

اثر روش های مختلف کاربرد آهن بر عملکرد و ترکیبات شیمیایی برگ و میوه لیمو رقم 'لیسبون'^۱

EFFECTS OF DIFFERENT METHODS OF IRON APPLICATION ON YIELD AND LEAF AND FRUIT CHEMICAL COMPOSITIONS OF 'LISBON' LEMON CULTIVAR

جهانشاه صالح^۲

چکیده

تأثیر روش های مختلف کاربرد آهن بر عملکرد و ترکیب های شیمیایی برگ و میوه لیمو رقم 'لیسبون'^۳ در یک پژوهش دوساله در ایستگاه تحقیقاتی حاجی آباد هرمزگان مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش روی ۴۹ اصله درخت لیمو لیسبون ۱۵ ساله با فاصله ۸×۸ متر و با ۷ تکرار انجام شد. تیمارها شامل تیمار شاهد، عرف باغدار، مصرف سطحی ۱۵۰ گرم سکوسترین آهن، مصرف سطحی ۵۰۰ گرم سولفات آهن، مصرف ۵۰۰ گرم سولفات آهن به صورت چالکود، مصرف سطحی ۵۰۰ گرم سولفات آهن به علاوه محلول پاشی سولفات آهن ۰/۵٪ و مصرف ۵۰۰ گرم سولفات آهن به صورت چالکود به علاوه محلول پاشی سولفات آهن ۰/۵٪ بودند. نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایش موجب بروز تفاوت در میانگین پاسخ های گیاهی شدند. بالاترین عملکرد (۱۹۵/۴ کیلوگرم در درخت)، بیشترین وزن متوسط میوه (۱۵۶/۷ گرم)، بیشترین غلظت پتاسیم و آهن و روی در برگ (به ترتیب ۱/۰۴٪ و ۲۳۷/۲ و ۵۴/۸ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک) و بالاترین میزان اسکوربیک اسید میوه (۴۵/۱٪) با مصرف ۵۰۰ گرم سولفات آهن برای هر درخت به علاوه محلول پاشی سولفات آهن به دست آمد. هرچند در بیشتر موارد، حذف محلول پاشی سبب تفاوت معنی داری نشد. مصرف سطحی ۱۵۰ گرم Fe-EDDHA، عملکرد ۱۷۶ کیلوگرم در هر درخت و مصرف سطحی ۵۰۰ گرم سولفات آهن به علاوه محلول پاشی سولفات آهن عملکرد ۱۷۰/۳ کیلوگرم در هر درخت را ایجاد کردند. بنابراین دو تیمار اخیر به طور مشترک، پس از تیمارهای قبلی قرار گرفتند. مصرف سطحی ۵۰۰ گرم سولفات آهن با عملکرد ۱۶۷/۱ کیلوگرم در درخت، با تأثیر ناچیز بر عملکرد و بهبود کیفیت میوه، کمترین تأثیر مطلوب را بعد از تیمار شاهد نشان داد. تیمارهای شاهد و عرف باغدار، به ترتیب با عملکرد ۱۵۳/۴ و ۱۵۸/۳ کیلوگرم برای هر درخت، در پایین ترین مرتبه قرار گرفتند. ضمن این که کاهش ویژگی های کیفی میوه نیز در این دو تیمار بیشتر مشاهده شد. با توجه به نتایج، بهترین توصیه در راستای افزایش عملکرد و بهبود کیفیت میوه لیمو 'لیسبون'^۳ در منطقه، مصرف ۵۰۰ گرم سولفات آهن به روش چالکود همراه با محلول پاشی سولفات آهن با غلظت ۰/۵٪ می باشد.

واژه های کلیدی: سکوسترین آهن، سولفات آهن، محلول پاشی، لیمو 'لیسبون'^۳، عملکرد.

۱- تاریخ دریافت: ۸۶/۷/۲۳

تاریخ پذیرش: ۸۷/۳/۲۲

۲- پژوهشگر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، بندرعباس، جمهوری اسلامی ایران.

۳- 'Lisbon' lemon

مقدمه

سطح زیر کشت لیمو 'لیسبون' در استان هرمزگان حدود ۲۰۰ هکتار است (۲)، اما همین مساحت اندک، به جهت مرغوب و بازاری پسند بودن محصول، اهمیت زیادی دارد. اندازه بزرگتر لیمو 'لیسبون' نسبت به لیموترش معمولی و نیز میزان اسید بیشتر در این محصول، سبب بازار پسندی آن شده است. بنابراین بهینه کردن وضعیت تغذیه‌ای این محصول به منظور بالا بردن عملکرد و افزایش کیفیت میوه ضروری به نظر می‌رسد.

