

ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای باغ‌های لیموترش هرمزگان با استفاده از روابط همبستگی و تجزیه علیت

یعقوب حسینی^{۱*}، جهان‌شاه صالح^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۰۵)

چکیده

میانگین عملکرد لیموترش در باغ‌های لیموترش کشور، در مقایسه با میانگین جهانی، فاصله قابل ملاحظه‌ای دارد. به‌طور کلی، عوامل محیطی به‌ویژه عوامل خاکی و تغذیه‌ای نقشی تعیین‌کننده در عملکرد محصول و رشد گیاه دارند. این‌که کدامیک از عامل‌های مذکور محدودیت بیشتری برای گیاه ایجاد می‌کند، می‌تواند در مدیریت محصول و بهبود کیفیت آن خیلی مهم باشد. به منظور آگاهی از وضعیت تغذیه‌ای باغ‌های لیموترش در هرمزگان و تعیین اثرات مستقیم و غیر مستقیم عوامل مؤثر بر عملکرد، سه منطقه مهم استان (از نظر باغ‌های لیموترش) یعنی هشتبندی، میناب مرکزی و رودان انتخاب و در هر منطقه ۲۰ باغ لیموترش (جمعاً ۶۰ باغ لیموترش) انتخاب شدند. سپس عملکرد و برخی ویژگی‌های خاک در دو عمق، کیفیت و ویژگی‌های آب آبیاری، غلظت عناصر غذایی در برگ و برخی از پارامترهای کیفی میوه تعیین شدند. بررسی و تحلیل داده‌ها نشان داد که به‌طور کلی، در اغلب باغات مورد مطالعه از نظر غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ کمبودی وجود نداشت، درحالی که زیادی عناصر کلر و بور در اغلب باغات سبب زردی و در برخی موارد سوختگی حاشیه برگ شده بود. بررسی نتایج روابط همبستگی نشان داد که اغلب ویژگی‌هایی که با عملکرد دارای همبستگی معنی‌دار بودند (مانند مقدار رس، غلظت کلر و بور برگ)، همبستگی آن‌ها منفی بود. 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. به‌طور کلی، بیشترین تأثیر منفی بر عملکرد لیموترش به‌واسطه 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.

واژه‌های کلیدی: اثرات مستقیم، عناصر غذایی، عملکرد لیموترش، هرمزگان

حسینی ی.، صالح ج. ۱۳۹۸. ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای باغ‌های لیموترش هرمزگان با استفاده از روابط همبستگی و تجزیه علیت. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۷ شماره ۲. ص: ۴۴-۵۵

۱ - استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران (مکاتبه کننده)

۲ - استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

*پست الکترونیک: yaaghoob.hosseini@yahoo.com

مقدمه

میانگین عملکرد لیموترش در باغ‌های کشور، در مقایسه با میانگین جهانی، فاصله قابل ملاحظه‌ای دارد. بدیهی است تحت شرایط کاملاً مساعد مقدار تولید این گیاه، مانند هر گیاه دیگر، می‌تواند در حد بهینه و یا در حدی نزدیک به آن باشد (Menino, 2012). عوامل متعددی می‌تواند در کمتر بودن میانگین عملکرد لیموترش استان هرمزگان نسبت به میانگین جهانی مؤثر باشند که از جمله آن‌ها می‌توان به عواملی همچون آهکی بودن و pH بالای خاک‌ها، کمبود و یا بیش‌بود برخی از عناصر غذایی و به‌عبارت دیگر تغذیه نامتعادل اشاره کرد (Hosseini, 2017). این‌که کدام‌یک از عامل‌ها محدودیت بیشتری برای گیاه ایجاد می‌کند، می‌تواند در مدیریت و بهبود رشد گیاه و افزایش 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 به‌ظاهر نقش مهمی در رشد و عملکرد گیاه ایفا نماید اما ممکن است بخشی از نقش این عامل مربوط به عوامل دیگر باشد. به‌عبارت 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 صورتی‌که مسیر عامل‌های تأثیرگذار بر رشد و عملکرد گیاه مشخص باشد، می‌توان در مدیریت تغذیه-ای گیاه متناسب با آن مسیر تأثیرگذاری بر رشد و عملکرد، به آن عامل توجه کرد و برنامه‌ریزی‌ها طوری انجام گیرد تا مناسب‌ترین کیفیت و کمیت ممکن محصول حاصل گردد. به‌منظور 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 پی‌بردن به اثرات مستقیم و غیر مستقیم محسوب می‌شود (Tavakoli, 2012). تجزیه علیت از روش‌های مطالعه اصل علیت در میان مجموعه‌ای از متغیرهاست. هنگام استناد به مفهوم علیت، بایستی پاره‌ای از متغیرها را به‌عنوان علت و بعضی را به‌عنوان معلول در نظر گرفت (Farshad Far, 1986; Footoohi *et al.*, 2010). از آنجایی‌که همبستگی ساده نمی‌تواند گویای روابط علت و معلول باشد، به‌منظور تفسیر جامع-

