فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد هیجدهم/ شمارهٔ دوم/ پاییز و زمستان ۹۷
DOI: 10.22084/ppt.2018.9407.1530

# تأثیر محلول‌پاشی عناصرکم‌مصرف بر عملکرد، کیفیت میوه و غلظت عناصر غذایی در لیموترش(*Citrus aurantifolia* Swingle)

# Effect of Micronutrients Foliar Application on Yield, Fruit Quality and Nutrients Concentration in Lime (*Citrus aurantifolia* Swingle)

یعقوب حسینی*

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۰۵

**چکیده**

در بسیاری از باغات مرکبات کشور کیفیت میوه، همچون عملکرد آن، از شرایط مطلوبی برخوردار نیست. شاید یکی از علل این امر به روش تغذیه درختان مرکبات، به‌ویژه در شرایطی که اغلب خاک‌های کشور آهکی می‌باشند، مربوط می‌شود. هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی کاربرد عناصر آهن، روی، مس و منگنز به‌صورت محلول‌پاشی بر عملکرد، کیفیت میوه و عناصر غذایی در برگ لیموترش رقم مکزیکن بود. عناصر به‌صورت مجزا و یا تلفیقی از منبع سولفاتی آن‌ها و با غلظت‌های مشخص (۳ تا ۵ در هزار) در قبل و بعد از گل‌دهی روی شاخ و برگ درختان محلول‌پاشی شدند. برخی از پارامترهای کیفی میوه مانند pH و ضخامت پوست تحت‌تأثیر قرار گرفتند؛ به‌طوری‌که کاربرد سولفات آهن و روی به‌طور جداگانه کاهش معنی‌دار pH میوه را در پی داشت و محلول‌پاشی هم‌زمان سولفات روی و منگنز سبب افزایش ضخامت پوست میوه گردید. استفاده از سولفات مس و منگنز به‌صورت محلول‌پاشی به‌ترتیب باعث افزایش معنی‌دار غلظت مس و منگنز برگ شدند. اگرچه تغذیه درختان لیموترش با عناصر کم‌مصرف به‌روش محلول‌پاشی تأثیری معنی‌دار بر عملکرد نداشت اما سبب بهبود برخی از صفات کیفی میوه گردید؛ به‌طوری‌که pH آب میوه با محلول‌پاشی سولفات آهن و روی به‌ترتیب با غلظت ۵ و ۳ در هزار به‌طوری معنی‌دارکاهش یافت (به‌ترتیب ۲/۱۸۱ و ۲/۱۸۶) و محلول‌پاشی سولفات منگنز با غلظت ۵ در هزار سبب افزایش معنی‌دار آب میوه گردید (۵۳/۳۷ درصد). بنابراین کاربرد سولفات آهن و منگنز به‌صورت محلول‌پاشی با غلظت ۵ در هزار و سولفات روی با غلظت ۳ در هزار برای افزایش کیفیت میوه لیموترش توصیه می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** تغذیه برگی، سولفات، ویژگی کیفی، pH آب میوه

*: استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران
نویسنده مسئول Email: yaaghoob.hosseini@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

**مقدمه**

مرکبات یکی از مهم‌ترین درختان میوه در کشورهای مختلف جهان و ازجمله ایران، که در بین ده کشور اول تولیدکننده مرکبات قرار دارد، می‌باشد. به سبب عوامل مختلف و ازجمله مشکلات تغذیه‌ای تولید مرکبات در ایران به مقدار قابل‌قبول خود نرسیده است (*اشکواری*[1] و همکاران، 2010).

متوسط عملکرد تولید مرکبات در کشور حدود ۱۶/۵ تن در هکتار است درحالی‌که متوسط تولید جهانی مرکبات بین ۵۰-۲۵ تن در هکتار ذکر شده است. استان هرمزگان با عملکرد متوسط ۱۶ تن لیموترش در هکتار یکی از استان‌های عمده تولیدکننده این محصول در کشور است و از این نظر دارای مقام نخست می‌باشد (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۴)، که به‌مراتب از میانگین عملکرد جهانی کمتر است. شاید یکی از علل عمده پایین بودن عملکرد در باغ‌های کشور و از جمله باغات هرمزگان، عدم‌مصرف متعادل کود و یا به‌عبارت دیگر تغذیه نامطلوب درختان مرکبات است (رستگار، ۱۳۸۰). علاوه‌بر مقدار و نوع کود در باغ‌ها، روش و زمان مصرف کود نیز مهم است و بایستی باتوجه به شرایط گوناگون، روش و زمان مناسبی را برای این منظور انتخاب کرد. یکی از روش‌های کاربرد کود در درختان، روش تغذیه برگی یا محلول‌پاشی عناصر غذایی بر روی شاخ و برگ گیاه است که در این روش عناصر غذایی موجود در کودهای محلول در آب، به‌طور مستقیم می‌توانند از طریق اندام‌های هوایی جذب گیاه شوند.

مهم‌ترین و رایج‌ترین مورد استفاده از محلول‌پاشی در کاربرد عناصر ریزمغذی است. ریزمغذی‌ها به‌راحتی می‌توانند محلول‌پاشی شوند زیرا به مقدار کمی موردنیاز گیاه هستند. ثابت شده است که محلول‌پاشی می‌تواند چند بار کارآتر از کاربرد خاکی کود برای درختان میوه و دیگر محصولات باشد (*بارک* و *چن*[2]، 1984). در خاک‌های ایران به دلیل بالا بودن pH، آهک فراوان و مواد آلی پایین خاک‌ها جذب آهن و روی و دیگر عناصر ریزمغذی توسط گیاه معمولاً کم است و تحت چنین شرایطی کمبود عناصر ریزمغذی مشاهده می‌شود (*لیندسی*[3]، 1972؛ *میرزاپور* و *خوشگفتارمنش*[4]، 2013؛ *منگل* و *کرکبی*[5]، 1987). محلول‌پاشی در چنین مواقعی مؤثرتر و باصرفه‌تر از مصرف کلات‌های آهن و روی گران‌قیمت است (*ارنر*[6] و همکاران، 1999). جهت کاهش اثر ضدیت عناصر بر روی یکدیگر در درخت (مثل تأثیر فسفر در کاهش غلظت مس و روی برگ) نیز می‌توان از محلول‌پاشی استفاده کرد (*ارنر* و همکاران، 1999).

