تعیین عوامل محدودکننده عملکرد باغ‌های لیموترش هرمزگان با استفاده از روابط همبستگی و تجزیه علیت

یعقوب حسینی[۱]، جهانشاه صالح[۲] و مریم قریشی[۳]
[۱و۲] استادیار و [۳]کارشناس ارشد، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

چکیده

به منظور تعیین اثرات مستقیم و غیر مستقیم عوامل مؤثر بر عملکرد، سه منطقه مهم استان هرمزگان (از نظر باغ‌های لیموترش) بررسی و در هر منطقه ۲۰ باغ لیموترش انتخاب شدند. سپس عملکرد و برخی ویژگی‌های خاک در دو عمق، خصوصیات آب آبیاری و غلظت عناصر غذایی در برگ و برخی از پارامترهای کیفی میوه درختان لیموترش باغات انتخابی تعیین شدند. بررسی نتایج تجزیه علیت نشان داد که بیشترین تأثیر منفی غلظت کلر برگ بر عملکرد از نوع اثر مستقیم (حدود ۹۰ درصد) بود، درحالی‌که تأثیر مستقیم مجموع کلسیم و منیزیم آب آبیاری بر عملکرد زیر یک درصد بود. به‌طورکلی، بیشترین تأثیر منفی بر عملکرد لیموترش بواسطه رس خاک، غلظت بور در آب آبیاری و غلظت کلر برگ ایجاد شده بود که بخش عمده این تأثیرات به‌صورت مستقیم بودند؛ بنابراین توصیه می‌شود برای افزایش عملکرد راهکارهایی که به‌طور مستقیم اثرات مضر عوامل فوق را تعدیل می‌کنند، مدنظر قرار گیرند.

واژه های کلیدی: تجزیه علیت، تغذیه، عملکرد لیموترش، همبستگی، هرمزگان

مقدمه

مقدار میانگین عملکرد در هکتار لیموترش در باغ‌های کشور، در مقایسه با میانگین جهانی، اختلاف قابل ملاحظه‌ای دارد. عوامل متعددی می‌تواند در کمتر بودن میانگین عملکرد لیموترش استان هرمزگان نسبت به میانگین جهانی مؤثر باشند که از جمله آنها می‌توان به عوامل تغذیه نامتعادل اشاره کرد. این‌که کدام‌یک از عامل‌های تغذیه‌ای محدودیت بیشتری بر ای گیاه ایجاد می‌کند، می‌تواند در مدیریت و بهبود رشد گیاه و افزایش عملکرد و کمیت محصول خیلی مهم باشد. بنابراین، شناسایی عوامل مؤثر در رشد گیاه و عملکرد آن گام اول است. در بسیاری از موارد ممکن است عاملی به ظاهر نقش مهمی در رشد و عملکرد گیاه ایفا نماید اما ممکن است بخشی از نقش این عامل مربوط به عوامل دیگر باشد. به عبارت دیگر بخشی از اثر عامل گفته شده واقعی و مربوط به خود آن عامل است (اثر مستقیم) و بخش دیگر از طریق عوامل دیگر (اثر غیر مستقیم آن) بر رشد و عملکرد گیاه اعمال شده است. در صورتی که مسیر عامل‌های تأثیرگذار بر رشد و عملکرد گیاه مشخص باشد، می‌توان در مدیریت تغذیه‌ای گیاه متناسب با آن مسیر تأثیرگذاری بر رشد و عملکرد، به آن عامل توجه کرد و برنامه‌ریزی‌ها طوری انجام گیرد تا بهترین کیفیت و کمیت ممکن محصول حاصل گردد. به منظور جداسازی و تعیین "اثر مستقیم" یک عامل و "اثر غیر مستقیم آن"می‌توان از روش تحلیل مسیر (تجزیه علیت) استفاده کرد. تکنیک تجزیه علیت یکی از روش‌های بسیار مفید برای تجزیه همبستگی و پی بردن به اثرات مستقیم و غیر مستقیم محسوب می‌شود (توکلی، ۱۳۹۱). از آنجا که همبستگی ساده نمی‌تواند گویای روابط علت و معلول باشد، به منظور تفسیر جامع‌تر نتایج علاوه بر همبستگی ساده و رگرسیون مرحله‌ای از تجزیه علیت استفاده می‌شود (توانا و همکاران، ۱۳۹۵). در تجزیه علیت می‌توان به اطلاعات تکمیلی دست یافت که عموما در همبستگی‌های ساده مشاهده نمی‌شود (مرادی و همکاران، ۱۳۸۹). در آزمایشی بر روی چغندرقند ملاحظه گردید که تعداد بوته در کرت علاوه بر اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد ریشه، دارای اثر غیر مستقیم از طریق نیتروژن بر روی عملکرد ریشه بود. همچنین نشان داده شد که پتاسیم دارای اثر مستقیم و مثبت بر روی درصد قند سفید بود (عزیزپور

