

کاربرد روش انحراف از درصد بهینه برای تعیین تعادل تغذیه‌ای باغ‌های لیموترش در استان هرمزگان

یعقوب حسینی^{۱*}

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۶/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۴/۱۳

استادیار پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: yaaghoob.hosseini@yahoo.com

چکیده

میانگین عملکرد لیموترش در باغ‌های کشور، در مقایسه با میانگین جهانی، کمتر است. شاخص انحراف از درصد بهینه^۱ (DOP) روشی ساده است که می‌توان برای طراحی برنامه‌های کوددهی متعادل استفاده کرد. این شاخص نشان‌دهنده وضعیت تغذیه‌ای گیاه و کمبود و یا زیادی عناصر غذایی در گیاه بوده و می‌تواند برای اولویت‌بندی نیاز گیاه به عناصر غذایی استفاده شود. برای انجام این تحقیق، سه منطقه مهم استان شامل هشتبندی، میناب مرکزی و رودان انتخاب و در هر منطقه ۲۰ باغ لیموترش در نظر گرفته شد (جمعاً ۶۰ باغ). نمونه‌برداری‌های مربوط به برگ و همچنین اندازه‌گیری عملکرد انجام شد. متوسط شاخص انحراف از درصد بهینه برای عناصر غذایی محاسبه شد. بر این اساس ترتیب نیاز به عناصر غذایی در باغ‌های لیموترش استان هرمزگان به صورت $P > B > Cl > Cu > K > N > Zn > Fe > Mn$ تعیین گردید. ارقام مرجع به دست آمده در این تحقیق را می‌توان در هر باغ لیموترش استان هرمزگان برای ارزیابی تعادل تغذیه‌ای با روش DOP استفاده کرد و تصمیم‌گیری مناسب را انجام داد. همچنین توصیه می‌شود با توجه به نتایج این تحقیق، مصرف عناصر کم‌مصرف منگنز، آهن و روی در این باغ‌ها در اولویت قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تعادل تغذیه‌ای، روش انحراف از درصد بهینه (DOP)، لیموترش

¹- Deviation from optimum percentage (DOP)

Application of Deviation from Optimum Percentage (DOP) to Determine the Nutritional Balance of Sour Lemon Gardens in Hormozgan Province

Y Hosseini^{1*}

Received: 22 September 2015 Accepted: 3 July 2016

1- Assist. Prof., Dept. of Soil and Water Research, Agricultural and Natural Resources Research and Education Hormozgan Center, Bandar Abbas, Iran

*Corresponding Author, E-mail: yaaghoob.hosseini@yahoo.com

Abstract

The average yield of sour lemon orchards in the country is lower as compared to the global average. Deviation from optimum percentage (DOP) is a simple method that can be used to design a balanced fertilization program. The index indicates the nutritional status and nutrient deficiency or excess, and can be used to prioritize the plants nutrients need. For this study, three important areas of Hashtbandi, central Minab and Roodan in the province were selected, and 20 gardens of sour lemon were considered in each area (total 60 gardens). The sampling of the leaves as well as yield measurement were done. The average of DOP was calculated for the nutrients. According to this, nutritional priorities were determined as $Mn > Fe > Zn > N > K > Cu > Cl > B > P$ for sour lemon gardens in Hormozgan province. The reference values that was obtained in this study, could be used in Hormozgan gardens sour lemon to evaluate the nutritional balance with DOP method and to make as appropriate decision. Consumption of the micronutrients manganese, iron and zinc in these gardens was a priority based on the results of this study.

Keywords: Deviation from optimum percentage (DOP), Nutritional balance, Sour lemon

مقدمه

عناصر غذایی و به عبارت دیگر تغذیه نامتعادل می تواند یکی از این عوامل باشد. به طور کلی، مصرف بهینه کود و رعایت نسبت مناسب بین عناصر غذایی در خاک و گیاه در افزایش کمی و کیفی در محصولات کشاورزی اهمیت فوق العاده ای دارد. در کوددهی متعادل، اطلاع از مقدار عناصر غذایی قابل استفاده گیاه در خاک یعنی ارزیابی حاصل خیزی خاک ضروری می باشد. ارزیابی حاصل خیزی خاک را می توان تخمین قدرت خاک در عرضه عناصر غذایی گیاه به مقدار کافی، در شکل مناسب و نسبت بهینه برای رشد بیان نمود (ثواقبی و همکاران ۱۳۷۸). به منظور تعیین مقدار کود مورد نیاز گیاه، معمولاً، از روش های آزمون خاک، تجزیه گیاه، آزمایش های کودی در گلخانه و مزرعه و حتی علائم کمبود عناصر

مقدار میانگین عملکرد در هکتار لیموترش در باغ- های کشور، در مقایسه با میانگین جهانی، فاصله قابل ملاحظه ای دارد. بدیهی است تحت شرایط کاملاً مساعد مقدار تولید این گیاه، مانند هر گیاه دیگر، می تواند در حد پتانسیل ژنتیکی و یا در حدی نزدیک به آن باشد. بنابراین هر اندازه عوامل مؤثر در تولید (شرایط محیطی، مدیریت، نهاده ها و...) مطلوب تر باشند، عملکرد لیموترش هم به پتانسیل ژنتیکی خود نزدیک تر می گردد. بر اساس آنچه گفته شد عواملی در کمتر بودن میانگین عملکرد در هکتار نسبت به میانگین عملکرد جهانی نقش دارند که با توجه به وضعیت حاصل خیزی خاک باغ ها و همچنین آهکی بودن و pH بالای آنها، کمبود و یا بیش بود برخی از