به‌طورکلی این عقیده وجود دارد که محلول‌پاشی نبایستی به‌عنوان جایگزین برنامه صحیح حفظ حاصلخیزی خاک قرار گیرد (*کریستنسن*[7] و همکاران، 1982). *پاتل*[8] و همکاران (1997) ملاحظه کردند که آهن فعال برگ همبستگی مثبتی با درصد کاهش کلروز برگ نشان داد. هم‌چنین اعمال تیمار ۰/۱ درصد سولفات آهن در ۰/۰۵ درصد اسیدسیتریک به‌صورت محلول‌پاشی سبب افزایش معنی‌دار آهن فعال در برگ‌ها شد. در تحقیق دیگری (*رودریگز*[9] و همکاران، 1998) نشان داده شد که کاربرد روی به‌صورت محلول‌پاشی سبب افزایش غلظت روی برگ گردید اما اندازه میوه و عملکرد تحت تأثیر واقع نشد. در آزمایش دیگری ملاحظه گردید که کاربرد روی و منگنز و به‌خصوص منگنز در هلو می‌تواند باعث اثر تنظیمی و افزایشی در برخی از پروسه‌های مربوط به فتوسنتز گردد (*شیشکانو* و *تیلوا*[10]، 1992). *شارما*[11] و همکاران (1990) در آزمایشی بر روی نارنگی نشان دادند که محلول‌پاشی مس و روی به‌طور قابل ملاحظه‌ای ظاهر کلی درخت رو به‌زوال را اصلاح کرد. در برگ‌های درختان رو به‌زوال و درختان سالم غلظت عناصر به مقدار کافی وجود داشت و این امر نشان می‌دهد که همیشه در درختان روبه‌زوال مشکل کمبود عناصر غذایی نیست. همچنین ملاحظه گردید که کاربرد مس، غلظت مس، روی و آهن برگ را به‌طور معنی‌دار و غلظت منگنز را به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داد. درختان محلول‌پاشی شده با غلظت ۰/۲ درصد مس و روی بیش‌ترین غلظت مس و روی و با غلظت ۰/۱ درصد این دو عنصر بیش‌ترین غلظت آهن را دارا بودند. تحقیقی دیگر در برزیل (*بارتلو*[12] و همکاران، 2002a) نشان داد که محلول‌پاشی روی باعث افزایش غلظت روی برگ تا دامنه مطلوب شد اما اثری روی عملکرد و کیفیت میوه نداشت. هم‌چنین روی خاک در زیر سایه‌انداز درخت مخصوصاً نزدیک تنه افزایش یافت. در ادامه آزمایش با $^{65}Zn$ ملاحظه گردید که فقط یک قسمت کوچک (کمتر از یک درصد) از Zn به‌کار رفته به دیگر قسمت‌های درخت منتقل شده بود. در آزمایشی (*بارتلو* و همکاران، 1991) ملاحظه گردید که در انگور غلظت آهن در مدت محلول‌پاشی با آهن، در برگ تیمار شده بالاتر از کنترل

1. Ashkevari
2. Bark and Chen
3. Lindsay
4. Mirzapour and Khoshgoftarmanesh
5. Mengle and Kirkby
6. Erner
7. Christensen
8. Patel
9. Rodriguez
10. Shishkanu and Tilova
11. Sharma
12. Boaretto

www.SID.ir

Archive of SID

بود. در آزمایش دیگری ملاحظه گردید که محلول‌پاشی روی اثر مثبتی بر عملکرد سیب ایجاد کرد. بیان شده است که محلول‌پاشی روی می‌تواند مؤثر واقع شود و با توجه به عدم کلات مناسبی جهت روی (یا گران بودن آن) این روش تغذیه می‌تواند کارا باشد (*کریستنسن* و همکاران، 1982). در آزمایش *ساجید*[1] و همکاران، (2010) بر روی پرتقال مشخص گردید که کاربرد عناصر روی و بور به‌صورت محلول‌پاشی علاوه بر افزایش عملکرد و کیفیت میوه، سبب کاهش عارضه زوال گردید. اعتقاد بر این است که قابلیت داشتن کلروز آهن در برگ، بسته به پاسخ گیاه به استرس کمبود آهن، به‌طور ژنتیکی کنترل می‌شود (*ابریزا*[2] و همکاران، 1993). درمان کلروز آهن در واریته‌های حساس کاشته شده در خاک‌های آهکی خیلی مشکل است و شاید استفاده از پایه و ارقام مقاوم و کلات‌های آهن که در خاک با آهک بالا رسوب نمی‌کنند تنها راه‌حل‌های مقابله با کمبود آهن باشند (*فینک*[3]، 1982؛ *ابریزا* و همکاران، 1993). در سویا، *پنانس* و *وایز*[4] (1990) توصیه کردند که برای جلوگیری از کلروز آهن، معمولاً بیش از یک نوبت کاربرد سولفات آهن احتیاج است و محلول‌پاشی با سولفات آهن بایستی به‌محض مشاهده اولین علائم کلروز آهن شروع شود و به فاصله ۷ تا ۱۰ روز به‌طور متناوب تا وقتی‌که رشد برگ جدید علائم کمبود آهن را نشان ندهد ادامه یابد. آن‌ها هم‌چنین اظهار داشتند که محلول‌پاشی با ترکیبات آهن‌دار به‌عنوان آخرین انتخاب برای اصلاح کمبود آهن و نه به‌عنوان یک روش کودی می‌تواند مدنظر قرار گیرد. باتوجه به مطالب فوق و اهمیت بالای باغ‌های لیموترش در شهرستان میناب و هم‌چنین بازی بودن pH خاک، آهکی و پایین بودن مواد آلی خاک و غالب بودن بافت شنی در خاک باغات منطقه (جدول ۱) و در نتیجه ناچیز بودن حاصلخیزی خاک و ظرفیت پایین نگاه داشت مواد غذایی در خاک (که روش آبیاری سطحی که در باغات منطقه رایج است این امر را تشدید می‌کند) و این‌که تاکنون پژوهشی مشابه در این منطقه صورت نگرفته است، تحقیق حاضر در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میناب انجام پذیرفت.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار و ۴ تکرار که هر واحد آزمایشی شامل دو درخت ۲۵-۲۰ ساله لیموترش بذری رقم مکزیکن لایم با فاصله کاشت ۱۰×۱۰ بود، برای مدت ۲ سال درمنطقه میناب اجرا شد. سعی گردید که درختان انتخاب شده برای انجام آزمایش از نظر سن و حجم تاج مشابه باشند. مقدار بارندگی در سال‌های اول و دوم آزمایش به‌ترتیب ۶۵/۴ و ۱۱۴/۸ میلی‌متر و میانگین دما به‌ترتیب ۲۹/۲۶ و ۲۹/۷۱ درجه سیلیسوس ثبت شده بود. میانگین حداکثر دما در سال‌های اول و دوم آزمایش به‌ترتیب ۳۹/۹۲ و ۳۹/۴۵ درجه سیلیسوس و میانگین حداقل به‌ترتیب ۱۵/۴۳ و ۱۶/۵۰ درجه سیلیسوس گزارش گردید. میانگین درازمدت بارندگی و دمای سالیانه به‌ترتیب نزدیک به ۲۰۰ میلی‌متر و ۲۸/۴۶ درجه سیلیسوس بود.

تیمارها شامل: تیمار ۱. بدون محلول‌پاشی یا تیمار شاهد (محلول‌پاشی فقط با آب، بدون اضافه کردن عنصر خاصی، انجام شد)؛ تیمار ۲. محلول‌پاشی با سولفات آهن با غلظت ۵ در هزار؛ تیمار ۳. محلول‌پاشی با سولفات روی با غلظت ۳ در هزار؛ تیمار ۴. محلول‌پاشی با سولفات منگنز با غلظت ۵ در هزار؛ تیمار ۵. محلول‌پاشی با سولفات روی + سولفات منگنز هرکدام با غلظت ۵ در هزار؛ تیمار ۶. محلول‌پاشی با سولفات آهن + سولفات روی + سولفات مس هرکدام با غلظت ۳ در هزار؛ تیمار ۷. محلول‌پاشی با سولفات آهن + سولفات روی + سولفات مس + سولفات منگنز هرکدام با غلظت ۳ در هزار بودند.

