تأثیر منابع مختلف کود آهن بر عملکرد کمی و کیفی میوه درختان پرتقال

مهرداد شهابیان، حمید رستگار و سیدمحمود سمر [1]*

چکیده

این تحقیق برای ارزیابی اثربخشی سولفات آهن و کیلیت آهن، به عنوان دو منبع متفاوت کود آهن، در باغ پرتقالی واقع در ایستگاه تحقیقات کشاورزی جهرم به مدت چهار سال انجام شد. در صورت عدم مصرف کیلیت آهن، عملکرد میوه در باغ‌های مرکبات منطقه به شدت کاهش می‌یابد. به همین علت مصرف کیلیت‌های آهن در باغ‌های منطقه مرسوم می‌باشد. هدف از اجرای این تحقیق، مقایسهٔ طولانی مدت اثربخشی مصرف سولفات آهن به روشهای پخش سطحی و چالکود، با مصرف کیلیت آهن به روش کود آبیاری می‌باشد. با توجه به اهداف کاربردی موردنظر از اجرای این تحقیق، میزان عملکرد میوه و ویژگیهای کیفی آن، ملاک ارزیابی در نظر گرفته شد. نتایج این بررسی نشان داد که مصرف 100 گرم کیلیت آهن برای هر درخت، عملکردی برابر با 22240 کیلوگرم پرتقال در هکتار به همراه داشته است. مصرف 500 گرم سولفات آهن به روش چالکود، عملکرد میوه را 18% کاهش و به 18291 تنزل داد. میزان عملکرد میوه در تیمار مصرف سولفات آهن به روش پخش سطحی در حد تیمار چالکود بود که متفاوت از نتایج تحقیقات مشابه می‌باشد. این حالت احتمالاً ناشی از مصرف مداوم کودهای آلی و سطحی بودن ریشه‌ها در حالت آبیاری قطره‌ای می‌باشد. نوع کود آهن مصرفی، بر هیچ یک از ویژگیهای کیفی اندازه‌گیری شده، شامل ضخامت پوست، اسیدیته، مقدار ویتامین سی و مواد جامد محلول، تأثیر نداشت.

واژه های کلیدی: پرتقال، کیلیت آهن، مصرف موضعی، کود آبیاری

مقدمه

غلظت آهن در محلول خاکی آهکی تهویه‌دار، همواره کمتر از آن است که بتواند نیاز گیاه را برآورده کند (Lindsay،1991)، بنابراین ریشه گیاهان در چنین شرایطی باید بتوانند با روشهای ویژه‌ای، آهن مورد نیاز خود را استخراج نمایند (Mozafar،1995). ریشه گیاهانی که دچار کمبود آهن شده‌اند با تشدید فعالیت پمپ پروتونی (1- Proton pump) و نیز افزایش ترشح ترکیبات احیاء کننده (2- Reductants) نسبت به حالت عادی، با کمی غلظت آهن در محلول خاک مقابله می‌کنند. (Welki و Miller ،1993). این ویژگی در بسیاری گیاهان به اثبات رسیده است و آنهایی که در مقابل کمبود آهن مقاوم‌تر هستند، معمولاً با شدت بیشتری این واکنشها را نشان می‌دهند (Dell' Orto و همکاران،2000). بیشتر ارقام مرکبات که کشت آنها رایج می‌باشد به کمبود آهن حساس می‌باشند. از جمله می‌توان به پرتقال محلی جهرم اشاره کرد. جهت برطرف کردن کمبود، باغداران از کودهای آهن وارداتی که بنیان کیلیتی (3- Chelated iron fertilizer) داشته و عامل کیلیت کننده (4- Chelating agent) آن «ئی دی دی اچ ای» (5- EDDHA: Ethylendiamine di (o-hydroxy pheny) acetic acid) باشد، استفاده می‌کنند. کیلیت در زبان لاتین به معنی چنگال می‌باشد.