غذایی در گیاه استفاده می‌شود؛ علاوه بر این، از تجزیه گیاه (که می‌تواند به همراه استفاده از نتایج تجزیه خاک باشد) می‌توان در طراحی برنامه‌های کوددهی متعادل و ارزیابی بازده عناصر غذایی به وسیله گیاه استفاده نمود. آزمون خاک روشی است که برای تعیین فرمولاسیون کودهای پایه به کار می‌رود و تجزیه گیاه ابزاری است که نقش پراهمیتی در بهینه کردن توصیه‌های کودی از طریق نمایش میزان جذب و صحت آزمون خاک دارد (دریاشناس و ثقفی ۱۳۸۹). در سنجش وضعیت تغذیه‌ای گیاه، تجزیه شیمیایی بافت‌های گیاه می‌تواند مفید باشد؛ مشروط به این‌که روش مناسبی برای تجزیه و تحلیل نتایج و تشخیص نارسایی‌های غذایی (به استناد مقایسه با نرم‌های تعیین شده) به کار گرفته شود (سجادی ۱۳۷۵). به عبارت دیگر، هنگام استفاده از نتایج تجزیه گیاه، چگونگی تفسیر نتایج حاصل از این تجزیه اهمیت زیادی دارد. بنابراین در صورتی تجزیه گیاه مفید است که علاوه بر رعایت شدن زمان نمونه‌برداری و برداشت عضو مناسب نمونه‌برداری، از روش‌های صحیح و استاندارد تفسیر نتایج تجزیه گیاه نیز استفاده گردد (مونتانس و همکاران ۱۹۹۳). در روش‌های متداول تجزیه و تحلیل نتایج تجزیه گیاه یعنی روش‌های نقطه بحرانی و دامنه کفایت صرفاً حد کمبود یا سمیت برای هر عنصر به‌طور جداگانه تعیین شده، لیکن تعادل بین عناصر غذایی که اهمیت آن در تغذیه گیاهان به اثبات رسیده است (سامر ۱۹۹۰)، با این روش‌ها ارزیابی نمی‌شوند (سجادی ۱۳۷۵). در روش شاخص انحراف از درصد بهینه (DOP) به جای استفاده از غلظت مطلق عناصر غذایی از روابط میان غلظت آن عنصر و مقدار استاندارد (مقدار مرجع) آن استفاده می‌شود. در این روش، از شاخصی به نام شاخص DOP استفاده می‌شود که نشان‌دهنده وضعیت تغذیه‌ای درخت و کمبود و یا زیادی عناصر غذایی در گیاه است و بر اساس این شاخص نیاز به عناصر غذایی برای گیاه اولویت‌بندی می‌شود. هر چه این شاخص برای یک عنصر غذایی، در مقایسه با سایر

عناصر غذایی، کمتر (منفی‌تر) باشد نشان‌دهنده اولویت داشتن تأمین این عنصر برای گیاه نسبت به سایر عناصر غذایی خواهد بود (صمدی و مجیدی ۱۳۸۹). در آزمایشی (سانز ۱۹۹۹) بر روی هلو، ترتیب نیاز به عناصر غذایی بر اساس روش انحراف از درصد بهینه به صورت $K > P > N > Ca > Mg$ به دست آمد. در آزمایش دیگر (ثواقبی و همکاران ۱۳۷۸) بر روی گندم، غلظت مرجع عناصر غذایی در برگ پرچم گندم برای عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به ترتیب برابر $۳/۰۲$ ، $۰/۳۰$ ، $۲/۵۰$ ، $۰/۴۴$ و $۰/۳۳$ درصد و برای آهن، منگنز، روی و مس به ترتیب ۶۷ ، ۵۷ ، ۴۲ و ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم تعیین گردید. در این بررسی شاخص پتاسیم کم‌ترین مقدار ($۱۷/۰۹$ -) و عنصر نیتروژن بالاترین شاخص ($۱۹/۰۵$ +) انحراف از درصد بهینه را به خود اختصاص دادند. در پژوهش دیگر (تدین‌نژاد ۱۳۸۴) به منظور ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای بر اساس روش DOP، در گلخانه‌های تولید خیار در اصفهان، ملاحظه شد که تفاوت‌های زیادی در گلخانه‌های مورد نظر از نظر وضعیت تغذیه‌ای وجود داشت که علت آن تفاوت در دانش گلخانه‌داران و مقدار اطلاعات آنها از کشت محصول خیار در گلخانه ذکر گردید. در تحقیق گودرزی (۱۳۸۶) نشان داده شد که عدم تعادل عناصر غذایی بین عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، مس، روی و بور در باغ‌های انگور از عوامل مهم کاهش عملکرد و کیفیت این محصول در منطقه کهگیلویه و بویراحمد می‌باشد. در پژوهش دیگری بر روی درختان هلو (دردی‌پور و همکاران ۱۳۹۱) متوسط شاخص انحراف از درصد بهینه (DOP) برای نیتروژن $۲۷/۸$ ، برای فسفر $۵۳۵/۷$ -، برای پتاسیم $۳۷۱/۱$ -، برای کلسیم $۵۰۵/۳$ -، برای منیزیم ۲۲ -، برای مس $۱۶۸/۷$ -، برای روی $۱۰۳/۶$ -، برای آهن $۲۲۵/۳$ -، و برای منگنز $۴۸۱/۲$ - به دست آمد. بنابراین بر اساس این شاخص‌ها ترتیب نیاز غذایی در هلو به صورت $P > Ca > Mn > K$ و برای نیتروژن $Fe > Cu > Zn > Mg > N$ تعیین گردید. در پژوهشی دیگر (میران و صمدی ۱۳۹۱) بر روی چغندر قند، میانگین مقدار

۷۰ درجه سلسیوس در آون نگهداری و خشک شدند. پس از آن نمونه‌ها آسیاب و برای اندازه‌گیری عناصر غذایی مورد نظر مهیا شدند. عناصری که در برگ اندازه‌گیری شدند شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی، مس، کلسیم و بور بودند (امامی ۱۳۷۵). بر اساس عملکرد، باغ‌های لیموترش به دو گروه با عملکرد بالا و پایین تقسیم گردیدند. از باغ‌های با عملکرد بالا به عنوان مرجع برای تشخیص تعادل عناصر غذایی در باغ‌های با عملکرد پایین استفاده شد. معیار مورد استفاده برای تقسیم باغ‌ها به دو گروه با عملکرد بالا و پایین، میانگین عملکرد و انحراف معیار به شرح زیر بود (شارما و همکاران ۲۰۰۵، میران و صمدی ۱۳۹۱):

(SD - میانگین عملکرد) ≤ باغ‌های با عملکرد پایین
(SD + میانگین عملکرد) تا (SD - میانگین عملکرد)
≤ باغ‌های با عملکرد متوسط

(SD + میانگین عملکرد) > باغ‌های با عملکرد بالا

SD نشان‌دهنده انحراف معیار است. بر اساس این تقسیم‌بندی باغ‌های با عملکرد متوسط هم در گروه باغ‌های با عملکرد پایین قرار داده شدند (شارما و همکاران ۲۰۰۵، میران و صمدی ۱۳۹۱). میانگین غلظت هر عنصر غذایی در نمونه‌ی برگ درخت‌هایی که دارای عملکرد نسبی بالا (بالتر از ۱۷۵ کیلوگرم بر درخت) بودند، به عنوان مقادیر استاندارد فرض شدند و به عنوان ارقام مرجع برای محاسبه شاخص‌های درصد انحراف از بهینه (DOP) استفاده شدند. برای تعیین شاخص‌های انحراف از درصد بهینه (DOP) هر عنصر غذایی در باغ‌های با عملکرد نسبی کم (عملکرد کمتر از ۱۷۵ کیلوگرم بر درخت) از رابطه زیر استفاده گردید (مونتاس و همکاران ۱۹۹۳).