قبل از اعمال تیمارها از خاک پای درختان نمونه‌برداری مرکب از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری با کمک آگر انجام شد و یک نمونه مرکب خاک جهت تعیین برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک (علی احیایی و بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۲) در عمق‌های مذکور به آزمایشگاه ارسال گردید (جدول ۱). هم‌چنین از برگ‌های چهار تا هفت ماهه که بر روی شاخه‌های غیربارور قرار داشتند نمونه‌برداری مرکب انجام گرفت (ملکوتی و طباطبائی، ۱۳۷۸) و سپس غلظت عناصر غذایی که در جدول ۲ آورده شده است، با استفاده از روش‌های مورداستفاده در مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور (علی احیایی، ۱۳۷۶؛ علی احیایی و بهبهانی، ۱۳۷۲؛ امامی، ۱۳۷۵) اندازه‌گیری شدند (جدول ۲). کودهای حاوی عناصر پرمصرف (نیتروژن، فسفر و پتاسیم)، باتوجه به نتایج تجزیه خاک و برگ و هم‌چنین دستورالعمل‌های موسسه تحقیقات خاک و آب کشور و تجربیات کارشناسان منطقه، به تمام درختان انتخاب‌شده برای آزمایش به‌صورت یکنواخت برای هر درخت به‌میزان ۲/۵ کیلوگرم سولفات آمونیوم، ۱ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۰/۷۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم مصرف گردید. کودهای پتاسیم‌دار و فسفردار در آذرماه و کود سولفات

1. Sajid
2. Obreza
3. Fink
4. Penas and Wiese

www.SID.ir

Archive of SID

آمونیوم را نیز به‌صورت دو تقسیط مساوی در آذر و اسفندماه به‌صورت نواری در شعاع سایه‌انداز درخت استفاده گردید. به‌ازای هر درخت ۳۰ کیلوگرم کود حیوانی در آذرماه به‌کار برده شد. جهت اعمال تیمارهای آزمایش، محلول کودهای مورداستفاده در تیمارها به‌صورت مجزا در تانکرهای ۱۰۰ لیتری آماده گردید (ابتدا مقدار کود لازم هر تیمار را وزن کرده، به‌صورت محلول درآورده و در تانکر ۱۰۰ لیتری ریخته شد و سپس این محلول را با آب به حجم ۱۰۰ لیتر رسید). برای تمامی تیمارها مایع ظرف‌شویی با غلظت ۰/۵ در هزار به‌عنوان Surfactant (ملکوتی و طباطبائی، ۱۳۷۶؛ *پاتیل* و *مالوار*[1]، 1998) به محلول آماده‌شده، اضافه گردید. جهت جلوگیری از سوختگی برگ درختان به‌میزان ۱ در هزار آهک مرده به تیمارهای حاوی سولفات مس اضافه گردید. هم‌چنین جهت جذب بهتر عناصر به‌مقدار ۱ در هزار اوره به‌تمامی تیمارها اضافه گردید (ملکوتی و طباطبائی، ۱۳۷۶). تیمارهای محلول‌پاشی در دو نوبت، نوبت اول قبل از گل‌دهی (آذرماه) و نوبت دوم پس از گل‌دهی لیموترش (اسفندماه) انجام شد (*بوینتون*[2]، 1954؛ *کریستنسن* و همکاران، 1982). سعی گردید که حجم و سرعت محلول‌پاشی برای تمام تیمارها یکنواخت انجام شود و هم‌چنین برگ درختان (از پشت و رو) به‌طور کامل خیس شوند. پس از اتمام محلول‌پاشی یک تیمار، تانکر را با آب کاملاً شسته و تمیز می‌گردید و سپس محلول تیمار دیگری ساخته شد و به همین ترتیب تمام تیمارها اعمال گردیدند. اعمال تیمارهای محلول‌پاشی در صبح زود که هوا خنک بود انجام گرفتند. هم‌چنین سعی گردید در هنگامی محلول‌پاشی انجام پذیرد که سرعت باد پایین باشد. پس از محلول‌پاشی باغ آبیاری می‌گردید (ملکوتی و طباطبائی، ۱۳۷۶). در طول انجام آزمایش مراقبت‌های لازم مثل وجین علف‌های هرز به طریق مکانیکی، آبیاری (هر پنج روز یک‌بار با روش غرقابی) انجام می‌گرفت. از سموم دفع آفات نباتی و یا علف‌کش‌ها در طول آزمایش استفاده نشد. جهت اندازه‌گیری عناصر در برگ، نمونه برگ از برگ‌های چهار تا هفت‌ماهه گرفته شد (ملکوتی و طباطبائی، ۱۳۷۸). هم‌چنین نمونه‌برداری میوه جهت اندازه‌گیری پارامترهای کیفی، در هنگام برداشت محصول در تیرماه انجام پذیرفت. عملکرد در هر تکرار از تیمار وزن گردید و برای یک درخت میانگین‌گیری شد. نمونه‌های گرفته‌شده برگ و میوه جهت انجام اندازه‌گیری‌های موردنظر به آزمایشگاه فرستاده شد. پاسخ‌های گیاهی در این تحقیق شامل عملکرد (برحسب کیلوگرم در هر درخت)، غلظت برخی ازعناصر در برگ شامل آهن کل، روی، منگنز و مس و بعضی از پارامترهای کیفی میوه شامل pH آب میوه با دستگاه pHمتر، کل مواد جامد محلول با رفرکتومتر چشمی مدل Atago-ATC-20 E ساخت ژاپن، اسیدیته قابل تیتراسیون با استفاده از سود ۰/۱ نرمال، متوسط قطر پوست میوه با کولیس، متوسط وزن میوه، درصد پوست میوه، درصد گوشت میوه و درصد آب‌میوه بود. عناصر غذایی با روش‌های مورد استفاده در مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور اندازه‌گیری شدند (علی احیایی، ۱۳۷۶؛ امامی، ۱۳۷۵). در پایان نتایج حاصل از اندازه‌گیری پاسخ‌های گیاهی، با نرم‌افزار MSTATC تجزیه آماری گردید و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت پذیرفت.

## نتایج و بحث

مقایسه میانگین‌ها نشان داد تأثیر تیمارها بر عملکرد در هر دو سال (به‌طور جداگانه) و یا هر دو سال به‌صورت یک‌جا معنی‌دار نشد (شکل ۱). اعمال تیمار محلول‌پاشی در سال اول میزان عملکرد را اندکی نسبت به شاهد افزایش داده است. مقایسه عملکرد دو سال با همدیگر نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در عملکرد است؛ که این امر به سال‌آوری برمی‌گردد. مقایسه میانگین اثر متقابل سال و تیمار بر روی عملکرد نیز نشان می‌دهد که بالاترین عملکرد در سال اول با تیمار ۷ به‌دست آمد که این تیمار از نظر عناصر محلول‌پاشی شده نسبت به سایر تیمارها کامل‌تر بود. برخی از پژوهشگران (*بارتلو* و همکاران، 2002b؛ *روزوز* و *تاسیس*[3]،2011؛ *سوئیتلیک*[4]، 2002) بر این عقیده هستند که کاربرد عناصر ریزمغذی در مرکبات، زمانی بر عملکرد و رشد رویشی درخت اثر مثبت دارد که کمبود شدید آن‌ها در درخت وجود داشته باشد. هم‌چنین برخی از پژوهشگران معتقدند که محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی مثل آهن و روی به‌دلیل عدم تحرک این عناصر در برگ نمی‌تواند برای گیاه مفید واقع شود (*چن* و *بارک*، 1984؛ *مورفی* و *والش*، 1972؛ *ابرزا* و همکاران، 1993). معلوم شده است که یون بی‌کربنات به علت بالا بردن pH درون گیاه می‌تواند باعث عدم فعال بودن عناصر ریزمغذی به‌خصوص آهن در گیاه شود (*میرزاپور* و *خوشگفتارمنش*، 2013). مقدار یون بی‌کربنات در خاک و آب آبیاری به‌ترتیب ۷/۶ و ۳/۶ میلی‌اکی‌وان در لیتر بود. هم‌چنین اثر متقابل کاربرد کودهای پتاسیم‌دار و آمونیومی

1. Patil and Malewar
2. Boynton
3. Roussos and Tassis
4. Swietlik

www.SID.ir

Archive of SID

با عناصر ریزمغذی مثل آهن می‌تواند نیاز گیاهان به عناصر ریزمغذی را تأمین نماید (توجه شود این کودها به‌صورت یکنواخت در تمام تیمارها به‌عنوان عناصر پایه به‌کار رفت) (*چن و بارک*، 1984؛ *کافکافی* و *نیومن*، 1985؛ *منگل* و *کرکبی*، 1987).