یکی از عناصر غذایی ضروری کم مصرف که نقش مهمی در افزایش تولید و کیفیت محصول بازاری می‌کند، عنصر آهن است. بخش بزرگی از خاک‌های زراعی کشور، به ویژه نواحی جنوبی، حاوی مقادیر زیادی کربنات کلسیم هستند که سبب افزایش واکنش خاک^۱ و ایجاد اختلال در جذب عناصر آهن، روی، فسفر و غیره می‌شود (۸). بدیهی است که کاهش جذب آهن سبب کاهش عملکرد و کیفیت محصولات باغی از جمله مرکبات خواهد شد (۴، ۲۱). کلباسی و همکاران^۲ (۱۸) نشان دادند که با اضافه کردن اسید به حجم محدودی از خاک و خنثی‌شدن کربنات کلسیم موجود، علائم زردی^۳ آهن برطرف شد. والاس و مولر^۴ (۲۴) نیز گزارش کردند که اگر خاک محل تجمع ریشه را با خاک دارای میزان کم کربنات کلسیم جایگزینی کنند، کمبود آهن و نشانه‌های آن رفع خواهد شد. هم‌چنین هورش و همکاران^۵ (۱۷) دریافتند که کاربرد سولفات آهن در حجم کوچکی از خاک موجب رفع زردی آهن در درختان مرکبات می‌شود. ملکوتی و سمر (۱۳) مشاهده کردند که با مصرف سولفات آهن به روش چالکود، نشانه‌های زردی آهن در درختان سیب مرتفع شد. صالح و ملکوتی (۹) با مصرف ۵۰۰ گرم سولفات آهن و یک کیلوگرم گوگرد پودری به روش چالکود، افزون بر افزایش میانگین وزن میوه، غلظت عناصر روی، آهن و فسفر در برگ درختان لیمو 'لیسبون'، پرتقال، 'النسیا'، نارنگی، لیموترش و لیموشیرین افزایش یافتند. بطور کلی پژوهش‌های گذشته نشان می‌دهد که روش جایگزینی موضعی یا روش چالکود در تمامی موارد سبب رفع زردی آهن و افزایش عملکرد و نیز بهبود کیفیت محصول شده است. به دلیل عدم انجام پژوهش کافی در مورد مقادیر و روش‌های مختلف کاربرد آهن در لیمو 'لیسبون' در ایران و هرمزگان، در این پژوهش سعی شد روش‌های مختلف کوددهی آهن از جمله روش چالکود، مصرف سطحی و محلول‌پاشی، با یکدیگر و با تیمار شاهد مقایسه آماری شده و مناسب‌ترین روش از جهت تاثیر مطلوب بر میزان تولید و اندازه محصول و ترکیب شیمیایی برگ و ویژگی کیفی میوه تعیین شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مدت دو سال، شامل هفت تیمار کودی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با هفت تکرار اجرا شد. هر تکرار شامل یک درخت بود، به طوری که مجموع درختان مورد آزمایش برابر با ۴۹ اصله درخت ۱۵ ساله بود. فاصله هر دو درخت متوالی هشت متر بود. محل درختان مورد نظر در ایستگاه تحقیقات کشاورزی حاجی آباد واز نوع لیمو 'لیسبون' (روی پایه نارنج) بود. با توجه به اینکه

زمان نمونه برداری بایستی حدود شش ماه پس از گلدهی باشد (۱)، قبل از اعمال تیمارها و در تیرماه، نمونه برداری از خاک و آب باغ مورد نظر طبق روش موسسه تحقیقات خاک و آب (۱۵) به طور سالیانه انجام شد. به دلیل تفاوت ناچیز نتایج تجزیه‌های مربوطه در دو سال آزمایش، میانگین دوساله اعداد مربوطه در جدول های ۱ و ۲ آمده است.

زمان اعمال تیمارهای آزمایش در اوایل اسفندماه هر سال بود. کود نیتروژن به صورت نصف میزان لازم در اسفندماه و باقیمانده در نیمه اول اردیبهشت ماه در اختیار گیاه قرار گرفت. تیمارها به شرح زیر بودند:

- ۱- تیمار شاهد (بدون مصرف هیچ گونه کود)
- ۲- عرف باغدار (کود نیتروژنه + کود فسفره)
- ۳- تغذیه متعادل عناصر اصلی و کم مصرف + مصرف سطحی ۱۵۰ گرم سکوسترین آهن^۱
- ۴- تغذیه متعادل عناصر اصلی و کم مصرف + مصرف سطحی ۵۰۰ گرم سولفات آهن^۲
- ۵- تغذیه متعادل عناصر اصلی و کم مصرف + مصرف ۵۰۰ گرم سولفات آهن به صورت چالکود
- ۶- تیمار ۴ + محلول پاشی سولفات آهن (باغلظت ۵ در هزار)
- ۷- تیمار ۵ + محلول پاشی سولفات آهن (باغلظت ۵ در هزار)

با توجه به میزان عناصر غذایی موجود در خاک، در تیمارهایی که تغذیه متعادل عناصر اصلی و کم مصرف مورد نظر بود، مقدار ۱۵۰۰ گرم سولفات آمونیم، ۳۰۰ گرم سوپر فسفات تریپل، ۵۰۰ گرم سولفات پتاسیم، ۳۰۰ گرم سولفات روی، ۱۰۰ گرم سولفات منگنز، ۵۰ گرم سولفات مس و ۵۰۰ گرم گوگرد کشاورزی به همراه حدود ۳۰ کیلوگرم کود حیوانی به روش چالکود برای هر درخت در نظر گرفته شد. عنصر آهن نیز مطابق تیمارهای آزمایش در اختیار گیاه قرار گرفت. برداشت محصول اواسط مهرماه هر سال انجام شد و پس از توزین محصول، نمونه برداری خاک از دو عمق ۳۰-۶۰ و ۰-۳۰ سانتی متری از سطح انجام شد. نمونه برداری برگ طبق روش موسسه تحقیقات خاک و آب (۱) از برگ‌های بالغ پنج- شش ماهه واقع در وسط شاخه‌های بدون میوه و نمونه برداری میوه نیز هنگام برداشت محصول صورت گرفت. تجزیه‌های لازم در آزمایشگاه خاک و آب و آزمایشگاه تجزیه کیفی میوه در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان انجام شد.