$$DOP = [(C \times 100 / C_{ref})] - 100 \quad [1]$$

عناصر غذایی در جامعه با عملکرد بالا برای عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به ترتیب ۴/۲، ۰/۳۴، ۲/۷، ۱/۱، ۰/۲۷ درصد و برای عناصر غذایی کم‌مصرف بور، مس، منگنز، روی و آهن به ترتیب ۱۵، ۱۲، ۹۰، ۱۵ و ۹۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم بودند. بر اساس شاخص‌های درصد از انحراف بهینه، در بین عناصر پرمصرف فسفر و نیتروژن به عنوان منفی-ترین شاخص و در بین عناصر کم‌مصرف مس و روی دارای منفی‌ترین شاخص بودند. در آزمایشی دیگر (حسینی و همکاران ۲۰۱۴) ترتیب نیاز غذایی برای درخت نخل رقم پیارم به صورت $P > B > Zn > Ca > Fe > Mg > Mn > N > Cl > Na > Cu > K$ به دست آمد و محدودکننده-ترین عنصر غذایی برای تولید ۵۰ کیلوگرم خرما به ازاء هر درخت عنصر فسفر تعیین شد.

مواد و روش‌ها

ابتدا سه منطقه مهم استان هرمزگان (از نظر باغ‌های لیموترش) یعنی هشتبندی، میناب مرکزی و رودان انتخاب و در هر منطقه ۲۰ باغ لیموترش در نظر گرفته شد. انتخاب باغ‌ها به گونه‌ای بود که در هر منطقه، باغ‌های گزینش شده نماینده باغ‌های منطقه باشد. سپس در هر باغ از ۵ اصله درخت باغ که نماینده کل باغ بود نمونه‌برداری‌های مربوط به برگ 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 هفت 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 (ملکوتی و طباطبایی ۱۳۷۸). عملکرد هر ۵ درخت انتخابی هر باغ تعیین شد و متوسط آنها به عنوان عملکرد یک درخت از آن باغ در نظر گرفته شد. نمونه‌های برگ پس از انتقال به آزمایشگاه و شستشو، به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۵ تا

غذایی در برگ درختان لیموترش با عملکرد نسبی بالا در جدول ۱ آورده شده است. از میانگین غلظت عناصر غذایی در این جدول به عنوان ارقام مرجع (استاندارد) استفاده گردید و برای تعیین شاخص درصد انحراف از بهینه (DOP) مورد استفاده قرار گرفت (دردی‌پور و همکاران ۱۳۹۱، صمدی و مجیدی ۱۳۸۹). میانگین غلظت برخی از عناصر گفته شده، مانند روی و منگنز از مقادیر بهینه پیشنهاد شده برای مرکبات (ارنر ۱۹۹۹) کمتر و برخی دیگر مانند آهن و بور بیشتر است که احتمالاً به سبب تفاوت در کوددهی و حاصل‌خیزی متفاوت خاک در دو منطقه آزمایش شده می‌باشد (دردی‌پور و همکاران ۱۳۹۱). بیشتر بودن غلظت بور در گیاه، ناشی از زیادی مقدار بور در آب و خاک منطقه است که سبب جذب و بالا رفتن غلظت این عنصر در برگ گیاه لیموترش شده است (حسینی ۱۳۸۵). بالا بودن میانگین غلظت آهن در برگ درختان لیموترش با عملکرد بالا نسبت به مقادیر بهینه توصیه شده، احتمالاً به روش اندازه‌گیری آهن در برگ مربوط می‌شود که علاوه بر آهن دو ظرفیتی، گونه سه ظرفیتی هم که نقشی در فعالیتهای فیزیولوژیکی گیاه ندارد، نیز اندازه‌گیری می‌شود (سریواستاوا ۲۰۱۲).

در این معادله: C غلظت عنصر غذایی در نمونه جامعه با عملکرد کم، C_{ref} غلظت بهینه عنصر غذایی است که همان‌گونه که گفته شد برای هر عنصر از غلظت آن عنصر در نمونه برگ‌های گرفته شده از باغ‌های با عملکرد نسبی بالا به دست آمد (دردی‌پور و همکاران ۱۳۹۱).

با استفاده از شاخص محاسبه شده برای هر کدام از عناصر اندازه‌گیری شده، ترتیب نیاز به هر کدام از عناصر غذایی برای باغ‌های مورد مطالعه مشخص گردید و در نهایت هم از متوسط شاخص‌های DOP برای هر کدام از عناصر غذایی در باغ‌های با عملکرد کم، ترتیب نیاز غذایی برای باغ‌های لیموترش استان محاسبه گردید (دردی‌پور و همکاران ۱۳۹۱).

نتایج و بحث

با در نظر گرفتن ۱۷۵ کیلوگرم و بیشتر از آن میوه لیموترش برای هر درخت به عنوان عملکرد مطلوب و بالا، حدود ۱۱ درصد از باغات مورد بررسی در جامعه باغ-های با عملکرد بالا قرار گرفتند. میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات، مقدار بیشینه و کمینه غلظت عناصر

جدول ۱- میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات، بیشینه و کمینه غلظت عناصر غذایی در برگ درختان لیموترش با عملکرد نسبی بالا.

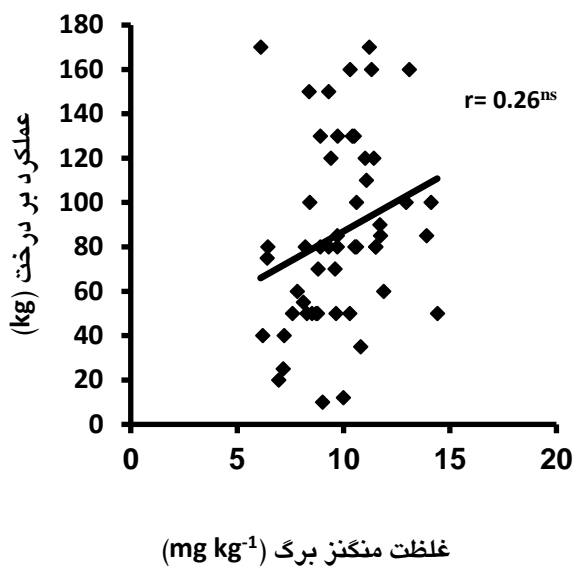
انحراف معیار	کمینه	بیشینه	ضریب تغییرات (%)	میانگین	عناصر غذایی
۰/۳۰	۲/۴۷	۳/۱۶	۱۰/۵۰	۲/۸۷	N (%)
۰/۱۸	۰/۰۲	۰/۵۱	۷۶/۵۴	۰/۲۴	P (%)
۰/۷۳	۰/۶۲	۲/۶۸	۴۷/۸۷	۱/۲۷	K (%)
۰/۰۹	۰/۲۰	۰/۴۱	۵۷/۵۹	۰/۲۹	Cl (%)
۰/۷۰	۳/۷۷	۵/۶۳	۱۴/۷۸	۴/۷۲	Zn (mg kg ⁻¹)
۴/۶۵	۷/۷۹	۲۰/۲۵	۴۰/۰۷	۱۱/۶۰	Mn (mg kg ⁻¹)
۳۶/۸۷	۱۴۹/۴۰	۲۴۹/۵۲	۱۶/۸۶	۲۱۸/۷۱	Fe (mg kg ⁻¹)
۱/۲۸	۴/۵۴	۸/۲۴	۲۰/۶۰	۶/۲۰	Cu (mg kg ⁻¹)
۱۴۶/۸۰	۱۵/۷۷	۴۸۷/۳۰	۵۸/۴۱	۲۳۰/۸۸	B (mg kg ⁻¹)