تر نتایج علاوه بر همبستگی ساده و رگرسیون مرحله‌ای از تجزیه علیت استفاده می‌شود (Tavana *et al.*, 2016). در تجزیه علیت می‌توان به اطلاعات تکمیلی دست یافت که عموماً در همبستگی‌های ساده مشاهده نمی‌شود (Moradi *et al.*, 2009). این روش اجازه می‌دهد که اثر مستقیم هر متغیر از اثر غیرمستقیم، تفکیک شود (Moradi *et al.*, 2009). تجزیه علیت بیشتر برای تجزیه همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی و پی‌بردن به اثرات مستقیم و غیر مستقیم استفاده شده است. در آزمایشی (Azizpoor & Sharifi, 2007) بر روی چغندر قند ملاحظه گردید که تعداد بوته در کرت علاوه بر اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد ریشه، همچنین 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. اثرات غیر مستقیم مثبت از طریق نیتروژن و سدیم و اثر غیر مستقیم و منفی از طریق ضریب استحصال اعمال شده بود. در پژوهشی دیگر (Soghani *et al.*, 2009) مشاهده گردید که متغیر تعداد دانه در بوته دارای بیشترین همبستگی مثبت با عملکرد دانه بود ضمناً اولین صفتی بود که وارد مدل رگرسیونی شد. پس از صفت تعداد دانه در بوته، صفات وزن صد دانه و عملکرد بیولوژیکی بیشترین تأثیر مستقیم را با عملکرد دانه داشتند که این نتایج با نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام کاملاً منطبق بود. صفات وزن غلاف، شاخص سطح برگ و طول غلاف علیرغم همبستگی مثبت و معنی‌داری که با عملکرد دانه داشتند در تجزیه علیت با مقادیر جزئی و یا ضرایب منفی وارد شدند که این نشان‌دهنده این است که نتایج همبستگی ساده به تنهایی نمی‌تواند بیانگر روابط بین صفات مؤثر در عملکرد باشد. در نتیجه در انتخاب صفات مؤثر در عملکرد بایستی این‌گونه صفات که روابط واقعی با عملکرد ندارند حذف گردند. صفت تعداد دانه در بوته از طریق صفت عملکرد بیولوژیکی بیشترین تأثیر غیر مستقیم و مثبت را بر عملکرد داشت و اثرات غیر مستقیم این صفت از طریق سایر صفات اندک بود. صفت عملکرد بیولوژیکی بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه به صورت غیر مستقیم از طریق صفت تعداد دانه در گیاه بروز داد. صفت وزن صد دانه دارای اثرات غیر مستقیم بسیار جزئی با عملکرد دانه بودند (Soghani *et al.*, 2009). بررسی نتایج

برای همه اجزاء نتواند به عنوان عاملی در افزایش عملکرد سودمند باشد. افزایش یک جزء معمولاً کاهش در برخی اجزاء دیگر را به دنبال دارد مثلاً ژنوتیپ‌های با قدرت پنجه‌دهی بالا معمولاً اجزاء مورفولوژیک (ارتفاع بوته یا طول خوشه) کوچکتری دارند (Mohammadinia *et al.*, 2012). در آزمایش محمدی و همکاران (Mohammadi *et al.*, 2007)، نتایج تجزیه علیت نشان داد که صفت وزن غلاف در بوته بیشترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد را تحت هر دو شرایط آبیاری داشت. بدین معنی که در شرایط نرمال آبیاری برای بالا بردن عملکرد دانه بهتر است ارقامی را انتخاب کرد که وزن غلاف بیشتری داشته باشند. همچنین نتایج نشان دادند که ارقام با زمان گلدهی طولانی به دلیل فرصت بیشتر در تشکیل گل و دانه‌بندی بذور عملکرد بیشتری خواهند داشت. در شرایط تنش خشکی دومین صفت تاثیرگذار، صفت کمی تعداد دانه در غلاف بود، یعنی در شرایط تنش آبی هر چه میانگین تعداد دانه در غلاف بیشتر باشد کاهش عملکرد دانه ناشی از استرس خشکی را جبران می‌کند و بهتر است در مناطق با مشکل کم‌آبی ارقام پر دانه را انتخاب کرد تا با کمترین کاهش عملکرد مواجه شویم (Mohammadi *et al.*, 2007). در آزمایش دیگر براساس نتایج تجزیه علیت، صفت تعداد دانه در سنبله بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشت. اثر مستقیم وزن هزار دانه بر عملکرد تا حدودی به دلیل اثر غیرمستقیم و منفی تعداد دانه در سنبله کمتر بود (Neyestani *et al.*, 2004). مصرف بهینه کود و رعایت نسبت مناسب بین عناصر غذایی در خاک و گیاه و همچنین اطلاع از پارامترهای منفی تاثیرگذار بر رشد و عملکرد گیاه، در افزایش کمی و کیفی در محصولات کشاورزی اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد (Malakuti & Tabatabaei, 1999).

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش ابتدا سه منطقه مهم استان (از نظر باغ‌های لیموترش) یعنی هشتمندی، میناب مرکزی و رودان بررسی و در هر منطقه ۲۰ باغ لیموترش (جمعا ۶۰ باغ لیموترش) انتخاب شدند. به این صورت که در هر منطقه باغ‌های نسبتاً یکدستی از نظر عوامل مدیریتی، اندازه و سن درختان انتخاب گردیدند. همچنین انتخاب