در این آزمایش، در هنگام برداشت محصول، عملکرد اندازه گیری شد. هم چنین در برگ حدود ۶ ماهه، غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، منگنز و بُر مطابق روش موسسه تحقیقات خاک و آب (۱) تعیین گردید. اسکوربیک اسید^۳ میوه (با روش استخراج با متافسفریک اسید^۴)، بریکس^۵ میوه (با دستگاه قند سنج^۶ دستی مدل ATAGO N-1E) و وزن میانگین هر عدد میوه نیز در هر سال مورد اندازه گیری و ارزیابی قرار گرفت. تجزیه مرکب واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن^۷ روی داده‌های به‌دست‌آمده انجام شد و در مواردی که اثر سال معنی دار نبود، اعداد به صورت

۱- Fe EDDHA -۲ FeSO₄, 7H₂O -۳ Ascorbic acid -۴ Extraction with meta-phosphoric acid -۵ Brix
۶- Refractometer ۷- Duncan' Multiple Range Test

میانگین دوساله در جدول مقایسه میانگین‌ها ذکر شدند. پاسخ های گیاهی که تحت تاثیر معنی دار عامل سال قرار گرفته بودند به تفکیک دو سال آزمایش آورده شدند.

جدول ۱- تجزیه نمونه خاک محل انجام آزمایش (میانگین های دوساله).

Table 1. Soil sample analysis of experimental site (means of two years).

عمق خاک (سانتی متر) Soil depth (cm)	قابلیت هدایت الکتریکی Electrical conductivity (ds m ⁻¹)	واکنش خاک pH	کربن آلی O.C. (%)	رس Clay (%)	لای Silt (%)	شن Sand (%)	درصد مواد خنثی شونده TNV (%)
0-30	2.54	7.88	0.64	19	31	50	33.7
30-60	1.92	7.96	0.48	14	34	52	35.5

ادامه جدول ۱

Table 1 continued.

عمق خاک (سانتی متر) Soil depth (cm)	فسفر P (mg kg ⁻¹)	پتاسیم K (mg kg ⁻¹)	آهن Fe (mg kg ⁻¹)	منگنز Mn (mg kg ⁻¹)	روی Zn (mg kg ⁻¹)	مس Cu (mg kg ⁻¹)	بُر B (mg kg ⁻¹)
0-30	9.84	104	7.90	1.42	0.41	0.85	1.34
30-60	7.90	89	6.85	1.28	0.19	0.79	1.17

جدول ۲- تجزیه نمونه آب محل آزمایش (میانگین های دوساله).

Table 2. Water sample analysis for experimental site (means of two years).

قابلیت هدایت الکتریکی Electrical conductivity (μmhos cm ⁻¹)	واکنش آب pH	کربنات CO ₃ ²⁻ (meq L ⁻¹)	بیکربنات HCO ₃ ⁻ (meq L ⁻¹)	کلر Cl (meq L ⁻¹)	سدیم Na (meq L ⁻¹)	بُر B (meq L ⁻¹)	کلسیم و منیزیم Ca+Mg (meq L ⁻¹)
2215	8.04	0.4	4.8	6.4	6.8	1.9	5.5

نتایج و بحث

مقایسه میانگین‌های عملکرد (جدول ۳) نشان می دهد که تیمارهای چالکود (تیمارهای ۷ و ۵) به ترتیب با ۲۰۰/۴ و ۱۹۶/۱ کیلوگرم در درخت سبب بیشترین افزایش عملکرد نسبت به شاهد (۱۵۳/۴ کیلوگرم در درخت) شده اند. تیمارهای ۳ و ۶ نیز به ترتیب با ۱۷۶ و ۱۷۰/۳ کیلوگرم در درخت در رده بعدی جای دارند. مصرف سطحی سولفات آهن (تیمار ۴) با عملکرد ۱۶۷/۱ کیلوگرم در هر درخت، نسبت

به روش های دیگر کوددهی آهن، تاثیر کمتری بر افزایش عملکرد داشته است. تیمارهای شاهد و عرف باغدار هم به ترتیب با ۱۵۳/۴ و ۱۵۸/۳ کیلوگرم در درخت، پایین ترین میزان عملکرد را داشتند. افزایش معنی دار عملکرد با مصرف آهن به روش چالکود توسط گندمکار و همکاران (۱۱) و هورش و همکاران (۱۷) در مرکبات و ملکوتی و سمر (۱۳) در سیب نیز گزارش شده است. در روش چالکود به دلیل ترکیب کردن کودهای شیمیایی با مواد آلی که قابلیت بالایی در جذب و نگهداری آب و مواد غذایی دارند و این که کود در مجاورت ریشه های موین گیاه قرار دارد، عناصر غذایی ضروری به آسانی در اختیار گیاه قرار گرفته و موجب افزایش عملکرد خواهد شد (۷).

مقایسه میانگین های غلظت نیتروژن در برگ گیاه تفاوت آماری چندانی بین تیمارهای مختلف نشان نمی دهد (جدول ۴). تنها می توان گفت که در تیمار ۳ بیشترین و در تیمار ۴ کمترین غلظت نیتروژن برگ (به ترتیب ۲/۴۷ و ۲/۰۴٪) اندازه گیری شده است. در مورد فسفر نیز حداکثر غلظت در تیمار ۳ (مصرف سطحی ۱۵۰ گرم سکوسترین آهن) و تیمار ۲ (عرف باغدار) با غلظت های ۰/۳۵۰ و ۰/۳۴۶٪ به دست آمد. تیمارهای ۱، ۴، ۶ و ۷ بدون هیچ گونه تفاوت آماری در رده بعدی جای گرفتند. تیمار ۵ با ۰/۲۷٪ فسفر دارای کمترین میزان فسفر بود، گرچه از لحاظ آماری با تیمارهای ۱، ۴ و ۶ تفاوت معنی داری نداشت. کاهش غلظت فسفر برگ در تیمار چالکود می تواند به دلیل افزایش غلظت آهن گیاه در این تیمار باشد زیرا برهمکنش منفی بین آهن و فسفر سبب بروز اختلال در جذب و انتقال فسفر در گیاه می شود (۶، ۲۱).