در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری این مقادیر تا حدودی کاهش پیدا کردند. این مقدار از پتاسیم در این مناطق در دامنه پایین تا متوسط قرار می‌گیرند (علائی یزدی و برزگری فیروزآبادی ۱۳۸۰). ترتیب نیاز تغذیه‌ای برای عناصر کم مصرف به صورت $Mn > Fe > Zn > Cu > Cl > B$ به‌دست آمد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود عناصر منگنز، آهن و روی در اولویت اول کمبود در بین عناصر کم‌مصرف و حتی در بین کلیه عناصر (عناصر پرمصرف و کم‌مصرف) قرار دارند (شکل ۱) که با توجه به عدم رواج مصرف این عناصر در بین کشاورزان و همچنین آهکی بودن و pH بالای خاک باغ‌های مورد بررسی این امر دور از انتظار نیست. بنابراین، به‌طور کلی، نیاز به مصرف این عناصر در باغ‌های منطقه وجود دارد که رابطه افزایش عملکرد با کاربرد این عناصر (برای مثال منگنز) در شکل ۲ نشان داده شده است. نیاز به عناصر بور، کلر و مس کمتر از عناصر آهن، منگنز و روی می‌باشد و حتی ممکن است گیاه با غلظت بیش از اندازه این عناصر مواجه باشد؛ زیرا بین غلظت این عناصر و عملکرد درخت یک رابطه معکوس مشاهده گردید (شکل‌های ۳ و ۴). علت زیادی غلظت این عناصر (کلر و بور) در درخت لیموترش، اغلب، به 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 (ابطحی ۱۳۷۱)، مقادیر بور در آب آبیاری خیلی بیشتر از آستانه تحمل لیموترش می‌باشد و تأثیر منفی بر عملکرد می‌گذارد. سطح بحرانی بور در محلول خاک ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر برای لیموترش تعیین شده است (ابطحی ۱۳۷۱)، در حالی که میانگین غلظت بور خاک برای سه منطقه میناب، رودان و هشتبندی به ترتیب

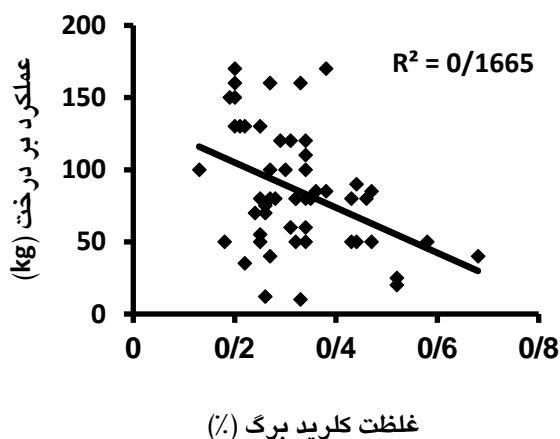
در جدول ۲ ترتیب نیاز غذایی باغ‌های با عملکرد کم با استفاده از شاخص انحراف از درصد بهینه نشان داده شده است. شاخص‌های مثبت مربوط به یک عنصر غذایی در یک باغ، زیادی آن را در باغ نشان می‌دهد در حالی که در صورت منفی بودن شاخص محاسبه شده برای یک عنصر غذایی کمبود آن عنصر را در باغ نشان می‌دهد. مقدار صفر برای شاخص انحراف از درصد بهینه (DOP)، وضعیت بهینه غلظت آن عنصر در باغ مورد نظر را نشان می‌دهد.

متوسط شاخص انحراف از درصد بهینه برای عناصر پرمصرف شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم به ترتیب برابر با ۳/۲۰، ۱۸/۸۷ و ۳/۶۸ به‌دست آمد که بر این اساس، ترتیب نیاز غذایی عناصر پرمصرف باغ‌های لیموترش استان هرمزگان به صورت $N > K > P$ می‌باشد. از آنجا که اغلب خاک‌های استان شنی و یا لوم شنی می‌باشند (حسینی ۱۳۸۹) به نظر می‌رسد این ترتیب منطقی باشد. زیرا در خاک‌های سبک معمولاً ماندگاری مواد آلی خاک به سبب تجزیه سریع کمتر می‌باشد و چون بخشی از نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق مواد آلی خاک تأمین می‌شود، ممکن است نیتروژن برای مدت زمان کمتری در دسترس درخت باشد. از طرف دیگر، سبک بودن بافت خاک سبب می‌شود بخش قابل توجهی از کودهای نیتروژنی مورد استفاده در باغ‌ها، آبشویی شده و از دسترس گیاه خارج شوند؛ به‌ویژه این‌که در اغلب باغ‌های مورد بررسی از سیستم آبیاری غرقابی استفاده می‌شد؛ در حالی که کودهای فسفوری اغلب در آب به راحتی حل نمی‌شوند. همچنین شنی بودن بافت خاک سبب شده است تا مقدار قابلیت استفاده پتاسیم در این خاک‌ها کم باشد، زیرا چنین خاک‌هایی به‌طور ذاتی از نظر مقدار پتاسیم وضعیت رضایت بخشی ندارند (تروئه و تامسون ۲۰۰۵).