پژوهشی دیگر (Golparvar, 2009) بر روی ژنوتیپ لوبیاهای معمولی حاکی از آن بود که تمامی متغیرهای مورد بررسی به جز تعداد دانه در غلاف و شاخص برداشت دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با درصد تثبیت نیتروژن بودند. تجزیه رگرسیون گام به گام صفت درصد تثبیت نیتروژن به عنوان متغیر وابسته و سایر متغیرها به عنوان متغیرهای مستقل نشان داد که متغیرهای درصد نیتروژن اندام‌های هوایی، تعداد گره در بوته و عملکرد بیولوژیک بیشترین تغییرات درصد تثبیت نیتروژن را توجیه نمودند. نتایج تجزیه علیت نشان داد که هر سه صفت دارای اثرات مستقیم و مثبت قابل ملاحظه‌ای بر درصد تثبیت نیتروژن بودند. از این رو، صفات متغیرهای درصد نیتروژن اندام‌های هوایی، تعداد گره در بوته و عملکرد بیولوژیک به عنوان شاخص‌های انتخاب در زمینه بهبود ژنتیکی درصد تثبیت نیتروژن توصیه شدند. در مطالعه‌ای بر روی برنج (Tavakoli, 2012) مشاهده گردید که بین عملکرد دانه با صفات مورد مطالعه (کاه و کلس، 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 (Tavakoli, 2012). امین‌پناه و شریفی (Aminpanah & Sharifi, 2013) در تحقیق خود نتیجه گرفتند که مجموع نتایج تجزیه رگرسیون و علیت حاکی از تأثیر مثبت صفات شاخص توانایی تحمل برنج، وزن هزار دانه، تعداد پنجه بارور، تعداد کل دانه در خوشه و شاخص رقابت به عنوان متغیرهای رتبه اول و صفات سطح ویژه برگ در ۲۵ روز پس از نشاکاری، طول خوشه، درصد دانه پر در خوشه و سطح ویژه برگ در زمان خوشه‌دهی به عنوان متغیرهای رتبه دوم بر عملکرد دانه بود و در نتیجه امکان بهبود عملکرد دانه با استفاده از متغیرهای فوق وجود داشت (Aminpanah & Sharifi, 2013). اگرچه بین عملکرد و اجزای آن همبستگی مثبت وجود دارد اما وجود همبستگی‌های منفی بین اجزاء عملکرد باعث شده است که گزینش

کدورت‌سنجی با استفاده از کلرید باریم)، بور (در مجاورت آزو متین H و در طول موج ۴۱۰ نانومتر و با دستگاه اسپکتوفتومتر)، کلسیم (با روش تیتراسیون در مجاورت بافر آمونیاکی و سود و پودر موراکسید)، منیزیم (با روش تیتراسیون در مجاورت بافر آمونیاکی)، سدیم (با دستگاه فلیم‌فتومتر) و نسبت جذب سدیم (SAR). در میوه نیز صفات کیفی میوه شامل: pH (با استفاده از pH متر)، کل مواد جامد قابل حل (TSS) (به روش رفاکتومتری)، درصد اسیدیته قابل نیتراسیون (ده میلی‌لیتر از آب میوه لیموترش با صدمیلی لیتر آب مقطر رقیق و در مجاورت شناساگر فنل فتالین با سود یک-دهم نرمال تا ظهور رنگ صورتی کم‌رنگ تیترا شد. سپس درصد اسیدیته برحسب اسید سیتریک محاسبه شد)، درصد اسید اسکوربیک (به روش ۶۰۲ دی کلرو فنل ایندول)، متوسط قطر پوست میوه، متوسط وزن میوه، درصد پوست، درصد گوشت، درصد تفاله و درصد آب میوه اندازه‌گیری شدند (Shiri et al., 2015).

برای پی بردن به همبستگی بین هر کدام از پارامترهای اندازه‌گیری شده در خاک، آب آبیاری، برگ و میوه با میانگین عملکرد، ضریب همبستگی پیرسون بین پارامترهای اندازه‌گیری شده و عملکرد تعیین گردید. در مرحله بعد میانگین عملکرد به‌عنوان صفت یا متغیر وابسته در نظر گرفته شد. در ادامه برای بررسی اثرات نسبی موجود در بین پارامترهای اندازه‌گیری شده در خاک، آب آبیاری، برگ و میوه به‌عنوان متغیرهای مستقل با عملکرد به‌عنوان متغیر وابسته از تجزیه رگرسیون چند متغیره به روش گام به گام استفاده شد و 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 اندازه‌گیری-شده) از روابط تعریف شده در جدول ۱، که روشی ساده در محاسبه اثر غیر مستقیم است، استفاده گردید (Tavakoli, 2012). برای انجام محاسبات از نرم‌افزارهای Excel و SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد.

باغ‌ها به‌گونه‌ای بود که در هر منطقه باغ‌های گزینش شده نماینده باغ‌های منطقه باشد. سپس در هر باغ از ۵ اصله درخت، نمونه‌برداری خاک از دو عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری از خاک پای هر درخت در انتهای سایه‌انداز انجام گرفت. نمونه‌های خاک مربوط به ۵ عدد درخت برای هر یک از عمق‌های مشابه نمونه‌برداری شده، باهم مخلوط شدند و یک نمونه مرکب یک کیلوگرمی برداشته شد (نمونه‌برداری‌ها با کمک اوگر انجام گرفت). نمونه‌برداری برگ مطابق روش استاندارد (Malakuti & Tabatabaei, 1999) انجام گرفت. به این ترتیب که یک نمونه شامل ۵۰ عدد برگ بود و از هر یک از ۵ درخت یک باغ ۱۰ عدد برگ چهار تا شش ماهه نمونه‌برداری شد. برگ‌ها از وسط شاخه غیربارور مربوط به فصل رشد جاری برداشت شدند. از هر شاخه فقط دو عدد برگ چیده شد. نمونه‌برداری از برگ‌هایی که در ارتفاع ۲-۱/۵ متری از سطح زمین و دورتادور درخت قرار داشتند انجام گرفت. یک نمونه از آب مورد استفاده جهت آبیاری هر باغ نیز گرفته شد و به همراه دیگر نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد. عملکرد هر ۵ درخت انتخابی هر باغ اندازه‌گیری شد و متوسط آنها به عنوان عملکرد یک درخت از آن باغ در نظر گرفته شد. یک نمونه یک کیلوگرمی از میوه نیز گرفته شد و جهت انجام آزمایشات کیفی میوه به آزمایشگاه ارسال گردید. 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 عناصر غذایی فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی، مس، بور، سدیم، کلرید، سولفات، بی‌کربنات و کربنات بودند (Ali Ehyaei & Behbahanizadeh, 1993). عناصری که در برگ اندازه‌گیری شدند (Ali Ehyaei, 1997) نیز شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، سدیم، کلر، بور، آهن، منگنز، روی، مس بودند. همچنین در آب آبیاری پارامترهای زیر اندازه‌گیری و تعیین شدند (Ali Ehyaei & Behbahanizadeh, 1993): شوری (با EC متر)، pH (با pH متر)، بی‌کربنات و کربنات (با روش تیتراسیون با اسید سولفوریک در مجاورت معرف فنل‌فتالین و متیل-اورانژ)، کلرید (با دستگاه کلرسنج)، سولفات (با روش