روش های مختلف کوددهی موجب بروز تفاوت های مختصری در غلظت پتاسیم برگ شد (جدول ۴). تیمارهای ۱ تا ۵ از لحاظ آماری دارای اثر مشابه بودند. هم چنین تیمارهای ۱ تا ۳ با تیمارهای ۶ و ۷ اختلاف آماری نداشته و تنها تفاوت معنی دار بین دو تیمار ۴ و ۵ از یک طرف و ۶ و ۷ از طرف دیگر مشاهده شد. در مجموع می توان گفت که بیشترین غلظت در تیمار ۷ (۱/۰۴٪) و کمترین آن در تیمار ۵ (۰/۹۲٪) اتفاق افتاده است. میانگین غلظت آهن در برگ گیاه در سال اول با سال دوم تفاوت آماری نشان داد، به طوری که از حدود ۱۵۳ میلی گرم آهن در کیلوگرم ماده خشک گیاه در سال اول به حدود ۱۶۲ میلی گرم در کیلوگرم در سال دوم افزایش یافته است (جدول ۵). اثر تیمارهای آزمایش در سال اول به این صورت بوده است که بالاترین غلظت در تیمار ۷ و سپس در تیمار ۵ و پایین ترین غلظت به طور مشترک در تیمارهای ۱، ۲ و ۴ دیده می شود. در سال دوم نیز با روند به تقریب مشابهی، بیشترین میزان آهن برگ در تیمار ۷، ۵ و سپس ۶ ملاحظه می گردد. تیمارهای ۱ تا ۴ نیز به طور مشترک پایین ترین غلظت آهن برگ را نشان می دهند. همچنین مقایسه میانگین های دوساله، روند تغییرات مشابهی با نتایج سال اول و دوم به دست می دهد. افزایش غلظت آهن بر اثر مصرف کود آهن به روش چالکود و در نتیجه بهبود عملکرد و کیفیت میوه توسط سمر و ملکوتی (۷) و سیب نیز (۱۳) گزارش شده است. روش های مختلف کاربرد کودهای آهن سبب رفع زردی آهن (۲۳) و افزایش غلظت آهن گیاه به میزان های متفاوتی می گردند (۱۲، ۱۴). بررسی پژوهش های انجام شده نشان می دهد که بهترین نتایج بر اثر مصرف سولفات آهن به روش جایگذاری موضعی و همراه با گوگرد، ماده آلی و دیگر کودهای شیمیایی ضروری به دست آمده است (۳، ۵، ۹). علت این است که در این روش افزون بر اسیدی تر شدن محیط به دلیل حضور مقادیر زیاد ماده آلی، تشکیل ترکیبات آلی محلول آهن نیز سبب افزایش قابلیت استفاده آهن توسط گیاه می شود (۱۶، ۲۰، ۲۱).

عامل سال و نیز برهمکنش سال و تیمار، هیچگونه اثر معنی‌دار آماری بر غلظت روی در برگ گیاه نداشت، بنابراین مقادیر غلظت روی در برگ به صورت میانگین دوساله در شکل ۱ آورده شده است. مطابق این شکل، تیمارهای ۷، ۵ و ۶ به ترتیب با مقادیر (۵۴/۷۹، ۴۱/۶۴، ۳۳/۷۹ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک) و با تفاوت بارز آماری، رده‌های اول و دوم و سوم بیشترین غلظت روی در برگ را به خود اختصاص می‌دهند. بنابراین موفق‌ترین روش، کاربرد کودها و از جمله سولفات آهن با روش چالکود همراه با محلول پاشی ۵ در هزار سولفات آهن بوده است که با حذف محلول‌پاشی، همچنان برتری قابل ملاحظه‌ای نسبت به روش‌های دیگر مشاهده شد. پس از تیمارهای ۷، ۵ و ۶، تیمار ۴ یعنی مصرف سطحی ۵۰۰ گرم سولفات آهن به ازاء هر درخت، قرار می‌گیرد. تیمار ۳ (مصرف سطحی ۱۵۰ گرم سکوسترین آهن ۱۳۸) و تیمارهای ۱ و ۲ (به طور مشترک) در مراتب بعدی قرار می‌گیرند. با توجه به وجود برهمکنش منفی میان دو عنصر فسفر و روی، افزایش غلظت روی در تیمارهای چالکود پیامد کاهش میزان فسفر در تیمارهای یاد شده می‌باشد (۶، ۲۱). افزایش غلظت روی بر اثر مصرف گوگرد و کاربرد آهن از طریق چالکود گزارش شده است (۷، ۹، ۱۹).

جدول ۳- اثر تیمارهای مختلف بر عملکرد لیمو 'لیسبون' (کیلوگرم در درخت).

Table 3. Effects of different treatments on yield of 'Lisbon' lemon cultivar (kg tree⁻¹).

سال Year	تیمارها Treatments							میانگین Mean
	1	2	3	4	5	6	7	
2001	153.4d [†]	158.3cd	176.0b	167.1bc	196.1a	170.3b	200.4a	174.5A
2002	143.6d	147.3d	169.6b	159.3c	186.6a	175.3b	190.4a	167.4B
Mean	148.5D	152.8D	172.8B	163.2C	191.4A	172.8B	195.4A	

[†] Values followed by the same letter in each row, have no significant difference at 5% statistical level.