میانگین پتاسیم خاک باغ‌های لیموترش در سه منطقه میناب، رودان و هشتبندی به ترتیب برابر با ۱۱۰، ۱۴۴/۲ و ۱۹۶/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود که

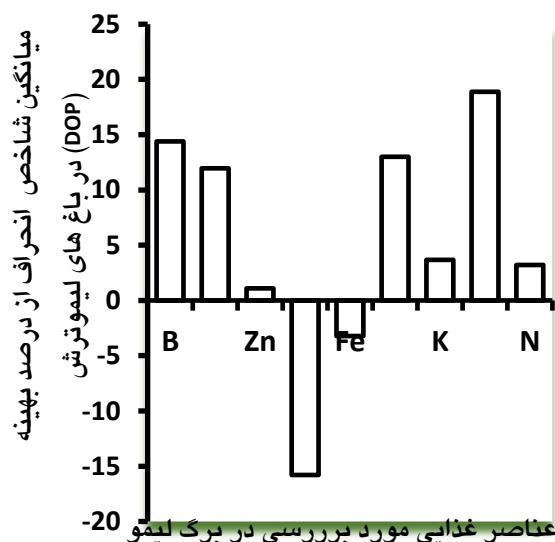


شکل ۲- تأثیر غلظت منگنز برگ بر عملکرد لیموترش.



شکل ۳- تأثیر منفی غلظت کلرید برگ بر عملکرد لیموترش.

۱/۴۴، ۱/۴۱ و ۱/۴۱ بود که تقریباً نزدیک به سه برابر سطح بحرانی می‌باشد و تقریباً در همه باغ‌های نمونه‌برداری شده مقدار بور خاک بیش از سطح بحرانی بود. میانگین غلظت کلر در محلول خاک برای سه منطقه میناب، رودان و هشت‌بندی به ترتیب ۵/۷۲، ۶/۵۵ و ۶/۳۵ کی‌والان در لیتر به دست آمد که با افزایش عمق هم تغییر چندانی نداشت. باتوجه به تأثیر منفی (معنی‌دار) یون کلر بر عملکرد (شکل ۳) پیشنهاد می‌شود در سطح بحرانی یون کلرید که در حال حاضر جهت لیموترش استفاده می‌شود و مقدار آن ۱۵ میلی‌کی‌والان در لیتر در عصاره اشباع خاک در نظر گرفته شده است (ابطحی ۱۳۷۱) بازنگری صورت گیرد. عنصر مس از نظر ترتیب نیاز به عناصر غذایی برای باغ‌های لیموترش بعد از عناصر منگنز، آهن و روی قرار گرفته است که با توجه به نیاز کم درخت به این عنصر غذایی، احتمال دارد به سبب مصرف سموم حاوی این عنصر که برای مقابله با عوامل بیماری‌زا کم و بیش در این باغ‌ها استفاده می‌شود، باشد.



شکل ۱- متوسط شاخص انحراف از درصد بهینه (DOP) برای عناصر غذایی در باغ‌های لیموترش.

جدول ۲ - شاخص‌های انحراف از درصد بهینه (DOP) و ترتیب نیاز عناصر غذایی در باغ‌های لیمو ترش با عملکرد کم (عملکرد کمتر از ۱۷۵ کیلوگرم میوه در درخت).

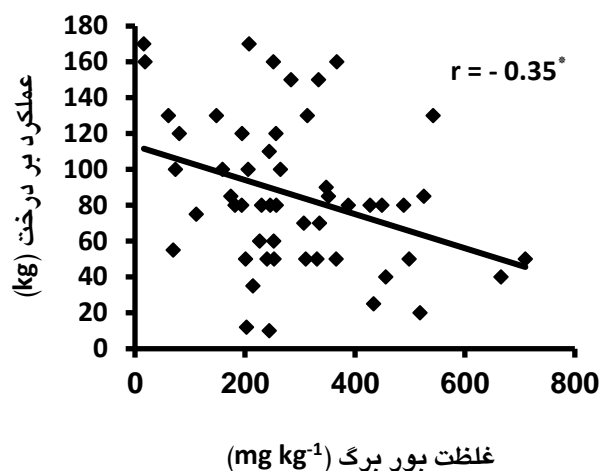
عملکرد (kg tree ⁻¹)	ترتیب نیاز	B	Cu	Zn	Mn	Fe	Cl	K	P	N	شماره باغ
۸۰	Cu>N>Fe>B>Mn>Zn>P>Cl>K	-۲/۰۳	-۳۴/۳۴	۱۴/۳۶	-۰/۸۹	-۰/۶۳	۰۰/۰۰	۹۵/۱۵	۴۶/۷۱	-۳۶/۰۲	۱
۹۰	P>Mn>K>N>Cu>Fe>Zn>Cl>B	۱۸۲/۵۳	-۷/۷۲	۱۸/۰۸	-۲۴/۵۰	۳/۹۷	۵۴/۰۰	-۲۴/۱۵	-۴۵/۵۱	-۹/۹۷	۲
۸۵	Zn>N>K>Mn>Cu>Cl>Fe>P>B	۱۰۹/۰۳	۵۸/۴۲	-۱/۰۰	۱۹/۸۰	۷۷/۴۹	۶۴/۵۰	۸/۲۴	۱۰۵/۳۹	۷/۵۹	۳
۸۵	K>P>Mn>Zn>N>Cu>Cl>Fe>B	۳۹/۹۷	۲۴/۳۸	۱۶/۱۷	۱/۸۰	۳۷/۳۳	۳۶/۰۰	-۳۹/۱۶	-۱۱/۹۸	۱۸/۳۰	۴
۸۰	Mn>Fe>Zn>Cl>N>K>B>Cu>P	۷۸/۷۵	۷۹/۴۰	۷/۴۰	-۱۶/۴۰	۳/۸۸	۱۲/۰۰	۶۴/۳۳	۹۷/۰۱	۲۱/۴۴	۵
۶۰	P>K>B>Mn>Cl>Zn>N>Fe>Cu	-۹/۷۸	۶۳/۸۱	۱۶/۳۸	۷/۳۹	۲۰/۶۲	۸/۵۰	-۲۹/۶۸	-۳۲/۸۳	۱۶/۵۵	۶
۱۰۰	B>Zn>N>Fe>Cl>Mn>Cu>K>P	-۳۶/۶۵	۴۵/۶۸	-۱۶/۰۵	۳۱/۵۲	۱۰/۱۴	۱۹/۰۰	۴۹/۳۲	۵۹/۲۸	-۶/۸۳	۷
۱۱۰	K>P>N>Mn>B>Fe>Zn>Cl>Cu	-۲/۸۸	۱۹/۰۶	۳/۸۸	-۴/۵۹	۳/۴۸	۱۹/۰۰	-۴۹/۴۴	-۲۸/۷۴	-۱۵/۵۵	۸
۱۷۰	B>Cl>Zn>Mn>N>Fe>Cu>P>K	-۹۳/۵۵	۸/۲۵	-۱۰/۱۲	-۲/۴۷	۵/۸۵	-۳۰/۰۰	۵۲/۴۸	۵۰/۹۰	۳/۶۴	۹
۱۶۰	K>P>Cl>Mn>Fe>Zn>Cu>N>B	۴۶/۱۵	۲۲/۸۳	۴/۷۲	-۷/۵۲	۱/۴۵	-۵/۵۰	-۴۴/۷۰	-۳۷/۱۳	۲۴/۵۸	۱۰
۱۶۰	B>Cl>N>Mn>Zn>Fe>Cu>K>P	-۹۷/۶۴	۱۰/۶۷	-۱۰/۱۲	-۱۱/۶۳	-۲/۴۳	-۳۰/۰۰	۵۴/۸۵	۱۳۶/۳۵	۱۲-/۴۱	۱۱
۱۶۰	P>N>K>Zn>B>Cu>Mn>Cl>Fe	۰/۳۱	۵/۹۹	-۰/۷۹	۱۲/۸۲	۳۶/۹۴	۱۵/۵۰	-۴/۴۰	-۴۱/۳۲	-۶/۱۳	۱۲
۷۰	Mn>Fe>Cl>N>Zn>B>K>Cu>P	۳۳/۶۶	۹۳/۳۷	۴/۸۴	-۲۴/۱۶	-۱۵/۰۵	-۹/۰۰	۴۷/۲۱	۱۱۷/۸۶	۴/۶۹	۱۳