و شریفی، ۱۳۷۸). اثرات غیر مستقیم مثبت از طریق نیتروژن و سدیم و اثر غیر مستقیم و منفی از طریق ضریب استحصال اعمال شده بود. بررسی نتایج پژوهشی دیگر بر روی ژنوتیپ لوبیاهای معمولی حاکی از آن‌بود که تمامی متغیرهای مورد بررسی به جز تعداد دانه در غلاف و شاخص برداشت دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با درصد تثبیت نیتروژن بودند. نتایج تجزیه علیت نشان داد که سه صفت دارای اثرات مستقیم و مثبت قابل ملاحظه ای بر درصد تثبیت نیتروژن بودند. از این‌رو، صفات متغیرهای درصد نیتروژن اندام‌های هوائی، تعداد گره در بوته و عملکرد بیولوژیک به عنوان شاخص‌های انتخاب و در زمینه بهبود ژنتیکی درصد تثبیت نیتروژن توصیه شدند (گل‌پرور، ۱۳۸۹). در مطالعه‌ای بر روی برنج مشاهده گردید که بین عملکرد دانه با صفات مورد مطالعه (کاه و کلش، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع و ارتفاع بوته) همبستگی مثبت معنی‌داری وجود داشت و بیشترین اثر مستقیم به ترتیب مربوط به تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله بود. اگرچه ارتفاع بوته و وزن هزار دانه دارای ضریب همبستگی بالایی با عملکرد دانه هستند اما تجزیه علیت نشان داد که بخش عمده این مقادیر متأثر از تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله می‌باشد (توکلی، ۱۳۸۹). تجزیه علیت بیشتر برای تجزیه همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی و پی‌بردن به اثرات مستقیم و غیر مستقیم استفاده شده است. اما از آنجا که مصرف بهینه کود و رعایت نسبت مناسب بین عناصر غذایی در خاک و گیاه و همچنین اطلاع از پارامترهای منفی تأثیرگذار بر رشد و عملکرد گیاه، در افزایش کمّی و کیفی در محصولات کشاورزی اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد (ملکوتی و طباطبایی، ۱۳۷۸). لذا در این تحقیق به بررسی ضرایب همبستگی متغیرها و پارامترهای مؤثر بر عملکرد و نیز تعیین اثرات مستقیم و غیر مستقیم متغیرهای تغذیه‌ای از طریق تجزیه علت می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش ابتدا سه منطقه مهم استان (از نظر باغ‌های لیموترش) یعنی هشتبندی، میناب مرکزی و رودان بررسی و در هر منطقه ۲۰ باغ لیموترش (جمعا ۶۰ باغ لیموترش) انتخاب شدند. به‌این‌صورت‌که در هر منطقه با کمک ادارات مدیریت جهاد کشاورزی و همچنین مراکز خدمات جهادکشاورزی و سئوال از خود کشاورزان تا جایی که ممکن بود باغ‌های یکدستی از نظر عوامل مدیریتی، اندازه و سن درختان انتخاب گردد. همچنین انتخاب باغ‌ها به‌گونه‌ای بود که در هر منطقه باغ‌های گزینش شده نماینده باغ‌های منطقه باشد. نمونه‌برداری‌های مربوط به برگ، میوه و خاک انجام گرفت (ملکوتی و طباطبایی، ۱۳۷۸). نمونه‌بردرای خاک از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری از خاک پای هر درخت در انتهای سایه‌انداز درخت به صورت مرکب انجام گرفت. یک نمونه از آب مورد استفاده جهت آبیاری هر باغ نیز گرفته شد و به همراه دیگر نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد. متوسط عملکرد ۵ درخت انتخابی هر باغ نیز اندازه‌گیری شد. پارامترهایی که در دو عمق نمونه‌برداری شده خاک اندازه‌گیری شدند شامل: شوری، واکنش خاک (pH)، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، درصد رطوبت اشباع، کربنات کلسیم معادل، کربن آلی، درصد شن، لای (سیلت)، رس، غلظت یون‌ها و عناصر فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی، مس، بور، سدیم، کلرید، سولفات، بی‌کربنات و کربنات بودند (علی‌احیایی و بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۲). عناصری که در برگ اندازه‌گیری شدند نیز شامل موارد زیر بودند: نیتروژن، فسفر، پتاسیم، سدیم، کلر، بور، آهن، منگنز، روی، مس (علی‌احیایی، ۱۳۷۶). همچنین در آب آبیاری پارامترهای زیر اندازه‌گیری و تعیین شدند شوری، pH، بی‌کربنات، کربنات، کلرید، سولفات، بور، کلسیم، منیزیم، سدیم و نسبت جذب سدیم (SAR) (علی‌احیایی و بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۲). در میوه نیز صفات کیفی میوه شامل: pH، کل مواد جامد قابل حل (TSS)، درصد اسیدیته قابل نیتراسیون، درصد اسید اسکوربیک، متوسط قطر پوست میوه، متوسط وزن میوه، درصد پوست، درصد گوشت، درصد تفاله و درصد آب میوه اندازه‌گیری شدند. برای پی بردن به همبستگی بین پارامترهای اندازه‌گیری شده درخاک، آب آبیاری، برگ و میوه با میانگین عملکرد هر درخت در باغات، ضریب همبستگی پیرسون بین پارامترهای اندازه‌گیری شده و عملکرد محاسبه گردید. در ادامه با استفاده از تجزیه رگرسیون چند متغیره به روش گام به گام، پارامترهای مهم تأثیرگذار بر عملکرد مشخص گردیدند. از آنجا که ضرایب همبستگی به خودی خود گویای همه واقعیت‌ها نیست، لذا برای تفکیک اثرات مستقیم و غیرمستقیم از تجزیه علیت استفاده گردید. برای بررسی تجزیه علیت (اثر غیر مستقیم پارامترهای اندازه¬گیری شده) از روابط تعریف شده در مقاله توکلی