بررسی تجزیه واریانس پارامترهای کیفی اندازه‌گیری شده نشان داد (جدول ۳) که در سال اول اجرای تحقیق صفات pH آب‌میوه، متوسط قطر پوست و متوسط وزن میوه تحت تأثیر تیمارها قرار گرفتند و در سال دوم هیچ‌یک از پارامترهای کیفی تحت تأثیر قرار نگرفتند. مقایسه میانگین‌های pH آب‌میوه نشان داد که تیمارهای ۲ (محلول‌پاشی با سولفات آهن با غلظت ۵ در هزار) و ۳ (محلول‌پاشی با سولفات روی با غلظت ۳ در هزار) توانستند این پارامتر را به‌طوری معنی‌دار نسبت به تیمار شاهد کاهش دهند (جدول ۳). باتوجه به این‌که pH کم‌تر در آب‌میوه لیموترش (ترش بودن) مطلوب است (*دباجی*[1] و همکاران، 2011) بنابراین می‌توان گفت این دو تیمار در بهبود کیفیت لیموترش مؤثر بوده‌اند. گزارش‌شده است که کاربرد عناصر ریزمغذی در پرتقال به‌دلیل تسریع در تبدیل متابولیکی اسیدهای آلی به قند با کاهش اسیدیته میوه همراه شده است (*کازی*[2] و همکاران، 2012). مقایسه میانگین‌های قطر (ضخامت) پوست و درصد آب‌میوه که دو پارامتر مهم کیفی میوه لیموترش می‌باشند، در جدول ۴ آورده شده‌اند. همان‌طورکه مشاهده می‌شود درمجموع دو سال تیمار ۷ در مقایسه با دیگر تیمارها سبب نازکی پوست لیموترش شدند (اگرچه همان‌طورکه در جدول دیده می‌شود این تیمار با برخی دیگر از تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار نیست). گزارش‌شده است که محلول‌پاشی عناصر روی، منگنز و بور سبب کاهش ضخامت پوست میوه در مرکبات گردیدند (*تاریک*[3] و همکاران، 2007). میانگین متوسط قطر پوست در سال دوم نسبت به سال اول به‌طور معنی‌دار کمتر است که احتمالاً به‌علت پایین بودن عملکرد سال دوم (در اثر سال‌آوری) می‌باشد که سبب شده میوه تا اندازه‌ای درشت‌تر شود و درنتیجه قطر پوست آن کمتر گردد (ملکوتی و شهابیان، ۱۳۷۷).

میانگین‌های درصد آب‌میوه لیموترش تیمارهای محلول‌پاشی نسبت به میانگین شاهد دارای افزایش بوده‌اند (جدول ۴) اگرچه این افزایش در برخی از تیمارها معنی‌دار نیست. میانگین تیمار ۴ نسبت به میانگین تیمار شاهد دارای افزایش معنی‌دار در آب‌میوه گردیده است. در هرسال به‌طور جداگانه نیز تیمار ۴ سبب بیش‌ترین درصد آب‌میوه شده است. در آزمایشی *کازی* و همکاران (2012) مشاهده کردند که کاربرد عناصر غذایی و تغذیه متعادل سبب سلامتی درخت می‌گردد و به همین دلیل مقدار آب‌میوه نیز افزایش قابل ملاحظه‌ای پیدا می‌کند. نتایج پژوهش‌های *قوش* و *بسرا*[4] (2000) و *کولکارنی*[5] (2004) با موضوع اثرات عناصر ریزمغذی در پرتقال، نیز نتایج به‌دست‌آمده در پژوهش حاضر را تأیید می‌کند.

به‌طورکلی پارامترهایی مثل اسیدیته قابل تیتراسیون میوه، pH آب‌میوه، کل مواد جامد محلول میوه، درصد اسیدیته میوه و متوسط وزن میوه در سال دوم نسبت به سال اول افزایش معنی‌داری نشان دادند، درحالی‌که در مورد دیگر پارامترهای کیفی این افزایش قابل‌ملاحظه نیست. افزایش متوسط وزن میوه و درشت شدن آن باتوجه به کاهش معنی‌دار عملکرد در سال دوم قابل انتظار بود (ملکوتی و شهابیان، ۱۳۷۷). به‌طورکلی ریزمغذی‌ها نمی‌توانند عملکرد تولید یا کیفیت میوه را تحت تأثیر قرار دهند مگر این‌که کمبود شدید آن‌ها در گیاه حاکم باشد (*تاریک* و همکاران، 2007) که باتوجه به تجزیه اولیه برگ و مقایسه آن با جداول استاندارد (*جو ین*[6]، 1972) این وضعیت در آزمایش حاضر فقط برای عنصر روی حاکم بود (جدول ۲). حد مطلوب غلظت آهن در برگ لیموترش ۶۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌خشک برگ است (ملکوتی و غیبی، ۱۳۷۸). همان‌طورکه در جدول ۴ دیده می‌شود میانگین غلظت آهن برگ در هر دو سال خیلی بیشتر از این مقدار است. با این وجود ممکن است باز کمبود آهن در گیاه احساس شود که این کمبود به‌خاطر عدم پویایی آهن در بافت گیاه است (*بوینتون*، 1954) پس ضرورتاً کمبود آهن و کلروز گیاه به معنی کمی آهن در گیاه نیست. انتقال آهن داخل گیاه می‌تواند به‌وسیله pH بافت گیاهی تحت تأثیر واقع شود. اغلب دیده شده است که pH پائین‌تر شیره برگ سبب غلظت بالاتر آهن فعال شده و درنتیجه سبب اصلاح کلروز شده است (*پاتل* و همکاران، 1997). برخی محققین باتوجه به‌وجود آهن کافی و (هم‌چنین روی) در تجزیه برگی و مشاهده علائم کمبود این عناصر، پیشنهاد اصلاح حد بحرانی این عناصر ریزمغذی در برگ می‌کنند (*پاتیل* و *مالوار*، 1998).

1. Debaje
2. Kazi
3. Triq
4. Ghosh and Basra
5. Kulkarni
6. Ju Yen

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک پای درختان در دو عمق

Table 1: Some of the soil physical and chemical properties of soil beneath the tree in two depths

| رس (درصد) Clay (%) | لای (درصد) Silt (%) | شن (درصد) Sand (%) | بور (میلی گرم در کیلوگرم) B (mg. kg$^{-1}$) | منگنز (میلی گرم در کیلوگرم) Mn (mg. kg$^{-1}$) | مس (میلی گرم در کیلوگرم) Cu (mg. kg$^{-1}$) | آهن (میلی گرم در کیلوگرم) Fe (mg. kg$^{-1}$) | روی (میلی گرم در کیلوگرم) Zn (mg. kg$^{-1}$) | پتاسیم قابل استفاده (میلی گرم در کیلوگرم) K (mg. kg$^{-1}$) | فسفر قابل استفاده (میلی گرم در کیلوگرم) P (mg. kg$^{-1}$) | نیتروژن کل (درصد) Total N (%) | کربن آلی (درصد) O. C (%) | کربنات (درصد) T. N. V (%) | pH | قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS/m) | عمق (سانتی‌متر) Depth (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 10 | 82 | 1.02 | 6.18 | 0.36 | 0.09 | 1.07 | 86 | 7.56 | 0.06 | 0.54 | 25.8 | 8.4 | 3.42 | 0-30 |
| 2 | 8 | 90 | 0.91 | 3.39 | 0.23 | 0.78 | 0.50 | 78 | 6.49 | 0.05 | 0.46 | 26.88 | 8.5 | 0.93 | 30-60 |