جدول ۱- روش ساده محاسبه بخش غیر مستقیم (اثر غیر مستقیم) ضرایب همبستگی پارامترهای موردنظر با عملکرد

Table 1. Simple methods to calculate indirect part (indirect effects) correlation coefficients among the parameters and yield

Direct effects	Indirect effects							Correlation coefficients (r) with yield
	1	2	3	4	5	6	7	
D1	-	D2 × r21	D3 × r31	D4 × r41	D5 × r51	D6 × r61	D7 × r71	r ₁
D2	D1 × r12	-	D3 × r32	D4 × r42	D5 × r52	D6 × r62	D7 × r72	r ₂
D3	D1 × r13	D2 × r23	-	D4 × r43	D5 × r53	D6 × r63	D7 × r73	r ₃
D4	D1 × r14	D2 × r24	D3 × r34	-	D5 × r54	D6 × r64	D7 × r74	r ₄
D5	D1 × r15	D2 × r25	D3 × r35	D4 × r45	-	D6 × r65	D7 × r75	r ₅
D6	D1 × r16	D2 × r26	D3 × r36	D4 × r46	D5 × r56	-	D7 × r76	r ₆
D7	D1 × r17	D2 × r27	D3 × r37	D4 × r47	D5 × r57	D6 × r67	-	r ₇

جدول ۲- غلظت مرجع عناصر غذایی در برگ های روی شاخه بدون میوه از فلش های بهاره (با سن ۴ تا ۶ ماه) در درختان مرکبات بالغ

Table 2. Reference values for leaf nutrients concentration, in nonfruiting shoot leaves, from the spring flushes (4 - 6 month old), for mature citrus trees

nutrients concentration	Deficiency	Low	Optimum	High	Excess
N (%)	2.2<	2.2-2.4	2.5-2.7	2.8-3.0	3.0>
P (%)	0.09<	0.09-0.11	0.12-0.16	0.17-0.3	0.3>
K (%)	0.07<	0.07-1.1	1.2-1.7	1.8-2.4	2.4>
Cl (%)	-	-	0.2<	0.3-0.5	0.7>
B (mg kg ⁻¹)	20<	20-35	36-100	101-200	200>
Fe (mg kg ⁻¹)	35<	35-59	60-120	121-200	200>
Mn (mg kg ⁻¹)	17<	17-24	25-100	101-300	300>
Zn (mg kg ⁻¹)	17<	17-24	25-100	101-300	300>
Cu (mg kg ⁻¹)	3<	3-4	5-16	17-20	20>

Adapted from Menino (2012) and Emer *et al.* (1999)

نتایج و بحث

غلظت عناصر غذایی در برگ

برای بررسی و ارزیابی غلظت عناصر غذایی در برگ لیموترش از جدول ۲ (Menino, 2012) و ارنر و همکاران (Erner *et al*, 1999) استفاده گردید.

غلظت نیتروژن

میانگین غلظت نیتروژن در باغات لیموترش میناب، رودان و هشتبندی به ترتیب ۲/۸، ۲/۹ و ۲/۹ درصد بود که در دامنه غلظت بالاتر از حد مطلوب قرار داشتند (در باغات میناب، ۱۰٪، باغات در دامنه کمبود نیتروژن و ۱۰٪ نیز در دامنه غلظت پایین نیتروژن، ۲۰٪ در دامنه حد مطلوب غلظت نیتروژن برگ، ۵۰ درصد در حد غلظت بالای نیتروژن و ۱۰٪ در دامنه زیادی غلظت نیتروژن برگ قرار داشتند. در باغات رودان: ۴۰٪ باغات در دامنه مطلوب از نظر غلظت نیتروژن، ۴۰٪ باغات در دامنه غلظت بالای نیتروژن و ۲۰٪ باغات در دامنه زیادی غلظت نیتروژن برگ قرار داشتند. در باغات هشتبندی ۱۰٪ در دامنه کمبود نیتروژن، ۱۰٪ در دامنه حد پایین نیتروژن، ۱۰٪ در دامنه مطلوب غلظت نیتروژن برگ، ۴۰٪ در دامنه غلظت بالای نیتروژن و ۳۰٪ در دامنه غلظت زیادی نیتروژن قرار داشتند. بنابراین از مقایسه غلظت عنصر نیتروژن برگ با جدول ۱ به نظر می‌رسد بااستثناء بخش اندکی از باغات منطقه، بقیه باغات از نظر کمبود نیتروژن مشکلی نداشتند.

غلظت فسفر برگ

میانگین غلظت فسفر برگ در سه منطقه میناب، رودان و هشتبندی به ترتیب ۰/۴۵، ۰/۳ و ۰/۴۴ درصد بود. با مقایسه این میانگین‌ها با جدول استاندارد (جدول ۲) مشاهده گردید که میانگین فسفر در این سه منطقه در دامنه زیادی فسفر قرار دارد و این درختان از زیادی فسفر رنج می‌برند و هیچ کدام از باغات کمبودی از نظر فسفر در برگ نداشتند.