۸۰	۵۷/۰	۵۵/۳۸-	۶۸/۵۰۰-	۵۰/۲۱-	۱۳/۲۸-	۷۵/۳۳-	۱۷/۶۱	۹/۳۱	۷۵/۲۱-	Fe> B> P> Mn> Zn> Cl> N> Cu> K
۱۳۰	۵۵/۵۰-	۸۸/۷۷	۳۴/۵۰۱	۰۰/۰۳-	۵۵/۴۱-	۱۵/۵-	۵۳/۲۱-	۱۱/۱-	۳۷/۵۱۱	Cl> N> Fe> Zn> Mn> Cu> P> K> B
۱۳۰	۱۷/۳۱-	۳۸/۷۲-	۶۷/۲۰-	۰۰/۳۸-	۶۳/۸۱	۳۸/۶۱-	۳۸/۳۱	۳/۵۷	۸۷/۴۳	K> P> Cl> Mn> N> Cu> Fe> Zn> B
۷۰	۸۷/۰۱-	۶۶/۸۱	۵۵/۵۱	۰۰/۵۱	۵۷/۲۱-	۳۶/۷-	۱۷/۶۱	۵۹/۱	۰۳/۳۵	Fe> N> Mn> Cu> K> Zn> Cl> B> P
۱۵۰	۵۵/۶۱	۰۷/۶۳-	۶۳/۴۳	۰۰/۵۳-	۴۳/۶۱	۵۷/۶۱-	۰۷/۳۰	۰۷/۶۱	۷۷/۲۱	P> Cl> Mn> Fe> Cu> K> Zn> B> N
۲۵	۰۷/۰۲-	۸۷/۳۸۱۱	۲۵/۵۱	۰۰/۲۸-	۰۳/۳۳-	۲۵/۶۱-	۲۵/۵۲	۳۸/۳-	۳۶/۳۱-	Fe> Cl> B> Mn> Cu> N> K> Zn> P
۱۲۰	۱۵/۵۳	۱۵/۵۳-	۱۶/۷۱-	۰۵/۱	۷۳/۳۸	۹/۵۰-	۵۷/۵	۷/۵۲	۲/۱	P> K> Mn> Cl> B> Zn> Cu> Fe> N
۴۰	۵۷/۰-	۳۸/۳۴	۶۳/۸۸	۰۰/۷۸۱	۳۸/۶۳-	۶۵/۶۳-	۰۸/۵۰-	۰۳/۰۵	۳۷/۶۶۱	Fe> Mn> Zn> N> K> P> Cu> Cl> B
۱۰۰	۰۶/۶۱	۶۷/۳۵-	۶۵/۰۲-	۰۰/۵	۳۶/۲۶-	۵۵/۱۱	۳۷/۶	۶۷/۵۱	۳۸/۵	K> Fe> Mn> N> B> Cu> P> Zn> Cl
۵۰	۶۷/۳۱-	۵۰/۷۸	۱۵/۷۱	۰۵/۵	۱۰/۵۳-	۵۵/۳۳-	۳۶/۳۱-	۵۰/۵	۱۷/۶۸	N> Cu> P> K> Zn> Cl> Mn> B> Fe
۵۰	۶۳/۲-	۶۷/۳۵-	۶۹/۵۰-	۰۰/۲۱	۳۸/۷۱	۶۶/۶۶-	۰۵/۸	۷۵/۶۵	۰/۰	Cu> Mn> P> N> Fe> Zn> K> Cl> B
۴۰	۶۵/۲-	۱۸۸/۴۳	۰۰/۳۳	۰۵/۵۰-	۷۸/۵۰-	۵۷/۷۳-	۵۷/۱-	۶۵/۶۱-	۵۳/۱۷	N> Zn> Cl> Fe> Cu> K> P> Mn> B
۱۳۰	۷۸/۶-	۱۵/۴۳	۳۶/۵-	۰۵/۶۸-	۰۰/۷۱	۳۸/۶-	۷۰/۲۱-	۶۵/۲-	۵۰/۱۳-	Cl> B> Fe> P> K> Zn> N> Mn> Cu
۸۰	۲۵/۵	۳۸/۲۳-	۶۳/۵۰۱-	۲۲/۵۰	۶۳/۵۱	۵۵/۵-	۴۶/۴۳	۲۲/۷۲-	۲۲/۷۷	Mn> B> Zn> K> Cl> N> Cu> Fe> P
۷۰	۵۵/۱	۳۴/۳۸	۳۸/۷۸۱	۰۵/۵۰-	۲۵/۲۵-	۲۵/۶۲-	۲۲/۳۲	۳۸/۱۱	۵۳/۷-	Mn> B> Cl> Fe> N> Cu> K> Zn> P

