediron(Fe-EDDHA)to۱۰.۵kilogramsper hectareassoil applicationhadthehighestfruit yield, averagefruitweightandvitamin C. Then, values of۷.۵and۵.۴kgironSequestrineper hectare as soil application wasthe highestperformancein Jiroftstrawberries that Withother treatmentshad significantdifference. Thus the use ofironSequestrine۱۳۸ (Fe-EDDTA)inthe amount of۴.۵kg perhectarein thesoilforstrawberryin Jiroftis recommended.