غلظت پتاسیم برگ

میانگین غلظت پتاسیم برگ در باغات لیموترش میناب، رودان و هشتبندی به ترتیب ۲/۰۳، ۱/۵۲ و ۱/۶۶ درصد بود. با توجه به جدول ۲ میانگین غلظت پتاسیم برگ لیموترش در باغات میناب در دامنه بالا و غلظت پتاسیم در باغات رودان و هشتبندی در دامنه مطلوب قرار دارد.

پراکنندگی میزان پتاسیم برگ در این سه منطقه به قرار زیر بود: در منطقه میناب در ۲۰٪ باغات لیموترش غلظت پتاسیم برگ در دامنه مطلوب، ۵۰٪ در دامنه بالای غلظت پتاسیم، ۳۰٪ در دامنه زیادی غلظت پتاسیم بود. در شهرستان رودان در ۹۰٪ باغات غلظت پتاسیم برگ در دامنه مطلوب و در ۱۰٪ باغات در دامنه بالای غلظت پتاسیم قرار داشت. در منطقه هشتبندی ۷۰٪ باغات غلظت پتاسیم برگ آنها در دامنه مطلوب و ۳۰٪ باغات دارای غلظت پتاسیم برگ در دامنه بالای غلظت پتاسیم قرار داشتند.

غلظت کلر برگ

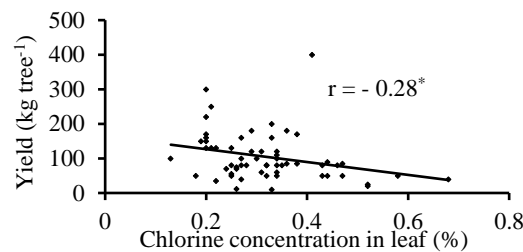
میانگین غلظت کلر برگ در میناب، رودان و هشتبندی به ترتیب ۰/۳۰، ۰/۳۴ و ۰/۳۴ درصد بود. با مقایسه این میانگین‌ها با جدول ۲ روشن می‌شود که غلظت کلر در برگ درختان لیموترش در حد بالایی قرار دارد و بایستی به زیر ۰/۲ درصد تنزل نماید. غلظت کلر در ۴۰٪ باغات میناب در حد مطلوب، در ۶۰٪ باغات در حد بالا قرار داشت. در شهرستان رودان و منطقه هشتبندی ۳۰٪ باغات غلظت کلر برگ آنها در حد مطلوب و ۷۰٪ در حد بالا قرار داشتند.

غلظت بور برگ

میانگین غلظت این عنصر در سه منطقه میناب، رودان و هشتبندی به ترتیب ۲۴۵/۸۷، ۲۸۳/۷۱ و ۱۸۷/۴۷ میلی‌گرم در کیلوگرم برگ بود. با توجه به جدول استاندارد (جدول ۲) غلظت بور در میناب و رودان در حد زیاد بود قرار داشت و در منطقه هشتبندی در محدوده بالا تعریف می‌شود. بنابراین هر سه منطقه با زیادی میزان بور برگ مواجه می‌باشد که باعث ایجاد صدماتی به درخت می‌شود. از نظر پراکنندگی نیز در میناب ۵۰٪ باغات با زیادی بور برگ مواجه‌اند، ۳۰٪ با کمبود بور مواجه‌اند (زیر ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم برگ بور دارند) و ۲۰٪ بقیه هم در دامنه بالای غلظت بور قرار داشتند. برای منطقه رودان ۹۰٪ باغات در محدوده زیادبود شدید بور، ۱۰٪ باغات در دامنه غلظت بالای بور بودند. در هشتبندی: ۴۰٪ باغات در محدوده مطلوب غلظت بور، ۳۰٪ در دامنه زیادبود و ۱۰٪ نیز دارای غلظت بالای بور بودند. علت زیادی غلظت این عناصر (کلر و بور) در درخت لیموترش، احتمالاً، به

رودان و هشتبندی به ترتیب ۱/۴۴، ۱/۴۱ و ۱/۴۱ بود که تقریباً نزدیک به سه برابر آستانه سمیت می‌باشد و تقریباً در همه باغ‌های نمونه‌برداری شده مقدار بور خاک بیش از آستانه سمیت بور بود. میانگین غلظت کلر در محلول خاک برای سه منطقه میناب، رودان و هشتبندی به ترتیب ۵/۷۲، ۶/۵۵ و ۶/۳۵ اکی‌والان در لیتر به دست آمد که با افزایش عمق هم تغییر چندانی نداشت. با توجه به تأثیر منفی یون کلر بر عملکرد (شکل ۱) پیشنهاد می‌شود در آستانه سمیت یون کلرید که در حال حاضر جهت لیموترش استفاده می‌شود و مقدار آن ۱۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر در عصاره اشباع خاک در نظر گرفته شده است (Abtahi, 1992) بازنگری صورت گیرد.