[‡] اعدادی که در هر ردیف در یک حرف مشترک هستند، در سطح آماری ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

بیشترین غلظت عنصر منگنز در برگ، مربوط به تیمار ۶ بوده است، یعنی مصرف خاکی ۵۰۰ گرم سولفات آهن به همراه محلول‌پاشی ۵ در هزار سولفات آهن بهترین نتیجه را داد. همچنین تیمارهای ۱، ۲ و ۴، مقام دوم را به خود اختصاص دادند. بعد از آن، تیمار ۳، بعد ۵ و سپس ۷ با کمترین غلظت قرار می‌گیرند (جدول ۴). در مجموع، روند تغییرات غلظت عنصر منگنز در برگ گیاه آنچنان منظم و یکنواخت نیست که بتوان تفسیر قاطعی ارائه نمود، تنها می‌توان به این نکته اشاره کرد که غلظت منگنز در تیمارهای چالکود از بقیه کمتر بوده است و این می‌تواند به دلیل زیاده‌بودن غلظت آهن در تیمارها و ناهمسازی آهن بر جذب و انتقال منگنز در گیاه باشد (۶، ۲۱).

جدول ۴- اثر تیمارهای مختلف بر میزان بریکس میوه و غلظت عناصر در برگ لیمو 'لیسبون'.

Table 4. Effect of different treatments on fruit Brix and leaf mineral content 'Lisbon' lemon cultivar.

تیمارها Treatments→	1	2	3	4	5	6	7
غلظت نیتروژن برگ (درصد)	2.44A ^{*††}	2.42A	2.47A	2.04B	2.29AB	2.37AB	2.13AB
Leaf N conc. †(%)							
غلظت فسفر برگ (درصد)	0.295BC	0.346A	0.350A	0.289BC	0.273C	0.298C	0.310B
Leaf P conc. (%)							
غلظت پتاسیم برگ (درصد)	1.00AB	0.97AB	0.95AB	0.92B	0.92B	1.03A	1.04A
Leaf K conc. (%)							
غلظت منگنز برگ (میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک)	17.72BC	19.22B	16.68C D	19.77B	14.72E	23.59A	13.61E
Leaf Mn conc.(mg kg ⁻¹ dry wt)							
بریکس میوه	6.12BC	6.24B	6.59A	6.12BC	6.72A	5.61D	5.98C
Fruit Brix							

† Results have been reported as means of two years, because there was no statistical difference between two years of experiment.

† Conc. = Concentration.

† نتایج به صورت میانگین های دوساله گزارش شده اند زیرا اختلاف آماری بین دو سال آزمایش وجود نداشت.

†† اعدادی که در هر ردیف در یک حرف مشترک هستند، در سطح آماری ۵٪ اختلاف معنی دار ندارند.

مطابق جدول ۵، میانگین غلظت بُر در برگ درخت لیمو 'لیسبون' در سال دوم به صورت معنی داری بیشتر از غلظت این عنصر در برگ در سال اول آزمایش بود. تیمارها نیز موجب بروز تفاوت های آماری شد. اثر معنی دار عامل سال بر غلظت بُر در گیاه می تواند به دلیل وجود این عنصر در آب آبیاری و انباشت تدریجی آن در خاک و گیاه باشد. با نگاهی به مقایسه میانگین های سال اول مشخص می شود که به سختی می توان اختلافی بین تیمارهای مختلف پیدا کرد اما در سال دوم این تفاوت ها چشمگیرتر شد، به طوری که بیشترین غلظت بُر در گیاه در تیمار شاهد (۱۷۶ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک) و پس از آن در تیمار ۴ یعنی مصرف سطحی سولفات آهن (۱۷۱/۱ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک) مشاهده شد. کمترین غلظت بُر نیز ۱۲۵/۷ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک بود که در تیمار ۷ دیده شد. مقایسه آماری میانگین های دوساله (بر مبنای تجزیه مرکب داده های دو سال آزمایش) نیز بیانگر آن است که حداکثر غلظت بُر در تیمار شاهد

اتفاق افتاده و باز مشابه آنچه در سال دوم آزمایش مشاهده می شود، تیمارچالکود همراه با محلولپاشی (تیمار ۷) در پایین ترین سطح قرار گرفته است. قابل انتظار است که در تیمارهای چالکود غلظت بُر در گیاه

جدول ۵ - اثر تیمارهای مختلف بر غلظت آهن و بُر در برگ لیمو 'لیسبون'.

Table 5. Effects of different treatments on Fe and B concentration in leaf 'Lisbon' lemon cultivar..

تیمارها Treatments→	1	2	3	4	5	6	7	میانگین Mean
سال Year	غلظت آهن در برگ (میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک) Leaf Fe Conc.(mg kg ⁻¹ dry wt)							
2001	115.3e [†]	118.9e	127.6d	119.0e	204.3b	148.9c	237.6a	153.1B
2002	126.3 d	129.4d	136.3d	132.1d	202.6b	171.3c	236.9a	162.1A
Mean	120.8D	124.1D	131.9D	125.6D	203.4B	160.1C	237.2A	
	غلظت بُر در برگ (میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک) Leaf B Conc.(mg kg ⁻¹ dry wt)							
2001	167.0a	158.7ab	147.3ab	161.4ab	129.4ab	138.3ab	116.7b	145.6B
2002	176.0a	167.3b	156.3c	171.1ab	139.6 E	147.4d	125.7f	154.8A
Mean	171.5A	163.0B	151.8C	166.3B	134.5E	142.9D	121.2F	

† Values followed by the same letter in each row, have no significant difference at 5% statistical level. Means of different years were compared as columnar.