(۱۳۹۱) که روشی ساده در محاسبه اثر غیر مستقیم است، استفاده گردید. برای انجام محاسبات فوق از نرم‌افزار Excel و SPSS استفاده شد.

نتایج و بحث

ضریب همبستگی بین پارامترهای اندازه‌گیری شده در خاک در دو عمق، آب آبیاری، غلظت عناصر در برگ و همچنین ویژگی‌های کیفی میوه با عملکرد لیموترش محاسبه شد. از بین پارامترهای گفته شده، فقط رابطه تعدادی آز آنها با عملکرد معنی‌دار بودند که در جدول ۱ آورده شده‌اند. همان‌گونه که گفته شد ضرایب همبستگی به خودی خود گویای همه واقعیت‌ها نیست، لذا برای تفکیک اثرات مستقیم و غیرمستقیم از تجزیه علیت استفاده گردید. همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود اغلب پارامترهای این جدول دارای همبستگی منفی با عملکرد لیموترش بودند و حدود ۰/۳۴ از عملکرد لیموترش بوسیله پارامترهایی که در جدول ۲ آمده‌اند، تبین می‌شوند و بقیه عوامل تأثیرگذار بر عملکرد، عوامل دیگری هستند. از بین این پارامترها غلظت کلر در برگ بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد را داشت، به‌طوری‌که نزدیک به ۹۰ درصد اثر غلظت کلر برگ بر عملکرد مربوط به اثر مستقیم آن و فقط حدود ۱۰

جدول ۱- ضریب همبستگی بین پارامترهای اندازه‌گیری شده در خاک در دو عمق، آب آبیاری، غلظت عناصر در برگ و همچنین ویژگی‌های کیفی میوه با عملکرد لیموترش