کیفیت پایین آب‌های آبیاری منطقه برمی‌گردد که دارای درجات مختلف شوری هستند و عناصر بور و کلر از عناصر تشکیل‌دهنده شوری این آب‌ها هستند. برای مثال، میانگین غلظت بور در آب آبیاری برای سه منطقه میناب، رودان و هشتبندی به ترتیب ۰/۸۲۷، ۰/۵۰۷ و ۰/۷۴۶ میلی‌گرم در لیتر آب آبیاری بود. با توجه به آستانه تحمل بور برای لیموترش که ۰/۳ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد (Abtahi, 1992)، مقادیر بور در آب آبیاری خیلی بیشتر از آستانه تحمل لیموترش می‌باشد و تأثیر منفی بر عملکرد می‌گذارد. آستانه سمیت بور در محلول خاک ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر برای لیموترش تعیین شده است (Abtahi, 1992)، در حالی - که میانگین غلظت بور خاک برای سه منطقه میناب،



شکل ۱- رابطه غلظت کلر در برگ و عملکرد لیموترش

Figure 1. The relationship between chlorine concentrations in leaves and lime yield

*: significant at 5 % level of probability

روی برگ

میانگین غلظت روی برگ در باغات میناب، رودان و هشتبندی به ترتیب ۷/۹۰، ۸/۹۷ و ۹/۹۴ میلی‌گرم روی در کیلوگرم تعیین شد. با توجه به جدول استاندارد (جدول ۲) میزان روی برگ در هر سه منطقه در حد کمبود بود. در میناب ۹۰٪ باغات کمبود روی داشتند و فقط ۱۰٪ آنها در حد مطلوب روی داشتند. در دو منطقه دیگر در ۱۰۰٪ باغات کمبود شدید روی وجود داشت.

مس برگ

میانگین غلظت مس در برگ لیموترش باغات میناب، رودان و هشتبندی به ترتیب ۷/۹۱۰، ۱۷/۴۶ و ۶/۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم برگ بود. مقایسه این میانگین‌ها با جدول استاندارد (جدول ۲) نشان داد که باغات لیموترش میناب و هشتبندی از نظر مس در وضعیت مطلوبی قرار داشتند اما باغات رودان دارای غلظت بالایی از مس بودند. از نظر پراکندگی در ۱۰٪ باغات میناب غلظت مس برگ در محدوده پایین و در ۹۰٪ بقیه در

غلظت آهن

میانگین غلظت آهن برگ در سه منطقه میناب، رودان و هشتبندی به ترتیب ۲۲۱/۸۴، ۱۸۷/۰۱ و ۱۷۹/۶۳ میلی‌گرم در کیلوگرم برگ بود. با توجه به جدول استاندارد (جدول ۲) غلظت آهن برگ در محدوده بالا و زیاد قرار دارد. با توجه به علائمی کمبودی که در باغات هر سه منطقه وجود داشت و حاکی از کمبود آهن بود به نظر می‌رسد که قسمت عمده آهن بصورت غیرفعال در داخل گیاه باشد.

منگنز برگ

میانگین غلظت منگنز برگ در میناب، رودان و هشتبندی به ترتیب ۱۱/۵، ۸/۹۷ و ۹/۹۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. از مقایسه مقادیر فوق با جدول استاندارد (جدول ۲) مشاهده گردید در هر سه منطقه کمبود (Deficiency) شدید منگنز (به‌طور صددرصدی) حاکم بود. درصد شن خاک بطور معنی‌دار و منفی با منگنز برگ همبستگی داشت ($r = -0.482^{**}$). بنابراین احتمال می‌رود حداقل یکی از علل کمبود منگنز شنی بودن خاک باغات می‌باشد.

اگرچه بین مجموع غلظت کلسیم و منیزیم در آب آبیاری و عملکرد لیموترش ضریب همبستگی معنی‌داری وجود دارد اما تقریباً همه آن بواسطه عوامل دیگر می‌باشد؛ به طوری که 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 ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری در رابطه با مقدار عملکرد لیموترش دارای ضریب همبستگی منفی بود. تأثیر منفی مقدار رس، بویژه اثر مستقیم آن، در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری بیش از مقدار رس در عمق ۳۰-۶۰ سانتی‌متری بود که احتمالاً به دلیل تجمع ریشه درخت در عمق بیشتری از خاک نسبت به گیاه زراعی می‌باشد (میانگین درصد رس در دو عمق خیلی به 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 متأثر سازد (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 خاک 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 ۰-۳۰ نسبت عمق ۳۰-۶۰ سانتی‌متری خاک نزدیک به دو برابر بود (۶۶/۳۳ درصد در برابر ۳۷/۱۴ درصد)؛ که همان‌طور که قبلاً گفته شد احتمالاً به دلیل تجمع بیشتر ریشه درخت در عمق ۰-۳۰ 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 ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک) می‌تواند از دیگر دلایل کمتر بودن اثر (منفی) مستقیم رس در بخش سطحی خاک نسبت به بخش زیر سطحی خاک باشد.

محدوده مطلوبی قرار داشتند. در باغات رودان، ۹۰٪ باغات در محدوده مطلوبی (Optimum) از غلظت مس بودند و فقط ۱۰٪ باغات، از نظر غلظت مس با زیاد بود مواجه بودند. در منطقه هشتبندی ۱۰۰٪ باغات غلظت مطلوبی از مس را دارا بودند. با توجه به نیاز کم درختان به این عنصر غذایی و معمول نبودن کاربرد عناصر ریز مغذی بویژه مس در باغات منطقه، مطلوب بودن غلظت مس برگ احتمالاً به سبب مصرف سموم حاوی این عنصر که برای مقابله با عوامل بیماری‌زا کم و بیش در این باغ‌ها استفاده می‌شود، می‌باشد.