کیلیت شامل یک بنیان آلی پیچیده(6-Complex) و یک کاتیون فلزی است که اتصال بین بنیان آلی با کاتیون فلزی، از طریق بیش از لیگاند (7- Ligand) انجام می‌شود (Mortimer،1986). کیلیت‌های آهن با بنیان «ئی دی دی اچ ای» در خاک پایدار بوده و از رسوب آهن در خاک برای مدت قابل قبولی جلوگیری می‌کنند.

سولفات آهن، کود آهن دیگری است که ماهیتاً معدنی بوده و به سرعت در خاک به ترکیباتی با حلالیت کم (اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن سه ظرفیتی) تبدیل

1- به ترتیب، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب

* وصول: 83/7/5 و تصویب: 84/6/7

می‌شود. رسوبات تازه حاصل از مصرف این کود، به دلیل اینکه کمتر بلوری هستند، حلالیت بیشتری نسبت به رسوبات قدیمی آهن موجود در خاک، دارند. حلالیت رسوبات تازه و بی‌شکل، 3600 برابر رسوبات قدیمی می‌باشد (Lindsay،1991). هر چند به علت رسوب، قابلیت استفاده از سولفات آهن در خاک محدود می‌باشد، با این حال آزمایشها نشان می‌دهد که می‌توان از این ماده، تا حدی برای مداوای تنش آهن استفاده کرد، به ویژه هنگامی که با مواد آلی مخلوط و بدین ترتیب از رسوب آنها تا حدی ممانعت شود (Samar ، 1998). پس از مصرف این ماده در خاک، غلظت آهن قابل عصاره‌گیری خاک، برای مدتی، افزایش می‌یابد (Lindsay،1991).

پژوهشگران به روشهای مختلف اقدام به رفع کمبود آهن گیاهان حساس به این عارضه نموده‌اند. یکی از این روشها تماس بخشی از ریشه با موادی است که بتوانند به خوبی آهن مورد نیاز گیاه را تأمین می‌نمایند. در مواردی که امکان تعویض کل خاک وجود ندارد، این روش ارزشمند و اقتصادی می‌باشد. Wallace و Mueller (1978) مقداری از یک خاک آهکی را با افزودن اسید سولفوریک آهک‌زدایی کرده و در قسمت زیر گلدان قرار دادند و در روی آن خاک معمولی آهکی قرار دادند. خاک آهک‌زدایی شده 0/4% از وزن خاک گلدان را تشکیل می‌داد. در گلدان‌ها، سویای حساس به تنش آهن کشت شد. پس از رسیدن ریشه‌ها به خاک آهک‌زدایی شده، زردی برگ برطرف شد. بنابراین در صورتی که بخشی از ریشه‌ها با خاک بدون آهک در تماس باشند، امکان رفع کمبود آهن وجود دارد.

Kalbasi و همکاران (1986)، در آزمایشی بر روی درختان به[1]، خاک دو چاله اطراف درخت را با افزودن اسید سولفوریک غلیظ آهک‌زدایی کردند. این عمل چه به همراه افزودن سولفات آهن و چه بدون آن تأثیر خوبی در برطرف کردن زردی برگ درختان داشت. برطرف شدن زردی برگ در این حالت، بدون افزایش سولفات آن نیز منطقی می‌باشد. هر درجه کاهش پی اچ، حلالیت ترکیبات سه و دو ظرفیتی آهن را به ترتیب 1000 و 100 برابر افزایش می‌دهد (Lindsay،1991). بنابراین با آهک‌زدایی خاک، بدون نیاز به افزودن هیچگونه ترکیب آهن‌دار، درخت به، قادر بوده تا آهن مورد نیاز خود را از حجم محدودی از خاک اصلاح شده جذب نماید. البته بایستی در نظر داشت که کار کردن با اسید غلیظ، به علت خطرناک بودن، یک روش قابل توصیه برای باغداری نیست.