	عملکرد	مقدار رس در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر	مقدار رس در عمق ۶۰-۰ سانتی‌متر	غلظت کلسیم + منیزیم در آب آبیاری	نسبت سدیم جذبی به کلسیم و منیزیم	غلظت کلر در برگ	غلظت بور در آبیاری	ضخامت پوست میوه
عملکرد	1	-0.28*	-0.30*	-0.32**	0.26*	-0.28*	-0.34**	0.27*
مقدار رس در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر		1	**0.69	0.00 ns	-0.24 ns	-0.22 ns	0.10 ns	-0.20 ns
مقدار رس در عمق ۶۰-۰سانتی‌متر			1	0.06 ns	0.04 ns	-0.04 ns	0.07 ns	-0.19 ns
غلظت کلسیم + منیزیم در آب آبیاری				1	-0.06 ns	**0.49	**0.72	-0.13 ns
نسبت سدیم جذبی به کلسیم و منیزیم					1	-0.04 ns	-0.06 ns	0.00 ns
غلظت کلر در برگ						1	*0.28	0.02 ns
غلظت بور در آبیاری							1	-o.19 ns
ضخامت پوست میوه								1

ns، * و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود رابطه معنی‌دار، رابطه معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و رابطه معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشند.

جدول ۲- جداسازی ضرایب همبستگی بین پارامترهای مؤثر اندازه‌گیری شده و عملکرد لیموترش به اثرات مستقیم و غیر مستقیم

ضرایب همبستگی (r) با عملکرد	اثر غیرمستقیم								اثر مستقیم (D)	
	ضخامت پوست (۷)	غلظت بور در آبیاری (۶)	غلظت کلر در برگ (۵)	نسبت سدیم جذبی به کلسیم و منیزیم (۴)	غلظت کلسیم + منیزیم در آب آبیاری (۳)	مقدار رس در عمق ۶۰-۰ سانتی‌متر (۲)	مقدار رس در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر (۱)			
-0.28*	-0.037	-0.003	0.055	-0.053	0.000	-0.138	-		-0.104	مقدار رس در عمق ۳۰-۰ سانتی-متر (۱)
-0.30*	-0.035	-0.014	0.010	0.009	0.000	-	-0.072		-0.199	مقدار رس در عمق ۶۰-۰ سانتی-متر (۲)
-0.32**	-0.024	-0.145	-0.124	-0.014	-	-0.012	0.000		-0.001	غلظت کلسیم + منیزیم در آب آبیاری (۳)
0.26*	0.001	0.011	0.011	-	0.000	-0.008	0.025		0.222	نسبت سدیم جذبی به کلسیم و منیزیم (۴)
-0.28*	0.004	-0.057	-	-0.010	-0.001	0.008	0.023		-0.250	غلظت کلر در برگ (۵)
-0.34**	-0.035	-	-0.071	-0.012	-0.001	-0.014	-0.001		-0.202	غلظت بور در آبیاری (۶)
0.27*	-	-0.006	0.038	0.001	0.000	0.038	0.021		0.182	ضخامت پوست میوه (۷)