جدول ۲: مقدار غلظت برخی عناصر غذایی در نمونه برگ لیموترش قبل از اعمال تیمارها

Table 2: The concentration of some nutrients in the leaves of lime before treatments

| بور B | مس Cu | روی Zn | منگنز Mn | آهن Fe | کلر Cl | سدیم Na | پتاسیم K | فسفر P | نیتروژن N |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| میلی‌گرم در کیلو گرم خاک mg. kg$^{-1}$ | | | | | درصد Percentage | | | | |
| 246.19 | 4.07 | 38.40 | 11.5 | 206.40 | 0.43 | 1.5 | 2.3 | 0.26 | 2.50 |

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ : تجزیه واریانس اثر تیمارهای محلول‌پاشی عناصر کم مصرف بر عملکرد و صفات کیفی میوه و غلظت عناصر غذایی برگ لیموترش

Table 3: Analysis of variance the effect of micronutrients foliar treatments on yield, fruit quality traits and nutrient concentrations in lime leaves

| منابع تغییرات Sources of variations | درجه آزادی df | میانگین مربعات Mean squares | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | عملکرد Yield | پی‌اچ میوه Firut pH | کل مواد جامد محلول میوه Firut TSS | اسیدیته قابل تیتراسیون میوه Titratable acidity of fruit | درصد اسیدیته میوه The percentage of fruit acidity | متوسط ضخامت پوست میوه The average thickness of fruit peel | درصد گوشت میوه The percentage of fruit pulp | درصد تفاله میوه The percentage of fruit waste |
| | | سال اول First year | | | | | | | |
| تیمار Treatment | 6 | 1765$^{ns}$ | 0.010 | 0.239$^{ns}$ | 0.097$^{ns}$ | 7.00$^{ns}$ | 0.023$^{*}$ | 7.00$^{ns}$ | 4.00$^{ns}$ |
| خطا Error | 21 | 1823 | 0.002 | 0.695 | 0.125 | 8.3 | 0.008 | 7.65 | 5.63 |
| | | سال دوم Second year | | | | | | | |
| تیمار Treatment | 6 | 1838$^{ns}$ | 0.003$^{ns}$ | 0.168$^{ns}$ | 0.353$^{ns}$ | 33$^{ns}$ | 0.016$^{ns}$ | 3.0$^{ns}$ | 11.0$^{ns}$ |
| خطا Error | 21 | 2050 | 0.026 | 0.362 | 0.425 | 39 | 0.045 | 4.2 | 13.1 |
| | | میانگین دو سال Average of two years | | | | | | | |
| تیمار Treatment | 6 | 2290$^{ns}$ | 0.0050$^{*}$ | 0.071$^{ns}$ | 0.260$^{ns}$ | 22$^{ns}$ | 0.021$^{ns}$ | 6.00$^{ns}$ | 9.0$^{ns}$ |
| خطا Error | 21 | 3263 | 0.0015 | 0.096 | 0.321 | 23 | 0.034 | 7.31 | 10.2 |

ns و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ درصد

Ns and *: Non significant and significant at $p < 0.05$, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۳: تجزیه واریانس اثر تیمارهای محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر صفات کیفی میوه و غلظت عناصر غذایی برگ لیموترش

Table 3 Continued: Analysis of variance the effect of micronutrients foliar treatments on yield, fruit quality traits and nutrient concentrations in lime leaves

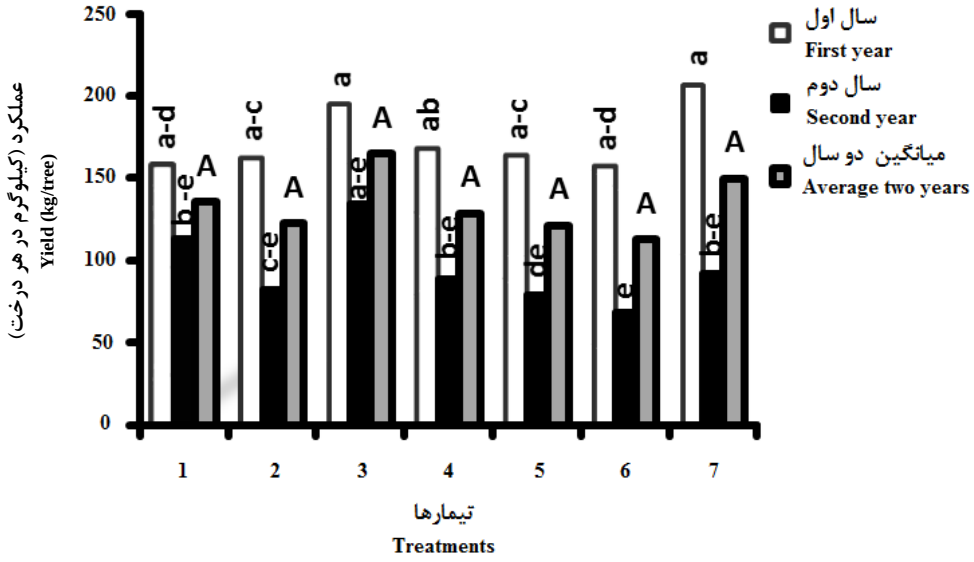
| منابع تغییرات Sources of variations | درجه آزادی df | میانگین مربعات Mean squars (MS) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | درصد آب‌میوه The percentage of lime juice | متوسط وزن میوه The average of fruit weight | درصد پوست میوه The percentage of diameter lime peel | غلظت آهن برگ Fe | غلظت منگنز برگ Mn | غلظت روی برگ Zn | غلظت مس برگ Cu |
| سال اول First year | | | | | | | | |
| تیمار Treatment | 6 | 10 ns | 24.0* | 3 ns | 332245* | 743** | 429 ns | 782** |
| خطا Error | 21 | 12 | 8.6 | 5 | 95253 | 169 | 496 | 158 |
| سال دوم Second year | | | | | | | | |
| تیمار Treatment | 6 | 14 ns | 19 ns | 1ns | 6726n.s | 978* | 1217 ns | 518 ns |
| خطا Error | 21 | 17 | 21 | 3 | 7236 | 290 | 1563 | 596 |
| میانگین دو سال Average of two years | | | | | | | | |
| تیمار Treatment | 6 | 18 ns | 17 ns | 2 ns | 172847* | 14373** | 603 ns | 900** |
| خطا Error | 21 | 22 | 20 | 3 | 65236 | 2690 | 656 | 206 |

ns و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ درصد

Ns and *: Non significant and significant at $p < 0.05$, respectively

www.SID.ir

Archive of SID




شکل۱: تأثیر تیمارهای محلول‌پاشی بر روی عملکرد لیموترش (کیلوگرم در هر درخت)

Fig. 1: The effect of spray treatments on lime yield (kg/tree)

*: تیمار ۱. بدون محلول‌پاشی یا تیمار شاهد (محلول‌پاشی فقط با آب، بدون اضافه کردن عنصر خاصی، انجام شد). تیمار ۲. محلول‌پاشی با سولفات آهن با غلظت ۵ در هزار. تیمار ۳. محلول‌پاشی با سولفات روی با غلظت ۳ در هزار. تیمار ۴. محلول‌پاشی با سولفات منگنز با غلظت ۵ در هزار. تیمار ۵. محلول‌پاشی با سولفات روی + سولفات منگنز با غلظت ۵ در هزار. تیمار ۶. محلول‌پاشی با سولفات آهن + سولفات روی + سولفات مس با غلظت ۳ در هزار. تیمار ۷. محلول‌پاشی با سولفات آهن + سولفات روی + سولفات مس + سولفات منگنز با غلظت ۳ در هزار. **: میانگین‌هایی که در هر ستون «میانگین دو سال» در یک حرف بزرگ و یا در ستون «میانگین سال اول و یا دوم» در یک حرف کوچک مشترک می‌باشند طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی‌دار نیستند