Horesh و همکاران (1991)، در گلدانهایی که نهال گونه‌ای از مرکبات کشت شده بود، مقدار کمی از خاک آهکی را خارج کرده و به جای آن یک نوع خاک پیت قرار دادند. در این آزمایش به خاک پیت، به تناوب مقدار کمی سولفات آهن اضافه گردید. با این روش زردبگری نهالها، که این پژوهشگران آن را زردبرگی آهکی[2] می‌نامیدند، اصلاح شد. پیت یک ماده گرانقیمت است و مصرف آن در مقادیر زیاد در باغهای میوه اقتصادی نیست.

Samar و همکاران (2001)، در آزمایشی بر روی نهال سیب نشان دادند که جایگذاری موضعی ماده آلی، بدون افزایش کود آهن، منجر به رفع علائم ظاهری کمبود آهن می‌شود. رشد ریشه در این منطقه افزایش یافت به گونه‌ای که وزن ریشه در منطقه جایگذاری موضعی مواد آلی، سه برابر شاهد بود. رفع زردی برگ در این آزمایش به تماس ریشه با مناطق بدون آهک و به دنبال آن رشد و جذب بیشتر آهن نسبت داده شد. اندازه‌گیری ایزوتوپ آهن رادیواکتیو افزوده شده در منطقه جایگذاری مادهٔ آلی، این مطلب را تأیید می‌کرد. در آزمایش دیگری (Samar و Malakouti ،2000)، کارآیی روش جایگذاری موضعی کود آلی و شیمیایی، که اختصاراً چالکود نامیده شد، در یک باغ سیب بیست ساله، ارزیابی گردید. در این آزماش تفاوت معنی‌داری در افزایش شدت سبزی برگ بین روش چالکود و مصرف کیلیت آهن مشاهده نشد.

کاربرد کیلیت آهن روش مؤثری در برطرف نمودن کمبود آهن می‌باشد. اثر بخشی کیلیت آهن کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (Sanz و همکاران،1992). اثربخشی روشهای مدیریتی زراعی[3]، از جمله چالکود، به درجات بیشتری تحت تأثیر ویژگیهای گیاه و شرایط پیرامونی آن باشد. ویژگیهای گیاه، حتی در حد رقم، اقلیم و از همه مهم‌تر، چگونگی مدیریت باغدار در ابعاد مختلف، از جمله مدیریت خاک و آب، در میزان اثربخشی این گونه روشها بسیار تأثیرگذار است. به همین علت قبل از توصیهٔ چنین روشی برای باغهای یک منطقه، بایستی از اثربخشی آن اطمینان حاصل کرد.

در باغهای مرکبات منطقهٔ جهرم از کیلیتهای آهن استفاده می‌شود که هزینه آن، بخش مهمی از هزینه‌های نگهداری باغ را تشکیل می‌هد. در تحقیق حاضر، امکان جایگزینی این کود با سولفات آهن در روش چالکود، بررسی می‌شود.