۱۰۰	P> K> Mn> B> Cl> Fe> Zn> N> Cu	۶۳/۲۱	۷۰/۵۰	۷۳/۰۳	۵۵/۰۰	۲۲/۰۰	۵۷/۵۲	۶۷/۱	۳۷/۸۰	۱۰/۱
۸۰	Mn> Cu> Cl> Zn> K> N> P> Fe> B	۵۷/۵۱	۳۱/۳۳	۸۷/۸۱	۰۰/۰۰	۶۵/۳۸	۵۷/۶۱	۸۷/۰۱	۷۷/۸۱	۶۵/۳۶
۱۲۰	P> K> B> Zn> Mn> Cu> Cl> N> Fe	۱۷/۲۱	۰۸/۶۳	۶۱/۶۳	۸/۰۰	۸۸/۳۸	۷۵/۱	۵۱/۸	۲۷/۸	۲۲/۵۰
۷۰	K> P> Mn> Cl> Fe> Cu> N> Zn> B	۶۵/۸	۳۱/۸۳	۳۱/۷۰	۰۰/۰۰	۳۳/۷	۶۸/۸۱	۶۰/۸	۶۳/۰۰	۲۲/۲۷
۸۰	Mn> Cu> Fe> Zn> N> K> P> Cl> B	۱۷/۶۸	۱۸/۶۳	۳۶/۸	۰۰/۱۶	۱۷/۵	۶۸/۳۸	۵۰/۳۱	۵۸/۱	۶۱/۰۸
۵۰	P> K> Mn> Fe> Cl> B> Zn> N> Cu	۱۳/۷۸	۳۱/۱۳	۶۱/۶۳	۰۰/۶۱	۸۸/۷	۱۸/۱۱	۷۶/۶۱	۲۰/۰۰	۲۲/۵۶
۱۲۰	B> Fe> Mn> Zn> N> Cu> Cl> K> P	۶۸/۳	۳۸/۰۷	۰۰/۱۰	۰۰/۶۱	۱۷/۲۲	۶۶/۷۷	۱۵/۶	۵۸/۵۱	۶۷/۸۶
۱۰	P> K> Mn> Cu> Zn> N> B> Cl> Fe	۶۶/۲	۳۲/۶۲	۵۰/۳۲	۵۵/۵۰	۸۷/۶۱	۵۸/۲۲	۵۵/۰۱	۷۶/۶۱	۲۲/۸۳
۱۰۰	B> Cl> Fe> Zn> Mn> N> Cu> K> P	۶۶/۸	۸۳/۸۶	۱۷/۰۰	۰۰/۵۵	۸۶/۶۲	۳۶/۷	۰۸/۳۱	۰/۳۱	۷۰/۸
۱۲	K> Cu> P> B> Mn> Zn> Cl> N> Fe	۰۶/۱	۳۸/۷۰	۸۶/۷۰	۰۰/۰۰	۲۰/۰	۰۶/۳۱	۳۸/۱	۳۳/۱۰	۳۶/۶۱
۹۰	Fe> N> Mn> Zn> Cu> K> B> P> Cl	۵۵/۰	۱۸/۶۳	۲۷/۶	۰۰/۳۵	۱۷/۶۸	۳۷/۰	۶۰/۳	۸۷/۷	۳۳/۷۸
۲۵	P> Mn> K> Cu> Zn> Fe> N> B> Cl	۵۵/۱	۱۵/۵۳	۷۷/۸۲	۰۰/۲۷	۶۷/۲	۷۸/۷۲	۳۵/۰۱	۳۶/۶۱	۶۸/۸
۵۰	Fe> Mn> Zn> B> Cu> K> N> P> Cl	۳۳/۳	۰۸/۰۱	۱۶/۲	۰۰/۲۰	۷۷/۶۳	۲۰/۵۲	۲۲/۳۶	۸۷/۶	۳۶/۶۱
۱۷۰	Mn> K> P> Fe> Cu> B> N> Zn> Cl	۱۷/۸۱	۳۸/۷۷	۷۳/۰۳	۰۰/۳۸	۸۱/۷۱	۳۳/۸۳	۵۵/۰۱	۶۵/۷۱	۱۸/۸۱
۸۵	B> Mn> Zn> Fe> K> Cl> Cu> N> P	۶۰/۶۸	۶۷/۸۱	۳۰/۳	۰۰/۳۸	۸۳/۰	۰۶/۶۱	۸۸/۳۸	۲۸/۳۸	۳۰/۶۰

۷۰	P> Mn> Cu> Fe> Zn> N> K> Cl> B	۸۸/۶	۶۷/۲۰۰	۲۷/۸	۰۰/۸۷	۸۸/۰	۰/۰	۶۳/۰	۸۷/۰	۴۴
۸۰	N> Mn> Zn> B> Fe> Cl> K> Cu> P	۳۳/۰	۱۷/۶	۳۶/۱	۰۰/۲	۱۸۷	۶۷/۰	۰/۰	۲۷/۱۳	۴۵
۹۰	B> Mn> Zn> Fe> Cu> Cl> N> K> P	۸۰/۰	۸۸/۷	۶۰/۰	۰۰/۶	۶۵/۱	۳۶/۳	۱۸/۱	۱۷/۱	۴۶
۰۰	K> P> Mn> Cu> Fe> Cl> B> Zn> N	۸۸/۰	۱۵/۰	۳۳/۴	۵/۱	۶۳/۱	۲۸/۷	۵/۷	۳۵/۰	۴۷
۱۲۰	B> Mn> Cl> Zn> Fe> Cu> N> K> P	۱۱/۳	۸۳/۱	۳۸/۶	۱۲/۰	۶۰/۰	۶۲/۲	۱۲/۱	۱۲/۱	۴۸
۱۵۰	P> K> Cl> Mn> Cu> Zn> Fe> N> B	۶۰/۱	۰/۶	۵۶/۲	۰۰/۰	۲۰/۰	۷۸/۸	۳۷/۰	۳۷/۱	۴۹
۰۰	B> Mn> N> Fe> Cl> Cu> Zn> K> P	۷۶/۳	۶۷/۱	۴۴/۵	۱۲/۰	۲۳/۸	۶۰/۰	۳/۵	۲۲/۴	۵۰
۰۰	K> P> Cl> Mn> Cu> Zn> N> Fe> B	۳۶/۳	۱۵/۵	۷۶/۲	۰۰/۳	۱۰/۶	۶/۶	۱۸/۱	۳۸/۰	۵۱
۰۰	Fe> Cu> Zn> N> Mn> P> Cl> K> B	۸۶/۶	۳۸/۳	۷۹/۳	۱۴/۵	۶۸/۰	۱۱/۳	۸/۰	۹/۰	۵۲
۶۰	P> Mn> K> Cu> Zn> Fe> N> B> Cl	۳۳/۰	۱۵/۵	۶۰/۰	۰۰/۹	۸/۳	۳۳/۶	۶/۶	۳۱/۰	۵۳
Mean	Mn> Fe> Zn> N> K> Cu> Cl> B> P	۳/۰	۱۸/۸	۳/۷	۱۲/۹	۳/۲	۵/۱	۱۶/۱	۱۴/۳	

حتی مس از نظر نیاز باغ‌ها به آنها در اولویت آخر هستند و حتی در بسیاری از باغ‌ها زیادی و به‌نوعی سمیت آنها وجود دارد و بین غلظت آنها در برگ و عملکرد درخت همبستگی منفی وجود دارد. با توجه به ارقام مرجع که در این تحقیق به‌دست آمده است می‌توان در هر باغ لیموترش استان هرمزگان تعادل تغذیه‌ای را با روش DOP ارزیابی و تصمیم‌گیری مناسب را انجام داد. همچنین پیشنهاد می‌شود با توجه به نتایج این تحقیق، عناصر کم‌مصرف منگنز و آهن و روی در اولویت مصرف در این باغ‌ها قرار گیرد.