*: Treatment (1): control treatment or without spraying A (spraying only water, without adding a special element was done). Treatment (2): foliar treatments with iron sulfate at a concentration of 5 per thousand. Treatment (3): foliar treatment with zinc sulfate at a concentration 3 per thousand. Treatment (4): foliar treatment with manganese sulfate at a concentration 5 per thousand. Treatment (5): Sprayed with zinc+ manganese sulfate at a concentration of 5 per thousand (separately). Treatment (6): Sprayed with iron+ zinc+ copper sulphate at a concentration of 3 per thousand (separately). Treatment (7): Sprayed with iron+ zinc+ copper + manganese sulfate at a concentration of 3 per thousand (separately). **: The means which have at least one common capital letter in each column of "two years average" or one common small letter in each column of "first or second year average" do not differ significantly ($P< 0.05$)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴: تأثیر تیمارها بر روی برخی از صفات کیفی میوه لیموترش

Table 4: The effect of treatments on some fruit quality traits in Mexican lime

| میانگین Mean | تیمارها Treatments | | | | | | | سال Year |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1* | |
| | | | | پی‌اچ میوه Fruit pH | | | | |
| 2.171B | 2.195cde | 2.197cde | 2.175def | 2.148ffg | 2.110fg | 2.097g | 2.207cde** | 1 |
| 2.270A | 2.283ab | 2.233bcd | 2.315a | 2.293ab | 2.263abc | 2.265abc | 2.265abc | 2 |
| | 2.239A | 2.215AB | 2.450A | 2.220AB | 2.186B | 2.181 B | 2.236A | میانگین Mean |
| | | | | میانگین ضخامت پوست لیموترش (میلی‌متر) The average lime peel thickness (mm) | | | | |
| 1.063A | 1.053abc | 1.013bcd | 1.206a | 0.971bcd | 1.102abc | 1.003bcd | 1.093abc | 1 |
| 0.978B | 0.850d | 1.016bcd | 0.942bcd | 0.998cd | 1.029bc | 0.974bcd | 1.039bc | 2 |
| | 0.951B | 1.014AB | 1.074A | 1.054A | 1.066A | 0.988AB | 1.065A | میانگین Mean |
| | | | | درصد آب‌میوه لیموترش The percentage of lime juice | | | | |
| 49.16A | 48.88ab | 48.09ab | 49.44ab | 51.95ab | 49.73ab | 49.75ab | 46.28b | 1 |
| 51.28A | 50.23ab | 52.30ab | 48.30ab | 54.78a | 51.44ab | 51.37ab | 50.51ab | 2 |
| | 49.55AB | 50.19AB | 48.87AB | 53.37A | 50.59AB | 50.56AB | 48.40B | میانگین Mean |

*: تیمار ۱. بدون محلول‌پاشی یا تیمار شاهد (محلول‌پاشی فقط با آب، بدون اضافه کردن عنصر خاصی، انجام شد). تیمار ۲. محلول‌پاشی با سولفات آهن با غلظت ۵ در هزار. تیمار ۳. محلول‌پاشی با سولفات روی با غلظت ۳ در هزار. تیمار ۴. محلول‌پاشی با سولفات منگنز با غلظت ۵ در هزار. تیمار ۵. محلول‌پاشی با سولفات روی + سولفات منگنز با غلظت ۵ در هزار. تیمار ۶. محلول‌پاشی با سولفات آهن + سولفات روی + سولفات مس با غلظت ۳ در هزار. تیمار ۷. محلول‌پاشی با سولفات آهن + سولفات روی + سولفات مس + سولفات منگنز با غلظت ۳ در هزار. **: برای هر صفت کیفی در جدول فوق، میانگین‌هایی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف کوچک و یا در ردیف «میانگین تیمار» و یا در ستون «میانگین سال» در یک حرف بزرگ مشترک می‌باشند طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی‌دار نیستند

*: Treatment (1): Control treatment or without spraying (spraying only water, without adding a special element was done). Treatment (2): Foliar treatments with iron sulfate at a concentration of 5 per thousand. Treatment (3): Foliar treatment with zinc sulfate at a concentration 3 per thousand. Treatment (4): Foliar treatment with manganese sulfate at a concentration 5 per thousand. Treatment (5): Sprayed with zinc+ manganese sulfate at aconcentration of 5 per thousand (separately). Treatment (6): Sprayed with iron+ zinc+ copper sulphate at a concentration of 3 per thousand (separately). Treatment (7): Sprayed with iron+ zinc+ copper + manganese sulfate at a concentration of 3 per thousand (separately). **: The means which have at least one common small letter in each row or column and the means which have at least one common capital letter in each row or column do not differ significantly (P< 0.05)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵: تأثیر تیمارها بر روی غلظت برخی از عناصر غذایی در برگ میوه لیموترش

Table 5: The effect of treatments on the concentration of nutrients in the leaves of Mexican lime

| میانگین Mean | تیمارها Treatments | | | | | | | سال Year |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1* | |
| | | | | آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) Fe (mg/kg dry wieght) | | | | |
| 295.68A | 360a | 235.75a | 211a | 250.5a | 319.5a | 302.5a | 390.5a** | 1 |
| 276.77A | 238.7a | 291.2a | 248.4a | 291.5a | 236.2a | 358.1a | 273.3a | 2 |
| | 299.4A | 263.5A | 229.7A | 271A | 277.9A | 330.3A | 331.9A | میانگین Mean |
| | | | | مس (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) Cu (mg/kg dry wieght) | | | | |
| 14.61B | 8.75c | 48.0a | 7.30c | 6.30c | 7.35c | 11c | 13.6bc | 1 |
| 19.71A | 37.90ab | 30.0ab | 22.24bc | 7.82c | 7.66bc | 23.54abc | 8.79c | 2 |
| | 23AB | 39.0A | 14.72B | 7.06B | 7.51B | 17.27B | 11.19B | میانگین Mean |
| | | | | منگنز (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) Mn (mg/kg dry wieght) | | | | |
| 59.68 A | 70.65b | 39.45bcd | 49.7bcd | 208.6a | 14.77cd | 16.50cd | 18.06cd | 1 |
| 25.93B | 31.32bcd | 24.08bcd | 18.54cd | 60.01bc | 12.14d | 18.97cd | 16.41cd | 2 |
| | 50.98 B | 31.77BC | 34.12BC | 134.3A | 13.46C | 17.74C | 17.24C | میانگین Mean |

*: تیمار ۱. بدون محلول‌پاشی یا تیمار شاهد (محلول‌پاشی فقط با آب، بدون اضافه کردن عنصر خاصی، انجام شد). تیمار ۲. محلول‌پاشی با سولفات آهن با غلظت ۵ در هزار. تیمار ۳. محلول‌پاشی با سولفات روی با غلظت ۳ در هزار. تیمار ۴. محلول‌پاشی با سولفات منگنز با غلظت ۵ در هزار. تیمار ۵. محلول‌پاشی با سولفات روی + سولفات منگنز با غلظت ۵ در هزار. تیمار ۶. محلول‌پاشی با سولفات آهن + سولفات روی + سولفات مس با غلظت ۳ در هزار. تیمار ۷. محلول‌پاشی با سولفات آهن + سولفات روی + سولفات مس + سولفات منگنز با غلظت ۳ در هزار. **: برای هر صفت کیفی در جدول فوق، میانگین‌هایی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف کوچک و یا در ردیف «میانگین تیمار» و یا در ستون «میانگین سال» در یک حرف بزرگ مشترک می‌باشند طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی‌دار نیستند

