

ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای کدو با روش‌های تلفیقی تشخیص و توصیه (DRIS) و انحراف از درصد بهینه (DOP) در منطقه خوی

ماهرخ شریف مند^۱، ابراهیم سپهر^{۲*}، احمد بایوردی^۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۱

تاریخ پذیرش: ۹۶/۴/۲۵

۱- کارشناس ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه

۳- عضو هیئت علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: e.sepeher@urmia.ac.ir

چکیده

سیستم تلفیقی تشخیص و توصیه (DRIS) و روش انحراف از درصد بهینه (DOP) از روش‌های مهم برای تفسیر نتایج تجزیه شیمیایی برگ و تشخیص وضعیت تغذیه‌ای گیاهان می‌باشد. به منظور ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای کدو (*Lagenaria Vulgaris*) با استفاده از روش DRIS و DOP و تعیین نرم‌های دریس برای این محصول، نمونه‌های برگ از ۱۲۲ مزرعه کدو در شهرستان خوی جمع‌آوری و غلظت‌های عناصر غذایی B، Cu، Zn، Mn، Fe، Mg، Ca، K، P، N تعیین شدند. مزارع با توجه به عملکرد به دو گروه با عملکرد بالا و پایین تقسیم گردیدند. نرم‌ها و شاخص‌های DRIS محاسبه شدند. میانگین غلظت عناصر غذایی در مزارع کدو با عملکرد بالا به عنوان ارقام مرجع برای محاسبه شاخص‌های DOP استفاده شد. نتایج نشان داد بین مزارع با عملکرد بالا و پایین از لحاظ غلظت عناصر غذایی و نسبت‌های آنها تفاوت معنادار وجود دارد و دامنه کفایت غلظت عناصر غذایی در برگ کدو برای عناصر N، P، K، Ca، Mg، Fe، Mn، Zn، Cu به ترتیب: ۰/۷-۴/۲، ۰/۳-۳/۳، ۰/۴-۴/۶، ۰/۳-۱/۱، ۰/۵۳-۷۸/۰، ۰/۰-۷۸/۵۳ درصد و برای عناصر B، Cu، Zn، Mn، Fe به ترتیب: ۱۵۵-۲۰۶، ۱۱۶-۱۵۴، ۰/۵-۴۹/۷، ۰/۹-۱۰/۹-۱۵/۴، ۸/۴-۷۰/۵۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد. براساس شاخص‌های DRIS و DOP عناصر پتاسیم و روی منفی ترین شاخص‌ها را داشتند. شاخص‌های تعادل تغذیه‌ای DRIS و DOP در مزارع با عملکرد پایین بزرگتر از صفر به دست آمد که نشان‌دهنده عدم تعادل عناصر غذایی در این مزارع می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: کدو، وضعیت تغذیه‌ای، DOP، DRIS

Evaluation of Nutritional Status of Squash through Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) and Deviation from Optimum Percentage (DOP) Methods in Khoy

M Sharifmand¹, E Sepehr^{2*}, A Bybordi³

Received: June 21, 2016

Accepted: July 16, 2017

¹M.Sc Student, Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

²Associate Prof. of Soil Chemistry and Fertility, Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

³Member of the Scientific Staff at Soil and Water Research Department, East Azarbaijan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran

*Corresponding author: e.sepeher@urmia.ac.ir

Abstract

Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) and deviation from optimum percentage (DOP) method are from important methods for interpretation of the results of chemical analysis and diagnosis of nutritional status of plants. In order to evaluate the nutritional status of squash (*Lagenaria Vulgaris*) through DRIS and DOP and to determine DRIS norms for this crop, 122 leaf samples were collected from squash fields in Khoy and N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu and B were analyzed. The squash fields were divided into high and low yielding groups. The DRIS norms were calculated from high yielding fields' data. The mean of nutrient concentration in high yielding fields were selected as norms for the calculation of DOP indices. Too, Results showed that there were significantly differences between high and low yielding fields in terms of nutrients concentration and their ratios. Sufficiency ranges of nutrients concentration in squash leaves were determined as 2/7-4/0, 0/32-0/46, 3/3-4/6, 1/3-1/9 and 0/53-0/78 for N, P, K, Ca and Mg and 155-206, 116-154, 49/5-66/7, 10/9-15/4 and 57/4-70/8 mg/kg for Fe, Mn, Zn, Cu and B respectively. Based on DRIS and DOP indices, potassium and zinc had the most negative indices among macro and micro nutrients, respectively. DRIS and DOP nutritional balance indices (NBI) in low yielding fields were greater than zero indicating nutritional imbalances in these fields.

Keywords: DOP, DRIS, Nutritional Status, Squash

مقدمه

برگ، اصلی‌ترین و مهم‌ترین محل متابولیسم گیاه است و غلظت عناصر غذایی در برگ در مراحل خاصی از رشد و تکامل گیاه، قادر است عملکرد آن را تحت تأثیر قرار دهد (بولد ۱۹۶۶). تجزیه آن و تفسیر نتایج به‌دست آمده، به شرطی که براساس روشی درست انجام گیرد، می‌تواند اطلاعات خوبی از وضعیت تغذیه گیاه به‌دست داده و به دنبال آن توصیه‌های کودی مناسب انجام پذیرد. بنابراین آنالیز بافت گیاه ابزار مفیدی برای تشخیص وضعیت تغذیه‌ای گیاهان می‌باشد. تاکنون روش‌های تفسیر نتایج تجزیه گیاه نظیر دامنه غلظت بحرانی توسط اولریچ (۱۹۵۲)، روش تلفیقی تشخیص و توصیه (DRIS) توسط بیوفیلز (۱۹۷۳)، روش تشخیص ترکیبی عناصر

کدو یکی از محصولات استراتژیک و مهم شهرستان خوی می‌باشد، حدود ۱۵ هزار هکتار از اراضی این شهرستان به کشت تخم کدو اختصاص داده شده است. تغذیه گیاه به عنوان یک عامل تأثیر گذار، تابعی از اثرات متقابل عناصر غذایی و شرایط محیطی است، لذا تعیین دقیق مقدار و ترتیب نیاز عناصر غذایی هر گیاه زراعی نیازمند روش علمی مبتنی بر اندازه‌گیری و تفسیر صحیح است تا بتوان میزان کمبود عناصر غذایی را تعیین نمود (تیسدل و همکاران ۱۹۹۳). به این منظور روش آزمون خاک، تجزیه گیاه، تشخیص علایم ظاهری و یا تلفیقی از آن‌ها استفاده می‌شود که هر کدام دارای معایب و محاسنی است (سجادی ۱۳۷۵).

روش دریس برای تفسیر به اطلاعات وسیعی نیاز دارد و جمع‌آوری این اطلاعات در عمل هزینه بالایی داشته و مشکل است. روش دیگر انحراف از درصد بهینه می‌باشد که نسبت به دریس ساده و آسان است. این روش نیز همانند روش دریس، برای هر عنصر غذایی شاخصی را محاسبه و آن‌ها را به صورت اعداد مثبت، منفی یا صفر مشخص می‌نماید که به ترتیب بیانگر زیادی، کمبود یا غلظت مناسب عنصر غذایی در گیاه می‌باشد. در این روش نیز منفی‌ترین شاخص، عامل محدودکننده تغذیه گیاه می‌باشد و ترتیب نیاز از شاخص منفی به مثبت خواهد بود. همچنین در این روش با محاسبه مجموع قدرمطلق شاخص‌های انحراف از درصد بهینه، می‌توان به شدت خروج از حالت تعادل پی برد. در این صورت عدد صفر بیانگر حالت تعادل و هرچه عدد بزرگتر شود، نشان‌دهنده انحراف بیشتر از حالت تعادل می‌باشد (دردی پور و همکاران ۱۳۹۱).