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 از آن‌ها با عملکرد معنی‌دار بودند که در جدول ۳ 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. برای بررسی تجزیه علیت (اثر غیر مستقیم پارامترهای اندازه‌گیری شده) از روابط تعریف شده در جدول ۱ استفاده گردید. همان‌گونه که در جدول ۴ 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 ۳ آمده‌اند، تبیین می‌شوند و بقیه عوامل تأثیرگذار بر عملکرد، عوامل دیگری هستند. از بین این پارامترها غلظت کلر در برگ بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد میوه داشت، به طوری که نزدیک به ۹۰ درصد اثر غلظت کلر برگ بر عملکرد مربوط به اثر مستقیم آن و فقط حدود ۱۰ 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 می‌باشد، اما همان‌گونه که در جدول ۴ (جدول تجزیه علیت) مشاهده می‌شود بخش قابل‌توجهی از این تأثیر، مربوط به اثرات غیرمستقیم و بواسطه پارامترهای دیگر است. برای مثال

جدول ۳- 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

Table 3. Correlation coefficients among characteristics of soil in two depths, irrigation water, leaf nutrient concentrations, fruit quality traits and yield in lime orchards

	yield	Clay (0-30 cm)	Clay (30-60 cm)	Ca+Mg in irrigation water	SAR	Cl con. In leaf	B con. in irrigation water	Fruit peel thickness
yield	1	-0.28*	-0.30*	-0.32**	0.26*	-0.28*	-0.34**	0.27*
Clay (0-30 cm)		1	0.69**	0.00 ^{ns}	-0.24 ^{ns}	-0.22 ^{ns}	0.10 ^{ns}	-0.20 ^{ns}
Clay (30-60 cm)			1	0.06 ^{ns}	0.04 ^{ns}	-0.04 ^{ns}	0.07 ^{ns}	-0.19 ^{ns}
Ca +Mg in irrigation water				1	-0.06 ^{ns}	0.49**	0.72**	-0.13 ^{ns}
SAR					1	-0.04 ^{ns}	-0.06 ^{ns}	0.00 ^{ns}
Cl con. in leaf						1	0.28*	0.02 ^{ns}
B con. in irrigation water							1	-0.19 ^{ns}
Fruit peel thickness								1

Residual effects = 0.66

ns, * and **: non-significant and significant at 5 ($P \leq 0.05$) and 1% ($P \leq 0.01$) level of probability

جدول ۴- جداسازی ضرایب همبستگی بین پارامترهای مؤثر اندازه‌گیری شده و عملکرد لیموترش به اثرات مستقیم و غیر مستقیم

Table 4. The isolation of correlation coefficients between the measured parameters and lime yield to direct and indirect effects

Parameters	Indirect effects								correlation coefficients (r) with yield
	direct effects (D)	Clay (0-30 cm)	Clay (30-60 ccm)	Ca+Mg in irrigation water	SAR	Cl con. in leaf	B con. in irrigation water	Fruit peel thickness	
Clay (0-30 cm)	-0.104	-	-0.138	0.000	-0.053	0.055	-0.003	-0.037	-0.28*
Clay (30-60 cm)	-0.199	-0.072	-	0.000	0.009	0.010	-0.014	-0.035	-0.30*
Ca+Mg in irrigation water	-0.001	0.000	-0.012	-	-0.014	-0.124	-0.145	-0.024	-0.32**
SAR	0.222	0.025	-0.008	0.000	-	0.011	0.011	0.001	0.26*
Cl con. in leaf	-0.250	0.023	0.008	-0.001	-0.010	-	-0.057	0.004	-0.28*
B con. in irrigation water	-0.202	-0.001	-0.014	-0.001	-0.012	-0.071	-	-0.035	-0.34**
Fruit peel thickness	0.182	0.021	0.038	0.000	0.001	0.038	-0.006	-	0.27*

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی در اغلب باغات مورد مطالعه از نظر غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم برگ کمبودی وجود نداشت، در حالی که بیشبود عناصر کلر و بور در اغلب باغات سبب زردی و در برخی موارد سوختگی حاشیه برگ شده بود. اگرچه غلظت آهن برگ در محدوده بالا و زیاد قرار داشت، اما علائم کمبود آن در باغات هر سه منطقه وجود داشت که احتمالاً نشان از غیرفعال بودن بخش عمده آهن در گیاه می‌باشد. پیشنهاد می‌شود از آنجا که آهن کل نمی‌تواند معیاری برای ارزیابی وضعیت آهن در باغات در نظر گرفته شود، در تحقیقات آینده آهن فعال در برگ اندازه‌گیری شود. غلظت منگنز و روی برگ در بیشتر باغات استان در وضعیت کمبود قرار داشت. براساس نتایج تجزیه علیت بیشترین تأثیر منفی غلظت کلر برگ بر عملکرد از نوع اثر مستقیم (حدود ۹۰ درصد) بود، در حالی که تأثیر مستقیم مجموع کلسیم و منیزیم آب آبیاری بر عملکرد زیر یک درصد بود. به‌طور کلی، 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. توصیه می‌شود برای افزایش عملکرد باید بدنال راهکارهایی برای تعدیل و کاهش مقدار پارامترهای فوق بود.

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 (Zad Salehi *et al.*, 2010). یکی دیگر از پارامترهایی که بیشترین همبستگی منفی 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.

References

- Abtahi A. 1992. Salinity tolerance. Technical Bulletin No. 16. Soil Department, Faculty of Agriculture, University of Shiraz, Shiraz, Iran. 34p. (In Persian)
- 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.
- Ali Ehyaei M., and Behbahanizadeh A. 1993. Methods for chemical analysis of soils. Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization. Vol.1, Technical Publication No. 893. 129p. (In Persian)
- Aminpanah H., and Sharifi P. 2013. Path Analysis of Rice (*Oryza sativa* L.) Grain Yield and its Related Components in Competition with Barnyard Grass [*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.]. *Journal of Crop Production and Processing*, 3 (9):105-121. (In Persian)
- Azizpoor M.H., and Sharifi H. 2007. Path analysis of the quantitative and qualitative characteristics gall disease in beet. In: Iranian Crop Sciences Congress, proceeding 10th Iranian Crop Sciences Congress, Collage of Aburiahhan, Tehran University, Tehran, Iran. (In Persian), https://www.civilica.com/Paper-NABATAT10-NABATAT10_285.html
- Emami A. 1997. Chemical methods of plant analysis. Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization. Technical Publication No. 982. 128p. (In Persian)
- Erner Y., Cohen A., and Magen H. 1999. Fertilizing for High Yield Citrus. International Potash Institute (IPI), Basel, Switzerland. 59p.