*: Treatment (1): Control treatment or without spraying (spraying only water, without adding a special element was done). Treatment (2): Foliar treatments with iron sulfate at a concentration of 5 per thousand. Treatment (3): Foliar treatment with zinc sulfate at a concentration 3 per thousand. Treatment (4): Foliar treatment with manganese sulfate at a concentration 5 per thousand. Treatment (5): Sprayed with zinc+ manganese sulfate at aconcentration of 5 per thousand (separately). Treatment (6): Sprayed with iron+ zinc+ copper sulphate at a concentration of 3 per thousand (separately). Treatment (7): Sprayed with iron+ zinc+ copper + manganese sulfate at a concentration of 3 per thousand (separately).**: The means which have at least one common small letter in each row or column and the means which have at least one common capital letter in each row or column do not differ significantly ($P < 0.05$)

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین غلظت منگنز در برگ تحت تأثیر تیمار محلول‌پاشی منگنز قرار گرفت و بالاترین میانگین غلظت منگنز در این تیمار به‌دست آمد که به‌طور معنی‌داری نسبت به میانگین غلظت منگنز سایر تیمارها بالاتر بود. در هرسال به‌طور جداگانه نیز بالاترین غلظت منگنز با همین تیمار حاصل شد. به‌طورکلی غلظت منگنز در سال دوم به‌طور معنی‌داری نسبت به میانگین غلظت منگنز در سال اول کمتر بود. اثر کاهشی تیمار محلول‌پاشی روی بر کاهش غلظت منگنز بیش از سایر تیمارها بود که احتمالاً به‌خاطر اثر ضدیت این دو عنصر باشد (*ارنر*، 1999). بررسی جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که غلظت روی تحت تأثیر معنی‌دار هیچ‌یک از تیمارهای آزمایش (در سال اول یا دوم و یا هر دو سال باهم) قرار نگرفت. تیمار محلول‌پاشی آهن نسبت به سایر تیمارها سبب کاهش میانگین غلظت روی در برگ گردید، اما تیمارهایی که شامل سولفات منگنز بودند بر میانگین غلظت روی برگ اثر هم‌افزایی داشتند؛ اما این تأثیرات معنی‌دار نبود.

در یک تحقیق (*نیلسن و هویت*[1]، 1990) هم مشاهده شد که کاربرد خاکی روی بر غلظت این عنصر در برگ سیب اثر داشت ولی محلول‌پاشی آن تأثیری در غلظت روی برگ نداشت. غلظت مطلوب مس در برگ لیموترش در دامنه ۱۰۰-۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌خشک برگ لیموترش قرار دارد (ملکوتی و غیبی، ۱۳۷۸). همان‌طورکه در جدول ۵ دیده می‌شود در تمام تیمارها، غلظت مس در محدوده فوق قرار دارد. تیمارهای محلول‌پاشی با مس بالاترین میانگین غلظت مس دارا بودند که امری طبیعی است. تیمارهای روی و منگنز (هرکدام به‌تنهایی) نسبت به سایر تیمارها سبب کاهش بیشتر میانگین غلظت مس شده‌اند.

## نتیجه‌گیری کلی

در این آزمایش احتمالاً به علت استفاده از کود دامی به همراه کودهای پتاسیمی و آمونیومی در طی سال‌های متمادی، اعمال تیمارهای محلول‌پاشی نتوانست عملکرد را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد اما بر روی برخی از خصوصیات کیفی میوه (مثل pH و متوسط قطر پوست میوه) و هم‌چنین غلظت برخی از عناصر در برگ اثر مطلوب داشت (مثلاً غلظت منگنز را از دامنه کمبود به وضعیت مطلوب تغییر داد). pH آب میوه با محلول‌پاشی سولفات آهن و سولفات روی به‌ترتیب با غلظت ۵ و ۳ در هزار به‌طوری معنی‌دار کاهش یافت (به‌ترتیب ۲/۱۸۱ و ۲/۱۸۶) و محلول‌پاشی سولفات منگنز با غلظت ۵ در هزار سبب افزایش معنی‌دار آب‌میوه گردید (۵۳/۳۷ درصد). بنابراین کاربرد سولفات آهن و سولفات منگنز به‌صورت محلول‌پاشی با غلظت ۵ در هزار و محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت ۳ در هزار برای افزایش کیفیت میوه لیموترش توصیه می‌گردد.

## سپاسگزاری

از مساعدت همکاران محترم در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میناب آقایان هوشیار، سعیدی و شاکردرگاه و همکاران آزمایشگاه بخش تحقیقات خاک و آب هرمزگان خانم‌ها قریشی، آرمات و غنی‌زاده و هم‌چنین از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان برای حمایت مالی از این پروژه تشکر و قدردانی می‌شود.

## منابع

آمارنامه کشاورزی، جلد سوم: محصولات باغی، ۱۳۹۴. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکزفناوری اطلاعات و ارتباطات، وزارت جهاد کشاورزی، تهران.

امامی، ع. ۱۳۷۵. شرح روش‌های تجزیه گیاه (جلد اول). مؤسسه تحقیقات خاک وآب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت کشاورزی، تهران، نشریه شماره ۹۸۲، ۱۲۸ صفحه.

خلد برین، ب. و اسلام زاده، ط. ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز، ۹۰۲ صفحه.

رستگار، ح. ۱۳۸۰. بررسی اثر محلول‌پاشی منابع مختلف روی بر عملکرد نارنگی جهرمی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، ایستگاه تحقیقات کشاورزی جهرم، مرکز تحقیقات کشاورزی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران. ۲۰ صفحه.

عظیمی، م. ۱۳۶۹. مرکبات: کاشت و تغذیه (ترجمه). دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ۲۴۸ صفحه.

1. Neilsen and Hoyt

www.SID.ir

Archive of SID
علی احیایی، م. ۱۳۷۶. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی گیاه (جلد دوم). موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت کشاورزی، تهران، نشریه شماره ۱۰۲۴، ۱۱۲ صفحه.

علی احیایی، م. و بهبهانی زاده، ع. ا. ۱۳۷۲. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک (جلد اول). موسسه تحقیقات خاک وآب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت کشاورزی، تهران، نشریه شماره ۸۹۳، ۱۲۹ صفحه.

ملکوتی، م. ج. و شهابیان، م. ۱۳۷۷. مصرف بهینه کود برای افزایش عملکرد و بهبود کیفی مرکبات. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ۱۸ صفحه.

ملکوتی، م. ج. و طباطبائی، س. ج. ۱۳۷۶. تغذیه گیاهان از طریق محلول‌پاشی. نشر آموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، نشریه فنی شماره ۸، ۷۶ صفحه.

ملکوتی، م. ج. و طباطبائی، س. ج. ۱۳۷۸. 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، ۳۳۲ صفحه.

ملکوتی، م. ج. و غیبی، م. ن. ۱۳۷۸. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی مؤثر در خاک، گیاه و میوه در راستای افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات استراتژیک کشور. نشر آموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ۹۲ صفحه.

Ashkevari, A., Hossein Zadeh, S. H. and Miransari, M. 2010. Potaasium fertilization and fruit production of page citrus on a punsirus rootstock: Quantitative and Qualitative traits. Journal of Plant Nutrition, 33: 1564-1578.

Bark, P. and Chen, Y. 1984. The effect of potassium on iron chlorosis in culcareous soils. Journal of Plant Nutrition, 7: 125-133.

Boaretto, J., Sanchoz-Andoreu, J., Mataix, J. and Juarez, M. 1991. Study on effectivness of chelated micronutrients applied folair fertilization on table grape Cv. Aledo through blad analysis. Sueloy-Planta, 1 (3): 413-424.

Boaretto, R., Boartto, M., Muraoka, T., Nasciment-Filhom, V. F., Tiritan C. S. and Filho, F. A. M. 2002 a. Folair micronutrient application effects on citrus fruit yield, soil and leaf Zn concentrations and $^{65}$Zn mobilization within the plant. International Symposium on folair Nutrient. Perennial furit plants, Merano, Italy.