شکل ۴- تأثیر منفی بور برگ بر عملکرد لیموترش.

سپاسگزاری

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

نتیجه‌گیری کلی

با کمک شاخص DOP ترتیب نیاز به عناصر غذایی در باغ‌های لیموترش استان هرمزگان به‌صورت $Mn > Fe > Zn > N > K > Cu > Cl > B > P$ بر این اساس باغ‌های لیموترش در استان هرمزگان از تعادل تغذیه‌ای مطلوبی برخوردار نیستند؛ درحالی‌که بسیاری از این باغ‌ها از کمبود عناصر کم‌مصرف همچون منگنز و آهن رنج می‌برند برخی از عناصر دیگر مانند بور، کلر و

منابع مورد استفاده

- ابطحی ع، ۱۳۷۱. حد تحمل گیاهان به شوری. نشریه فنی شماره ۱۶. بخش خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
- امامی ع، ۱۳۷۵. شرح روش‌های تجزیه گیاه (جلد اول). نشریه شماره ۹۸۲، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت کشاورزی، تهران، ایران. ۱۲۸ صفحه.
- تدین‌نژاد م، ۱۳۸۴. تعیین وضعیت تغذیه‌ای خیارسبز گلخانه‌ای توسط روش انحراف از درصد بهینه (DOP) در برخی از گلخانه‌های اصفهان. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. ۳۰ صفحه.
- ثواقبی غر، ملکوتی مج و اردلان م، ۱۳۷۸. کاربرد روش انحراف از درصد بهینه (DOP) در تعیین تعادل تغذیه‌ای گندم. نشریه ۱۰۹۱، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران. ۹ صفحه.
- دردی‌پور ا، امامی پ و دریاشناس ع، ۱۳۹۱. ارزیابی تعادل تغذیه‌ای در باغ‌های هلو با روش انحراف از درصد بهینه (DOP). مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد ۲، شماره ۱، صفحه‌های ۷۹ تا ۹۴.
- دریاشناس ع م و ثقفی ک، ۱۳۸۹. تعیین و ارزیابی نرم‌های استاندارد عناصر غذایی به‌روش CND برای بهینه‌سازی توصیه‌های کودی در چغندر قند. اولین کنگره چالش‌های کود در ایران: نیم قرن مصرف کود. ۱۲-۱۰ اسفند، هتل المپیک، تهران، ایران.

- حسینی ی، ۱۳۸۹. بررسی مصرف کود در اراضی زراعی استان هرمزگان. اولین کنگره چالش‌های کود در ایران: نیم قرن مصرف کود. ۱۲-۱۰ اسفند، هتل المپیک، تهران، ایران.
- حسینی ی، ۱۳۸۵. بررسی وضعیت تغذیه‌ای لیموترش در باغ‌های میناب و رودان برای تعیین مناسب‌ترین رابطه بین تغذیه و عملکرد آن‌گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. ۳۷ صفحه.
- گودرزی کا، ۱۳۸۶. بررسی رابطه شاخص تعادل غذایی با عملکرد و برخی از خصوصیات کیفی انگور. نهال و بذر، جلد ۲۳، شماره ۱، صفحه‌های ۷۵ تا ۸۵.
- سجادی اس، ۱۳۷۵. تعیین حد متعادل عناصر غذایی در چغندر قند با روش DRIS. نشریه ۹۸۴، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران، ۴۳ صفحه.
- علائی یزدی ف و برزگری فیروزآبادی غر، ۱۳۸۰. تفسیر نتایج آزمون و مدیریت حاصل‌خیزی خاک. دفتر تولید برنامه‌ها و انتشارات فنی مدیریت آموزش و ترویج. سازمان جهاد کشاورزی استان یزد، یزد، ایران.
- صمدی ع و مجیدی ع، ۱۳۸۹. تعیین اعداد مرجع روش تلفیقی تشخیص و توصیه (DRIS) و مقایسه آن با روش انحراف از درصد بهینه (DOP) در انگور سفید بیدانه. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۲۴، شماره ۲، صفحه‌های ۸۹ تا ۱۰۵.
- ملکوتی م ج و طباطبایی س ج، ۱۳۷۸. تغذیه صحیح درختان میوه. نشر آموزش کشاورزی. معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی، سازمان تات، کرج، ایران.
- میران ن و صمدی ع، ۱۳۹۱. ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای چغندر قند با استفاده از روش DRIS و مقایسه آن با روش DOP در استان آذربایجان غربی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، جلد ۱۶، شماره ۶۱، صفحه‌های ۱۹۷ تا ۲۰۶.
- 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.
- Hosseini Y, Basirat M, Saleh J, Reza Zadeh R, Askari AH and Ghoryshi M, 2014. Assessment of nutritional status in date palm (*Phoenix dactylifera*) orchards of cv. Piarom through deviation from optimum percentage (DOP) method. Pp. 459-463. Proceeding of the Fifth International Date Palm Conference. 16 - 18 March., Abu Dhabi, United Arab Emirates.
- Montanes L, Heras L, Abadia J and Sans M, 1993. Plant analysis interpretation based on a new index: deviation from optimum percentage (DOP). Journal of Plant Nutrition 16: 1289-1308.
- Sanz M, 1999. Evaluation of interpretation of DRIS system during growing season of the peach tree: comparison with DOP method. Communications in Soil Science and Plant Analysis 30(7&8): 1025-1036.
- Sharma J, Shikhamany SD, Singh RK and Raghupathi HB, 2005. Diagnosis of nutrient imbalance in Thompson seedless grape grafted on Dog Ridge rootstock by DRIS. Soil Science and Plant Analysis 36: 2823-2838.
- Srivastava SK, 2012. Advances in Citrus Nutrition. Springer Dordrecht Heidelberg New York London. 475 P.
- Sumner ME, 1990. Advances in the use and application of plant analysis. Communications in Soil Science and Plant Analysis 21(13-16): 1409-1430.
- Troeh FR and Thompson LM, 2005. Soils and Soil Fertility. Sixth Edition. Blackwell publishing, Towa, USA.