- Farshad Far A. 1986. Plant Breeding Methodology. Razi University Publication, Kermanshah, 435p. (In Persian)
- Footoohi K., Mesbah M., Sadeghian Motahar Y., and Ranji Z. 2010. Path analysis under normal and salt stress conditions in sugar beet germplasm. *Journal of Beet*, 26 (1): 1-13. (In Persian)
- Golparvar A.R. 2009. Correlation and Path analysis of biological nitrogen fixation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. In 4th Regional Conference on new ideas in agriculture, Islamic Azad University (Isfahan), Agricultural Faculty, pp. 21-22. (In Persian)
- Hosseini, Y. 2017. Application of deviation from optimum percentage (DOP) to determine the nutritional balance of sour lemon gardens in Hormozgan province. *Water and Soil Science Journal*, 25(2/3): 243-255. (In Persian)
- Malakuti, M.J., and Tabatabaei S.J. 1999. Proper Nutrition of Fruit Trees. Agricultural Research, Education and Extension Organization. Karaj, Iran. 266p. (In Persian)
- Menino R. 2012. Leaf Analysis in Citrus: Interpretation Tools. In: Srivastava A.K. (Ed.), *Advances in Citrus Nutrition*, Springer Pub. London, pp. 59-79.
- Mohammadi A., Bihamta M.R., and Dari H.R. 2007. Determining of Correlation Coefficient and Path Analysis of Some Traits on Chiti bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Under Non-Stress and Drought Stress Conditions. *Agricultural Research: Water, Soil and Plants in Agriculture*, 8:135-144. (In Persian)
- Mohammadinia GH., Nasirzadeh A. and Negahdari H. 2012. Using path analysis to study the relationship between yield and other morphological characters in four lines of barley. *Agronomy Journal (Research and Development)*, 103: 76-83. (In Persian)
- Moradi M., Soltani Huwyzeh M., and Motamedi M. 2009. Path analysis of grain yield and related traits in some wheat varieties. *Crop Physiology*, 2 (2): 101- 111. (In Persian)
- Neyestani E., Mahmoodi A.A., and Rahim Nia F. 2004. Path analysis of grain yield and its components and estimation of heritability in barley. *Agriculture Research*, 7 (2): 55-66.
- 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.
- Shiri M.A., Ghasemnejadi M., Fatahi Moghdam J., and Emrahimi R. 2015. Effect of CaCl₂ Sprays at different fruit development stages on postharvest keeping quality of " Hayward" kiwifruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, 1: 1-12.
- Soghani M., Vaezi S., and Sabbagh S. H. 2009. Study on correlation and path analysis for seed yield and its dependent traits in white bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 6 (3): 27-36. (In Persian)
- Tavakoli A. 2012. Correlation coefficient analysis, path analysis and indicators of drought tolerance in wheat under irrigation and nitrogen levels. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10 (1):198-206. (In Persian)
- Tavana S., Saba J., and Shekari F. 2016. Correlation Analysis of some agrophysiologic traits and the number of vascular bundles of wood with the bread wheat grain yield under rainfed conditions. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 9 (2): 105-121. (In Persian)
- Zad Salehi F., Ozaferi V., Tajabadi Poor A., and Hokmabadi H. 2010. Interaction of sodium and magnesium on some growth characteristics and chlorophyll content of pistachio in perlite substrate. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 2 (6): 23-43. (In Persian)

Nutrition Status Evaluating of Hormozgan Lime Orchards Using Correlation and Path Analysis

Yaaghoob Hosseini^{1*}, Jahanshah Saleh²

(Received: April 2017 Accepted: February 2018)

Abstract

The average yield per hectare of lemon orchards in Iran, compared with the global average, has considerable distance. In general, environmental factors, especially soil and nutritional factors play a crucial role in the performance and growth of plants. That which agents will create more restrictions on Plant, it can be important on plant product management and its quantity improvement. To identify the nutritional status of lemon orchards in Hormozgan and determine the direct and indirect effects of factors affecting yield, the three major regions of the province (in terms of lemon gardens) reviews, the Hashtbandi, central Minab and Rudan and in each region 20 lime orchards (total 60 orchards) were selected. Then yield, some soil properties at two depths, irrigation water characteristics and nutrient concentration in leaves and some fruit quality parameters of lemon trees were determined. Data analysis and interpretation showed, in general, there was no nitrogen, phosphorus and potassium deficiency in most orchards, while an excess of chlorine and boron concentration caused yellowing and leaf margin burn in most orchards. Correlational studies showed that most of the characteristics (like clay, leaf chlorine and boron concentration) were significantly correlated with yield, had a negative impact on that. 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, the most negative effect on yield was by clay, water boron concentrations, and leaf chlorine concentration that the significant portions of these effects were direct. So it is recommended in order to increase yield that solutions be considered that directly mitigate the harmful factors.

Keywords: Direct effects, Hormozgan, Lime yield, Nutrient elements

Hosseini Y. and Saleh J. 2019. Nutrition status evaluating of Hormozgan lime orchards using correlation and path analysis. *Applied Soil Research*, 7 (2): 44-55.

1 - Soil and Water Research Department, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran.

2 - Soil and Water Research Department, 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