1 - Quince

2 - Lime- induced chlorosis

3 - Agronomic means

مواد و روشها

این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی با 3 تیمار و در هفت تکرار (جمعاً 21 اصله درخت) در باغی از ایستگاه تحقیقات کشاورزی جهرم که دارای سیستم آبیاری قطره‌ای بود، بر روی درختان 25 ساله پرتقال محلی، به مدت چهار سال، از 1378 تا 1381 انجام شد. بافت خاک این باغ رسوبی و دست‌ریز و دارای بیش از 40% آهک است که در اصطلاح محلی به آن شار گفته می‌شود. بافت خاک از نوع لوم بوده در اعماق صفر تا 30 و 30 تا 60 به ترتیب دارای 10 و 15 درصد سنگریزه می‌باشد. آهن قابل جذب خاک در اعماق یاد شده به ترتیب 6 و 4 میکروگرم در گرم بود. با توجه به مدت اجرای آزمایش، میانگین نتایج چهار سال، به عنوان دادهٔ هر تیمار در نظر گرفته شد. در مواردی که تجزیهٔ واریانس تأییدکنندهٔ تفاوت معنی دار بین تیمارها حداقل در سطح 5% بود، میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن در سطح 5% مقایسه گردید. از آنجا که در بسیاری موارد برگهای زرد مبتلا به کمبود آهن، دارای غلظت آهن بیشتری نسبت به برگهای سبز می‌باشند (Morales و همکاران،1998)، استفاده از نتایج تجزیهٔ برگ در این آزمایش مورد توجه قرار نگرفت. عملکرد و ویژگیهای کیفی میوه به عنوان بهترین ملاک برای تغذیهٔ آهن درختان و نیز مناسب‌ترین ملاک برای ارزیابی اقتصادی مسئله، که مورد توجه با غداران نیز می‌باشد، در نظر گرفته شد. همچنین از آنجا که پاسخ درختان قطعهٔ آزمایشی به کودهای آهن، برای نگارندگان مقاله، بنابر اطلاعات منطقه‌ای کاملاً شناخته شده بود، تیمارها به ترتیب ذیل طراحی و پیاده شد:

T_1 = تیمار شاهد: بنابر نتایج آزمون خاک و سایر تجارت حاصل از مصرف کود در سالهای گذشته، کودهای شیمیایی مورد نیاز (غیر از ازت) به همراه حدود 20 کیلوگرم کود دامی هوا خشک در اسفند ماه با خاک منطقهٔ سایه‌انداز درختان مخلوط گردید. برای جبران کمبود آهن، در مجموع 100 گرم کیلیت آن (سکوسترین 138 ساخت شکرت نوارتیس) در دو نوبت در ماه‌های اردیبهشت و شهریور، از طریق سیستم آبیاری مصرف گردید. کود ازتی نیز مطابق توصیه‌های موجود در چهار نوبت از اواخر اسفند تا اوایل تیر ماه از طریق سیست آبیاری مصرف گردید.

T_2 = تیمار پخش سطحی سولفات آهن: در این تیمار به جای کیلیت آهن، از 500 گرم سولفات آهن به همراه سایر کودهای شیمیایی در اسفند ماه استفاده شد. سایر موارد مانند تیمار شاهد بود.

T_3 = تیمار چالکود سولفات آهن: چهار چاله در انتهای سایه‌انداز درخت به قطر 25 و عمق 30 سانتی‌متر حفر و کودهای الی و شیمیایی، مطابق تیمار دوم، در اسفند ماه داخل آن قرار گرفت. در این تیمارها، قطره‌چکانها در کنار چاله‌ها قرار گرفتند. ویژگی‌های کیفی میوه توسط روشهای مرسوم (Wardowske و همکاران،1979) و تجزیه و تحلیل آماری با برنامه نرم افزاری MSTATC انجام شد.

نتایج

براساس نتایج تجزیه واریانس که در جدول 1 درج گردیده است، اثر منابع مختلف کود آهن بر عملکرد میوه معنی‌دار بوده است.

میانگین عملکرد میوه در جدول 2 نشان داده شده است. عملکرد میوه با مصرف کیلیت آهن، 18% بیش از هنگامی است که سولفات آهن به صورت چالکود مصرف شود. اندازه‌گیریها همچنین نشان داد که بین تیمارها از نظر ضخامت پوست میوه، اسیدیته، غلظت ویتامین C و درصد مواد جامد محلول تفاوتی وجود نداشت (داده‌ها ارائه نشده است).