اثر ات باقیمانده = ۰/۶۶ Residual effects = 0.66

درصد به اثرات غیر مستقیم مربوط بود. اگرچه ضریب همبستگی برخی از پارامترهای اندازه‌گیری شده با عملکرد لیموترش همچون غلظت بور در آب آبیاری و یا مجموع غلظت کلسیم و منیزیم در آب آبیاری، بیش از ضریب همبستگی غلظت کلر در برگ لیموترش با عملکرد لیموترش بودند، اما همان‌گونه که در جدول ۲ (جدول تجزیه علیت) مشاهده می‌شود بخش قابل-توجهی از این تأثیر، مربوط به اثرات غیرمستقیم و بواسطه پارامترهای دیگر است. برای مثال اگرچه بین مجموع غلظت کلسیم و منیزیم در آب آبیاری و عملکرد لیموترش ضریب همبستگی معنی‌داری وجود دارد اما تقریبا همه آن بواسطه عوامل دیگر می‌باشد؛ به طوری‌که فقط زیر یک درصد (۰/۳۱ درصد) آن مربوط به اثر مستقیم مجموع غلظت کلسیم و منیزیم در آب آبیاری است و بخش عمده آن مربوط به اثرات غیر مستقیمی است که بواسطه غلظت کلر در برگ لیموترش (۳۸/۷۵ درصد آن) و غلظت بور در آب آبیاری (۴۵/۳۱ درصد آن) ایجاد شده است. مقدار رس خاک هم در عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی-متری در رابطه با مقدار عملکرد لیموترش دارای ضریب همبستگی منفی بود. تأثیر منفی مقدار رس، بویژه اثر مستقیم آن، در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری بیش از مقدار رس در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری بود که احتمالا به دلیل تجمع ریشه درخت در عمق بیشتری از خاک نسبت به گیاه زراعی می‌باشد (میانگین درصد رس در دو عمق خیلی به‌هم نزدیک و حدود ۱۵ درصد بود). گفته شده است که مرکبات جزء گیاهان حساس به کمبود اکسیژن در خاک هستند و اختلال در تهویه مطلوب خاک می‌تواند رشد و عملکرد آن را تحت تاثیر قرار دهد (Erner et al., 1999). از طرف دیگر هر چه مقدار رس در خاک بیشتر باشد، سرعت تبادل هوا بین هوای خاک (هوای موجود در خلل و فرج خاک) و هوای بیرون از خاک (هوای موجود در اتمسفر بیرونی)، به-دلیل بالاتر رفتن درصد خلل و فرج ریز خاک، پایین‌تر خواهد بود و این امر بر تنفس ریشه درخت مرکبات و در نتیجه رشد و عملکرد درخت تأثیری منفی دارد. سهم اثر مستقیم رس بر عملکرد در عمق ۶۰-۳۰ نسبت عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک نزدیک به دو برابر بود (۶۶/۳۳ درصد در برابر ۳۷/۱۴ درصد)؛ که همان‌طور که قبلا گفته شد احتمالا به‌دلیل تجمع بیشتر ریشه درخت در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک می‌باشد. همچنین با در نظر گرفتن این موضوع که مقدار میانگین درصد رس در دو عمق نزدیک به هم بودند، در معرض هوا قرار داشتن عمق سطحی خاک و امکان تبادل بهتر هوا در آن نسبت به عمق زیر سطحی (عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک) می‌تواند از دیگر دلایل کمتر بودن اثر (منفی) مستقیم رس در بخش سطحی خاک نسبت به بخش زیر سطحی خاک باشد. نسبت سدیم جذبی به کلسیم و منیزیم (SAR) در آب آبیاری با عملکرد لیموترش دارای همبستگی مثبت معنی‌دار بود و سهم اثر مستقیم این پارامتر بر روی عملکرد لیموترش بیش از ۸۵ درصد مقدار ضریب همبستگی بود. از دلایل این امر می‌تواند به زیادی و تأثیر منفی اثر منیزیم بر گیاه مربوط باشد (زادصالحی و همکاران، ۱۳۹۰). یکی دیگر از پارامترهایی که بیشترین همبستگی منفی را با عملکرد لیموترش داشت، غلظت بور در آب آبیاری بود. بخش قابل ملاحظه‌ای از این تأثیر مربوط به اثر مستقیم غلظت بور در آب آبیاری بود (حدود ۶۰ درصد)؛ اما بخش عمده اثرات غیر مستقیم بواسطه تأثیری بود که از طریق غلظت کلر در برگ بر عملکرد ایجاد شده بود (حدود ۲۱ درصد). زیادی غلظت بور و همچنین کلر در برگ مرکبات سبب کلروزه شدن برگ و در صورت شدت زیاد آن سوختگی برگ را در پی دارد (Papadakis et al., 2004; Abu-Awwad, 2001). ضریب همبستگی بین ضخامت پوست میوه و عملکرد میوه لیموترش مثبت و معنی‌دار و برابر با ۰/۲۷ بود. نزدیک به ۷۰ درصد از این همبستگی ناشی از اثر مستقیم (ضخامت پوست میوه) است. بدیهی است با افزایش ضخامت پوست میوه وزن میوه و در نتیجه عملکرد کلی افزایش پیدا می‌کند.