†† Conc. = Concentration.

† اعدادی که در هر ردیف در یک حرف مشترک هستند، در سطح آماری پنج درصد اختلاف معنی دار ندارند. میانگین‌های سال‌های مختلف آزمایش به صورت ستونی با هم مقایسه شده‌اند.

کاهش قابل ملاحظه ای پیدا کند زیرا در این روش کوددهی، خاک اطراف ریشه که در اکثر مناطق جنوبی کشور به ویژه استان هرمزگان حاوی مقادیر زیادی عنصر بُر است، برداشته شده و به جای آن مخلوطی از کود حیوانی و شیمیایی قرار داده شد. این پیش‌بینی زمانی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که در روش چالکود، به جهت قابلیت بالای جذب سطحی آب و مواد غذایی توسط ماده آلی، پس از گذشت دو الی چهار ماه بیشتر حجم ریشه گیاه در چاله‌ها تجمع پیدا می‌کند (۷، ۱۳). بنابراین با خارج کردن خاک حاوی بُر از محیط اطراف ریشه، میزان بُر کمتری در اختیار گیاه قرار گرفته و جذب و انتقال این عنصر نیز کاهش می‌یابد. به هر حال به دلیل بالا بودن غلظت بر در آب آبیاری انتظار می‌رود که با گذشت زمان، به میزان این عنصر در خاک و نیز گیاه افزوده شود (۷، ۸).

وزن میانگین یک عدد میوه در این پژوهش تحت تاثیر عامل سال قرار گرفته، به طوری که میانگین آن در سال دوم بیش از سال اول بوده است (جدول ۶). بررسی داده‌ها در هریک از دو سال متوالی

آزمایش، نشان داد که با تفاوتی جزئی در اعداد، روند مشابهی در کاهش یا افزایش وزن میوه در هر یک از سالهای آزمایش وجود داشت. با بررسی میانگینهای دوساله نیز بالاترین وزن متوسط میوه با میانگین ۱۵۶/۶ گرم در تیمار ۷ مشاهده شد. تیمار ۵ نیز با اختلاف کمی و با میانگین ۱۵۴/۷ گرم در جایگاه دوم قرار می گیرد. وزنهای کمتر به ترتیب در تیمارهای ۶، ۳، ۱ و ۲ و کمترین وزن میانگین میوه با (۱۴۲/۹) گرم در تیمار ۴ مشاهده شد که در آن سولفات آهن به صورت سطحی مصرف شده است. همان طور که ملاحظه می شود میوه های سنگین و درشت تر، در تیمارهایی دیده شد که غلظت آهن (و گاهی عناصر ضروری دیگر) در آن ها بالاتر بود. با فراهم بودن آهن و دیگر عناصر غذایی ضروری گیاه، فتوسنتز و تولید ماده افزایش یافته و اندازه و وزن میوه نیز بیشتر می شود (۴، ۱۲). افزایش میانگین وزن میوه در اثر کاربرد آهن در مرکبات توسط پژوهشگران دیگر (۱۱، ۱۷) نیز گزارش شده است.

با بررسی جدول ۶، مشاهده می شود که عامل سال، سبب بروز تغییرات معنی داری در میزان اسکوربیک اسید میوه (ویتامین C) شده به طوری که میانگین درصد اسکوربیک اسید از ۳۹/۵ در سال ۲۰۰۱، به ۳۷/۳ در سال ۲۰۰۲ کاهش یافته است. بررسی اثر تیمارها بر اسکوربیک اسید میوه در هر سال نیز نشان داد که نحوه کاهش یا افزایش اسکوربیک اسید بر اثر اعمال تیمارهای مختلف در هر دو سال آزمایش

جدول ۶- اثر تیمارهای مختلف بر وزن متوسط و pH میوه.

تیمارها	1	2	3	4	5	6	7	میانگین
Treatments→								Mean
سال	وزن متوسط میوه (گرم)							
Year	Fruit average weight (g)							
2001	144.0e [†]	143.8e	145.9d	141.3 f	153.1b	149.2c	155.1a	147.5B
2002	147.1e	146.8e	149.0d	144.4f	156.2b	152.3c	158.2a	150.6A
Mean	145.5E	145.3E	147.5D	142.8F	154.7B	150.8C	156.6A	
	درصد اسکوربیک اسید میوه							
	Fruit Ascorbic acid percentage							
2001	37.6cd	33.8e	38.3cd	37.5d	42.6b	40.6bc	46.2a	39.5A
2002	34.8cd	31.7e	36.2cd	35.4d	40.4b	38.5bc	44.0a	37.3B
Mean	36.2CD	32.8 D	37.3BCD	36.5CD	41.5AB	39.6BC	45.1A	

[†] Values followed by the same letter in each row, have no significant difference at 5% statistical level.

[†] اعدادی که در هر ردیف در یک حرف مشترک هستند، در سطح آماری ۵٪ اختلاف معنی دار ندارند.

به تقریب مشابه بود. در میانگینهای دوساله، بالاترین غلظت اسکوربیک اسید میوه (۴۵/۱٪) مربوط به تیمار ۷ یعنی مصرف ۵۰۰ گرم سولفات آهن به صورت چالکود همراه با محلول پاشی بود. تیمارهای ۵ و ۶ مقادیر کمتر و تیمارهای ۱ تا ۴ به طور مشترک پایین ترین میزان ویتامین C میوه را نشان می دهند. با توجه به

شکل ۱ و جدول ۶، روشن است که تیمارهایی که غلظت روی در آن ها بیشتر بوده، میزان اسکوربیک اسید بیشتری نیز نشان می دهند. روی به جهت نقش مهمی که در فعالیت آنزیم‌های مختلف گیاهی دارد، سبب تسهیل و افزایش ساخته‌شدن ترکیبات آلی می شود (۱۰). اثر عنصر روی بر افزایش میزان اسکوربیک اسید، در گیاهان دیگری از جمله سیب زمینی (۲۲) نیز گزارش شده‌است.