جدول 1- نتایج تجزیه واریانس اثر منابع مختلف کود آهن بر عملکرد میوهٔ پرتقال

منبع تغییرات	درجهٔ آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	احتمال
تکرار	6	22054586	3675764	1/3	0/3230
تیمار	2	80711983	40355991	14/4	0/0006
خطا	12	33582109	2798509		
کل	20	136348678			

ضریب تغییرات: 8/59%

جدول 2- مقایسه میانگین چهار ساله عملکرد میوه براساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5% (کیلوگرم در هکتار)

تکرار / تیمار	I	II	III	IV	V	VI	VII	میانگین
T_1	۲۱۲۲۹	۲۱۱۴۶	۲۴۱۴۳	۲۴۳۰۹	۲۲۸۹۴	۲۲۷۲۷	۱۹۲۳۱	۲۲۲۴۰ A
T_2	۱۷۳۱۶	۲۰۳۹۶	۱۷۳۱۶	۱۸۲۳۲	۱۷۰۶۶	۱۷۳۹۹	۱۷۵۶۶	۱۷۸۹۹ BC
T_3	۲۱۲۲۹	۲۰۷۲۹	۱۸۲۳۲	۱۸۳۱۵	۱۸۰۶۵	۱۵۸۱۸	۱۵۶۵۱	۱۸۲۹۱ B

داده‌های این آزمایش به وضوح نشان می‌دهد که مصرف سولفات آهن به روش چالکود، با این که غلظت آهن قابل جذب در توده ماده آلی تا 78 میکروگرم بر گرم نیز افزایش یافته بود، قابل رقابت با کیلیت آهن نیست و با توجه به حدود 4000 کیلوگرم افزایش عملکرد میوه در هکتار و قیمت کیلیت آهن، مصرف کیلیت آهن دارای توجیه اقتصادی می‌باشد.

نکتهٔ قابل توجه دیگر، یکسان بودن عملکرد میوه در تیمارهای پخش سطحی و چالکود سولفات آهن می‌باشد. احتمالاً این امر به دلیل سطحی بودن ریشه‌ها در سیستم آبیاری قطره‌ای و همچنین مصرف هر ساله کود دامی بوده است. افزودن پیاپی مادهٔ آلی به خاک در قابل جذب نگه داشتن آهن افزوده شده از منبع سولفات آهن در تیمار پخش سطحی مؤثر بوده است. غلظت آهن قابل جذب در تیمار پخش سطحی در عمق صفر تا 30 سانتی‌متری خاک از 6 به 25 و در عمق 30 تا 60 سانتی‌متری خاک از 4 به 19 میکروگرم بر گرم افزایش یافته است. Tagliavini و همکاران (2000) معتقدند که در باغهای میوه، سولفات آهن در روش پخش سطحی، هنگامی مؤثر است که به همراه مقادیر فراوان کود دامی و یا کمپوست مصرف شود. این شرایط در آزمایش حاضر برقرار بوده است. البته ملاحظه می‌شود که باز هم عملکرد به اندازهٔ تیمار کیلیت آهن نشده است.

نکتهٔ مشهود در این آزمایش و نیز جمع‌بندی‌هایی که پژوهشگران دیگر (Sanz و همکاران،1992) انجام داده‌اند آن است که اثر بخشی روش‌های مدیریت زراعی، از جمله مصرف سولفات آهن و کود دامی به روش چالکود، همواره به قاطعیت کیلتهای آهن نیست. استفاده از روش‌های مدیریت زراعی، برای باغهایی که از نظر اقتصادی کم بازده می‌باشند، منطقی است. به ویژه آن که اینگونه روشها از دیدگاه حفظ محیط‌زیست نیز مقبولیت بیشتری دارند. اما در مورد باغهای تجاری با سوددهی بالا، مانند شرایط این آزمایش، دست‌اندرکاران امر بایستی دقت بیشتری داشته و از ارائه توصیه‌های کلی در مورد جایگزینی کیلیتهای آهن خودداری نمایند، چه در این صورت باغداران متحمل ضرر و زیان می‌شوند. البته در این که ممکن است با اعمال تغییراتی در روش‌های مدیریت زراعی، اثربخشی آنها را افزایش و عملکرد محصول را نیز به کیلیتها نزدیک کرد، شکی نیست. ولی این مقوله نیازمند بررسی‌های دقیق می‌باشد و پس از اطمینان بایستی توصیه شود.