منابع

توانا، ش.، ج. صبا و ف. شکاری. ۱۳۹۵. تجزیه همبستگی برخی صفات اگروفیزیولوژیک و تعداد دستجات آوند چوبی با عملکرد دانه کندم نان تحت شرایط دیم. تنش‌های محیطی در علم زراعی، جلد ۹، شماره ۲، صفحه‌های ۹۹-۱۰۸.

توکلی، ع. ر. ۱۳۹۱. بررسی ضرایب همبستگی صفات، تجزیه علیت و شاخص‌های تحمل به خشکی در گندم تحت شرایط کم-آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۱۰، شماره ۱، صفحه‌های ۱۹۸-۲۰۶.

زادصالحی، ف.، و. مظفری، ا. تاج‌آبادی‌پور و ح. حکم‌آبادی. ۱۳۹۰. تأثیر متقابل سدیم و منیزیم بر برخی خصوصیات رشدی و میزان کلروفیل پسته در محیط پرلیت. علوم و فنون کشت های گلخانه ای، جلد ۲، شماره ۶، صفحه‌های ۲۳-۴۳.

عزیزپور، م. ح. و ح. شریفی. ۱۳۷۸. تجزیه علیت روی صفات کمیو کیفی بیماری گال زگیلی در چغندر. چکیده مقالات دهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
http://www.civilica.com/Paper-NABATAT10-NABATAT10_285.html

علی احیایی، م. ۱۳۷۶. شرح روش های تجزیه شیمیایی گیاه (جلد دوم). نشریه شماره ۱۰۲۴، موسسه تحقیقات خاک وآب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت کشاورزی، تهران، ایران.

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

گل‌پرور، ا. ر. ۱۳۸۹. تجزیه همبستگی و علیت تثبیت بیولوژیکی نیتروژن در ژنوتیپ‌های لوبیای معمولی. صفحه‌های ۲۱۹ تا ۲۲۲. چهارمین همایش منطقه‌ای ایده‌های نو در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان.

مرادی، م.، م. سلطانی حویزه و م. معتمدی. ۱۳۸۹. تجزیه علیت عملکرد دانه و صفات وابسته در برخی ارقام گندم. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد ۲ ، شماره۲، صفحه‌های ۱۰۱-۱۱۱.

ملکوتی، م. ج. و س. ج. طباطبایی. ۱۳۷۸. تغذیه صحیح درختان میوه. نشر آموزش کشاورزی. معاونت آموزش و تجهیزات نیروی انسانی، سازمان تات، کرج، ایران.

Erner Y., Cohen A. and Magen H. 1999. Fertilizing for High Yield Citrus. International Potash Institute (IPI), Basel, Switzerlan.

Papadakis, I. E., Dimassi K. N., Bosabalidis A. M., Therios I. N., Patakas A. and Giannakoula A. 2004. Effects of B excess on some physiological and anatomical parameters of 'Navelina' orange plants grafted on two rootstocks. Environmental and Experimental Botany, 51: 247–257.

Abu-Awwad, A. M. 2001. Influence of different water quantities and qualities on lemon tree and soil salt distribution at Jordan valley. Agricultural Water Management, 52: 53-71.

Determination of yield limiting factors in Hormozgan sour lime orchards using correlation and path analysis

Abstract

To determine the direct and indirect effects of factors affecting yield, the three major regions of the province (in terms of lemon gardens) reviews and in each region 20 lime orchards were selected. Then yield, most soil properties at two depths, irrigation water characteristics and nutrient concentration in leaves and some fruit quality parameters of lemon trees were determined. The result of path analysis showed that leaf chlorine concentration had the highest direct effect on the yield (90 %), while a direct impact of total calcium and magnesium was below one percent on the yield. Generally, most negative effect on yield was by clay, water boron concentrations and leaf chlorine concentration that the significant portion of these effects was directly. So it is recommended in order to increase yield that solutions be considered that directly mitigate the harmful factors.

Key words: Correlation, Hormozgan, Nutrition, Path analysis, Sour lime yield