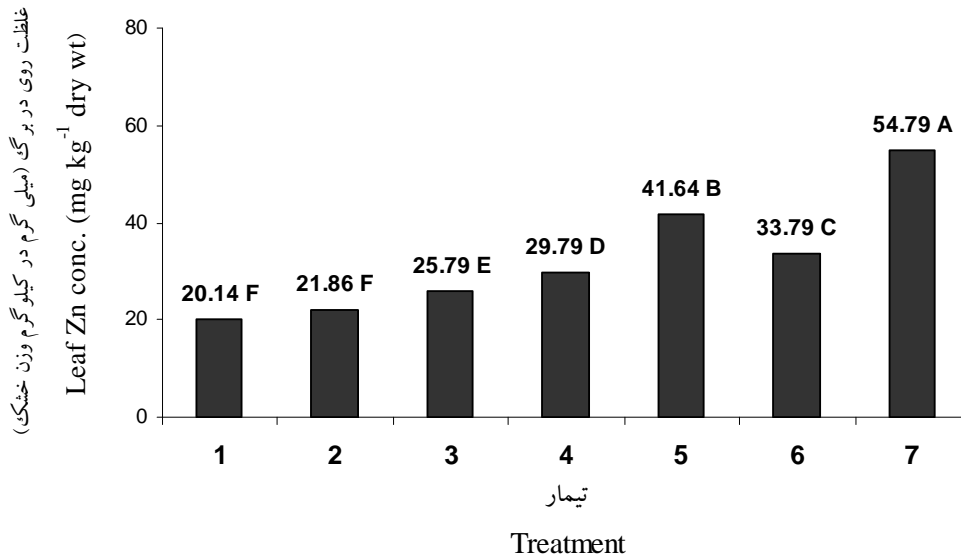


Fig.1. Zn concentration in Lisbon lemon leaves as affected by different treatments (means of two-years)

شکل ۱- تاثیر تیمارهای مختلف بر غلظت روی در برگ لیمو 'لیسبون' (میانگین های دوساله).

شاخص بریکس عبارت است از میزان مواد جامد محلول (TSS) در عصاره میوه، شامل مواد قندی و غیرقندی. این شاخص در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد با این توضیح که عدد ذکر شده به عنوان شاخص بریکس، بیانگر مجموع مواد جامد بوده و معمولاً غلظت تک تک این مواد به طور جداگانه اندازه‌گیری نمی‌شود. در این آزمایش دوساله، شاخص بریکس تحت تاثیر عامل سال قرار نگرفته بنابراین در جداول مقایسه میانگین‌ها به ذکر میانگین‌های دوساله بسنده شده است. مطابق جدول ۴، بالاترین میزان بریکس میوه با مصرف سولفات آهن به صورت چالکود و مصرف سطحی سکوسترین آهن (به ترتیب ۶/۷۲ و ۶/۵۹) اتفاق افتاده است. تیمارهای ۱، ۲، ۴ و ۷ نیز با یکدیگر تفاوت آماری قابل توجهی نداشته و مقادیر پایین‌تر بریکس را نشان می‌دهند. کمترین میزان بریکس میوه (۵/۶۱) در تیمار ۶ یعنی مصرف سطحی سولفات آهن همراه با محلول‌پاشی ملاحظه می‌شود. در مجموع، بریکس‌های بالاتر در تیمارهایی مشاهده می‌شود که غلظت برخی از عناصر غذایی ضروری نظیر آهن و روی نیز در آنها بالاتر است. عناصر غذایی یاد شده با تاثیر مثبت بر عمل فتوسنتز و ساخته‌شدن قندها باعث افزایش غلظت قند و افزایش شاخص بریکس میوه می‌شوند (۱۲، ۱۴). رسولی و ملکوتی (۵) 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 کرده است.

با توجه به داده‌های به دست آمده از پژوهش حاضر، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که تیمار ۷ یعنی مصرف ۵۰۰ گرم سولفات آهن برای هر درخت به روش چالکود، بیشترین افزایش را در عملکرد

محصول باعث شده، ضمن اینکه اثرات مطلوبی نیز بر بیشتر ترکیبات شیمیایی برگ و میوه به جای گذاشته است. برای مثال، در این تیمار اندازه میانگین هر عدد میوه و غلظت آهن، پتاسیم و روی در برگ افزایش نشان می دهد و این در حالی است که اگر محلول پاشی ۵ در هزار سولفات آهن را از این روش حذف کنیم (تیمار ۵)، بازهم نتایج حاصل رضایت بخش تر از تیمارهای دیگر خواهد بود. بعد از این دو تیمار، مناسب ترین روش، تیمار ۶ یعنی مصرف ۵۰۰ گرم سولفات آهن به صورت خاکدهی همراه با محلول پاشی ۵ در هزار سولفات آهن بوده است. هرچند در برخی موارد تیمار ۳ بهتر عمل کرده و در مواردی دیگر تیمار ۴، اما در مجموع می توان گفت که مصرف خاکی ۱۵۰ گرم سکوسترین آهن به ازاء هر درخت (تیمار ۳)، نتایج مثبت تری به دنبال داشته است. تیمارهای شاهد و عرف باغدار یعنی تیمارهای ۱ و ۲ نیز کمترین اثر مطلوب بر پاسخ های گیاهی اندازه گیری شده را نشان می دهند، هرچند در اغلب موارد، تیمار عرف باغدار، کمی بهتر از تیمار شاهد عمل کرده است.