فهرست منابع:

1. Dell' Orto, M., L.Brancadoro, and G.Zocchi.2000. Use of biochemical parameters to select grapevine genotypes resistant to iron chlorosis. J. Plant Nutr., 23(11 and 12), 1767-1775.
2. Horesh, I., Y. Levy and E. E. Goldschmit. 1991. Correction of lime-induced chlorosis in container-grown citrus trees by peat and iron sulfate application to small soil volumes. Pp. 345-349. In: Y.Chen and Y. Haddar (eds.). Iron nutrition and interactions in plants. Kluwer Academic Publishers, New York.
3. Kalbasi, M., N. Manuchehri and F. Filsoof. 1986. Local acidification of soil as a means to alleviate iron chlorosis in Quince orchards. J. Plant Nutr., 9:1001-1007.
4. Lindsay, W. L. 1991. Inorganic equilibria affecting micronutrients in soil. Pp. 89-112. In: J. J. Mortvedt, F. R. Cox, L. M. Shuman and R.M. Welch (eds.), Micronutrients in Agriculture. Soil Sci. Soc. Am., Inc., Madison, WI.

5. Morales, F., R. Grasa, A. Abadia, and J. Abadia. 1998. Iron chlorosis paradox in fruit trees. J. Plant Nutr. 21(4): 815-825.
6. Mortimer, C. E. 1986. Chemistry. Wadsworth Publishing Company. 915 p. U.S.A.
7. Mozafar, A. 1995. Is a direct physical contact between plant roots and soil: A prerequisite for iron mobilization? A Review. Pp.177-189. In: A. Hemantaranjan (ed.), Advancements in iron nutrion research. Scientific Publishers, Jodhpur. India.
8. Samar, S.M.1998.Effect of sulfur, ferrous sulfate, and manure and methods of application on soil extractable Fe. Soil and Water.12 (6), 55-61.
9. Samar, S. M. and M. J. Malakouti (2000). Root partial contact with enriched manure alleviates apple tree lime induced chlorosis. Abstract Book of Xth International Colloquium for the Optimiztion of Plant Nutrition: Plant Nutrition for the Next Millennium. Cairo, Egypt.
10. Samar, S.M., M.J.Malakouti, H.Siadat, A.Sadjadi, H.Ghafoorian.2001. Root partial contact with localized organic matter increased ^{59}Fe uptake and alleviated lime-induced chlorosis of young apple trees. In: W.J.Horst et al. (eds.), Plant nutrition- Food security and sustainability of agro-ecosystems. Pp: 860-861. Kluwer Academic Publishers.
11. Sanz, M., J.Cavero and J.Abadia.1992.Iron chlorosis in the Ebro river basin, Spain. J. Plant Nutr. 15(10), 1971-1981.
12. Tagliavini, M., J.Abadia, A.D.Rombola, A.Abadia, C.Tsipouridis and B.Marangoni.2000.Agronomic means for the control of iron deficiency chlorosis in deciduous fruit trees. J.Plant Nutr.23 (11 and 12), 2007-2022.
13. Wallace, A. and R. T. Mueller. 1978. Complete neutralization of a portion of calcareous soil as a means of preventing iron chlorosis. Argon.J. 70:888-890.
14. Welkie, W. G. and G. W. Miller. 1993. Plant iron uptake physiology by nonsiderophore system. Pp. 345-369. In: L. L.Barton and B. C. Hemming (eds.), Iron chelation in plant and soil microorganisms. Academic press, Inc., New York.
15. Wardowske,W. J.Soule, W.Grieesin and G.Westbrook.1979. Florida Citrus Quality Test Bulletin. Florida University. Florida.