Boaretto, R., Boartto, M., Muraoka, T., Nasciment-Filhom, V. F., Tiritan, C. S. and Filho, F. A. M. 2002b. Folair micronutrient application effects on citrus fruit yield, soil and leaf Zn concentrations and $^{65}$Zn mobilization within the plant. Acta Horticulture, 594: 203-209.

Boynton, D. 1954. Nutrition by folair application. Annual Review of Plant Physiological, 5: 31-54.

Christensen, L. P., Kasimatis, A. N. and Jensen, F. L. 1982. Grapevine Nutrition and Fertilization in the San Joaquin Valley. University California Division Agriculure Science Publication, 4087.

Debaje, P. P., Shinde, E. D. and Ingale, H. V. 2011. Effect of plant growth regulators and nutrients on quality of acid lime (*Citrus aurantifolia* Swingle).The Asian Journal of Horticulture, 6 (1): 253-255.

Erner, Y., Cohen, A. and Magen, H. 1999. Fertilizing for Higher Yield Citrus. 2nd revised ed. IPI Bull. No. 4. International Potash Institute Basel, Switzerland.

Fink, A. 1982. Fertilizers and Fertilization. Weinheim beach, Verlag, Chemie.

Ghosh, S. N. and Basra, K. C. 2000. Effect of zinc, boron and iron spray on yield and fruit quality of sweet orange Cv. Mosambi grown under rainfed laterite soil. Indian Agriculturist, 44 (3/4): 147-151.

Ju Yen, M. 1972. Leaf analysis as a guide to fertilization of citrus tree. Agricultural Research, 21 (4): 250-255.

Kafkafi, U. and Gammer Neuman, K. 1985. Correction of iron chlorosis in peatnut (*Arachis hypogea* shularmit) by ammonium sulfate and nitrification inhibiter. Journal of Plant Nutrition, 8: 303-309.

Kazi, S. S., Ismail, S. and Joshi, K. G. 2012. Effect of multi-micronutrient on the yield and quality attributes of the sweet orange. African Journal of Agricultural Research, 7 (29): 4118-4123.

Kulkarni, N. H. 2004. Effect of growth regulators and micronutrients on fruit drop, yield and quality in sweet orange (*Citrus sinensis* Osbeck). Ph.D. Thesis, Marathwada Agricultural University, Parbhani, India.

Lindsay, W. L. 1972. Inorganic Phase Equiilibria of Micronutrients in Soils. In*:* Mortvedt, J. J., et al. (ed). Micronutrients in Agriculture. Soil Science Society of American, Inc., Madison, WI. PP. 41-57.

Mengle, K. and Kirkby, E. A. 1987. Principal of Plant Nutrition. 4$^{th}$ Edition. International Potash Institute Basel, Switzerland.

Mirzapour, M. H. and Khoshgoftarmanesh, A. H. 2013. Effect of soil and foliar application of iron and zinc on quantitative and qualitative yield of pomegranate. Journal of Plant Nutriton, 36: 55-66.

Murphy, L. S. and Walsh, L. M. 1972. Correction of Micronutrient Deficiencies with Fertilizers. In: Mortvedt, J. J. et al. (Ed.). Micronutrients in Agriculture. Soil Science Society of American Inc., Madison, WI. PP: 347-387.

Neilsen, G. and Hoyt, P. 1990. A comparision of methads to raise zinc concentration of apple leaves. Canadian Journal of Plant Science, 70 (2): 599-603.

Obreza, T. A., Alva, A. K. and Calvert, D. V. 1993. Citrus Fertilizer Management on Calcareous Soils. Circular 1127, Soil and Water Science Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute Food Agriculture Science University Florida.

Patel, P. C., Patel, M. S. and Kalyanasundaram, N. K. 1997. Effect of folair sprays of iron and sulfur on fruit yield of chlorotic acid lime. Journal of Indian Society of Soil Science, 45 (3): 529-533.

www.SID.ir

Archive of SID
Patil, V. D. and Malewar, G. U. 1998. Assesment of micronutrient status of export oriented mandarin orchards by soil and leaf analysis. Journal of Indian Society of Soil Science, 46 (1): 151-152.

Penas, E. J. and Wiese, A. 1990. Soybeen Chlorosis Management. Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebreska.

Rodriguez, A., Martinez, G. and Mazza, D. G. S. 1994. Folair application of zinc in orange (*Citrus sinensis*) CV. Valencia Late: Momthaly absorption and influence on productivity. Horticultural of Argentina, 13: 61-65.

Roussos, P. A. and Tassis, A. 2011. Effects of girdling, nitrogen, zinc and auxin foliar spray applications on mandarin fruit "Nova" quality characteristics. Emirate Journal of Food Agriculture, 23 (5): 431-439.

Sajid, M., Rab, A., Ali, N., Arif, M., Ferguson, L. and Ahmed, M. 2010. Effect of foliar application of Zn and B on fruit production and physiological disorders in sweet orange cv. Blood orange. Sarhad Journal of Agriculture, 26 (3): 355-360.

Sharma, K. K., Sharma, K. N. and Liayyar, V. 1990. Effect of copper and zinc sprays of leaf nutrient concentration in kinnow mandarin (*Citrus reticulate × C. deliciosa*). Indian Journal of Agricultural of Science, 60 (4): 278-280.

Shishkanu, G. and Tilova N. 1992. Effect of micronutrient on photosynthetic productivity of peach tree. Bulltin of Acadmic Moldva, 6: 21-25.

Swietlik, D. and Faust, M. 1984. Folair nutrition of fruit crop. Horticultural Reviewes, 6: 287-356.

Swietlik, D. 2002. Zinc nutrition of fruit trees by foliar sprays. Acta Horticulture, 594: 123-129.

Tariq, M., Shari, M., Shah, Z. and Khan, R. 2007. Effect of foliar application of micronutrients on the yield and quality of sweet orange (*Citrus sinensis* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences, 10 (11): 1823-1828.

www.SID.ir

Archive of SID

# Effect of Micronutrients Foliar Application on Yield, Fruit Quality and Nutrients Concentration in Lime (*Citrus aurantifolia* Swingle)

Hosseini*, Y.

**Abstract**

In many citrus orchards fruit quality, such as yield, is not in appropriate status. Perhaps one of the reasons is related to nutrition method of citrus trees, particularly in situations where most soils of country are calcareous. Main purpose of this expriment was the evaluation of iron, zinc, copper and manganese foliar application on yield, fruit quality and nutrient lime leaves. The elements (in sulfate forms) as single or to gether and with detemined concentration (3 to 5 part per thousand) before and after tree flowering were sprayed on the foliage. Some fruit quality parameters were affected by the treatments so that the use of ferrous sulfate and zinc, separately, led to a significant reduction in fruit pH and spraying zinc and manganese substantially increased the thickness of the skin of the fruit.. In general, though nutrition lime trees by spraying with micronutrients did not have significant effect on yield but was improved some fruit quality characteristics; So that the pH of fruit with foliar application of ferrous sulfate and zinc sulfate with concentration of 5 and 3 per thousand, respectively, was decreased significantly (2.181 and 2.186 respectively) and manganese sulfate treatment with concentration of 5 per thousand significantly increased fruit juice (53.37%). Thus the use of iron and manganese sulfate as a concentration of 5 per thousand and spraying zinc sulfate as a concentration of 3 per thousand to increase fruit quality lime is recommended.

**Keywords:** Foliar nutrition, Sulfat, Quality property, Fruit pH

*: Assistant Professor, Department of Soil and Water Research, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran
Corresponding author Email: yaaghoob.hosseini@yahoo.com

www.SID.ir