REFERENCES

منابع

- ۱- امامی، ع. ۱۳۷۵. روش های تجزیه گیاه (جلد اول). نشریه فنی شماره ۹۸۲، موسسه تحقیقات خاک و آب.
- ۲- بی نام. ۱۳۸۵. آمارنامه کشاورزی. واحد آمار سازمان جهاد کشاورزی هرمزگان.
- ۳- بشارتی، ح.، ک. خاوازی و م.ج. ملکوتی. ۱۳۷۹. نقش باکتری های تیوباسیلوس در افزایش جذب عناصر غذایی در خاک های آهکی. نشریه فنی شماره ۱۷۶ موسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات مرکز نشر کشاورزی.
- ۴- خوئی، س. ۱۳۷۱. اصول تغذیه مرکبات. وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی. صفحه های ۱۳۲-۱۱۱.
- ۵- رسولی، م.ح. و م.ج. ملکوتی. ۱۳۷۸. ضرورت تامین ریزمغذی ها و کنترل بیماری ها از طریق تزریق در تنه درختان میوه. نشریه فنی شماره ۸۸. موسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات مرکز نشر کشاورزی.
- ۶- سالاردینی، ع. ا. ۱۳۷۱. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران. صفحه های ۲۰۱-۱۹۸.
- ۷- سمر، س.م. و م.ج. ملکوتی. ۱۳۷۹. روش های کاربردی برای مقابله با کمبود آهن در درختان میوه، قسمت دوم: چالکود. نشریه فنی شماره ۷۶ موسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات نشر آموزش کشاورزی.
- ۸- صالح، ج. و م.ج. ملکوتی. ۱۳۸۰. نقش مصرف بهینه کود در ارتقاء کمی و کیفی نارنگی های سیاهوی بندرعباس. نشریه فنی شماره ۲۲۵ موسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات نشر آموزش کشاورزی.
- ۹- صالح، ج. و م.ج. ملکوتی. ۱۳۸۴. جایگاه گوگرد در افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی. نشریه فنی شماره ۴۴۷ موسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات سنا.
- ۱۰- کافی، م.، م. لاهوتی، الف. زند، ح. ر. شریفی و م. گلدانی. ۱۳۸۶. فیزیولوژی گیاهی. (جلد اول)، ترجمه، شماره ۲۱۲، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. صفحه ۱۹۳.
- ۱۱- گندمکار، الف.، ع.م. دریاشناس و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۰. شناخت ناهنجاری های تغذیه ای مرکبات شمال خوزستان (دزفول) و ارائه راه حل های علمی کاربردی جهت افزایش کیفیت و عملکرد محصول. نشریه فنی شماره ۲۳۸ موسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات مرکز نشر کشاورزی.
- ۱۲- ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۸. نقش کودهای شیمیایی در کیفیت محصولات کشاورزی. نشریه فنی شماره ۸۶ موسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات مرکز نشر کشاورزی.

- ۱۳-ملکوئی، م.ج. و س.م. سمر. ۱۳۷۷. روش‌های کاربردی برای مقابله با کمبود آهن در درختان میوه (قسمت اول). انتشارات نشر آموزش کشاورزی.
- ۱۴-ملکوئی، م.ج. و م. شهابیان. ۱۳۷۷. مصرف بهینه کود برای افزایش عملکرد و بهبود کیفی مرکبات. نشریه فنی شماره ۳۹ موسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات نشر آموزش کشاورزی.
- ۱۵-ملکوئی، م.ج. و م. ن. غیبی. ۱۳۷۹. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی موثر در خاک، گیاه و میوه در راستای افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات استراتژیک کشور. انتشارات نشر آموزش کشاورزی.
16. Alva, A.K. and T.A. Obreza. 1998. By-product iron humate increases tree growth and fruit production of orange and grapefruit. HortScience 3:71-74.
17. Horesh, I., Y. Levy and E. E. Goldschmidt. 1991. Correction of lime-induced chlorosis in container-grown citrus trees by peat and iron sulphate applied to small soil volumes. Kluwel Academic Publishers.
18. Kalbasi, M. 1986. Local acidification of soil as a mean to alleviation iron chlorosis in quince orchards .J. Plant Nutr. 9:1001-1010.
19. Kalbasi, M., F. Filsoof and Y. Rezai-Nejad. 1988. Effect of sulfur treatment on yield and uptake of Fe, Zn and Mn by corn, sorghum and soybean. J. Plant Nutr. 11:1353-1360.
20. Mengel, K. 1994. Iron availability in plant tissues and iron chlorosis on calcareous soils. Plant Soil. 165:275-283.
21. Mengel, K. and E. A. Kirkby. 2001. Principles of Plant Nutrition. 5th Edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
22. Mondy, N. I., S. Chandra and C. B. Munshi. 1993. Zinc fertilization increases ascorbic acid and mineral contents of potatoes. J. Food Sci. 58:1375-1377.
23. Obreza, T.A., A.K. Alva and D.V. Calvert. 1993. Citrus fertilizer management on calcareous soils. Circular 1127, Soil and Water Science Department, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, U.S.A.
24. Wallace, A. and R. T .Mueller. 1987. Complete neutralization of a portion of calcareous soils as a mean of preventing iron chlorosis. Agron. J. 70:888-897.