در دو دهه اخیر با استفاده از روش دریس حد متعادل عناصر غذایی برای بسیاری از محصولات زراعی تعیین شد. در ایران نیز از این روش در تعیین حد بهینه (نرم) عناصر غذایی محصولاتی چون ذرت و سیب زمینی (ملکوتی ۱۳۷۹)، چغندر (سجادی ۱۳۷۵)، گندم (توشیح ۱۳۷۱)، استفاده شده است. همچنین نرم‌های دریس در آلمان برای تاکستان‌های انگور (اسکالر و لونرتز، ۱۹۸۴) و موز (آنگلز و همکاران ۱۹۹۰) تعیین شده است. شاخص‌های DOP نیز برای گیاهان زراعی و باغی مختلف از جمله گیلاس (جیمنز و همکاران ۲۰۰۷) و کاج (صالح و آندرسون ۱۹۹۹) تعیین شده است.

با توجه به این‌که کدو یکی از محصولات کشاورزی مهم شهرستان خوی می‌باشد و تحقیقات زیادی در تغذیه آن انجام نشده است لذا این پژوهش با هدف بررسی وضعیت تغذیه‌ای مزارع کدو با استفاده از روش‌های DRIS و DOP و تعیین نرم‌های دریس برای این محصول انجام گردید و در نهایت دامنه بهینه عناصر غذایی برای این محصول تعیین گردیدند.

غذایی توسط پرنس و دافیر (۱۹۹۲) و روش انحراف از حد بهینه (DOP) توسط مونتانس و همکاران (۱۹۹۳) استفاده شده‌اند.

روش غلظت بحرانی که عملکرد را به غلظت عناصر غذایی ارتباط می‌دهد معمولاً برای تفسیر ترکیب عناصر غذایی گیاه به صورت کمبود، کفایت، مصرف لوکس یا زیادی استفاده می‌شود. هر کدام از این محدوده‌ها به صورت ارقام مرجع برای مرحله معینی از رشد با وسعت زیادی از غلظت عناصر غذایی ارائه شده است (دریاشناس و ثقفی ۱۳۹۰). این روش دارای معایبی نظیر محدودیت زمان و محل نمونه‌برداری گیاه، عدم توجه به سایر شرایط محیطی موثر در رشد و اثرات متقابل عناصر غذایی می‌باشد. در روش دریس با در نظر گرفتن فرم‌های بیان دو عنصری مانند ... N/P ، N/K تا حدود زیادی اثرات متقابل عناصر منظور گردید. ارقام مرجع نیز در این روش به صورت فرم‌های بیان دو عنصری هستند که وضعیت هر عنصر به صورت شاخص عنصر غذایی نظیر I_K, I_P, I_N, \dots از طریق محاسبه تابع نسبت دو عنصری کلیه عناصر بیان می‌شود. در واقع در روش دریس شاخص هر عنصر غذایی میانگینی از نسبت‌های دو عنصری می‌باشد (موثراً فیلو ۲۰۰۴). همچنین در این روش با محاسبه شاخص تعادل عناصر غذایی (NBI)، می‌توان به میزان انحراف از حالت تعادل پی برد و ناهنجاری‌های تغذیه‌ای را شناسایی نمود. از آنجا که میزان عملکرد همیشه تابع غلظت عنصری است که در محدودیت قرار دارد، بنابراین تشخیص تعادل عناصر غذایی و ترتیب نیاز آنها بسیار مهم است (ملکوتی و همایی ۱۳۷۳).

از مزیت‌های روش دریس نسبت به سایر روش‌های توصیه کودی می‌توان به نبود وابستگی نتایج تجزیه گیاه به سن فیزیولوژیک، حساسیت کمتر این روش به نوع واریته و محل نمونه‌برداری، تعیین اولویت نیاز گیاه به عناصر غذایی و در واقع تعیین وضعیت تعادل عناصر غذایی در گیاه اشاره نمود (اسماعیلی و همکاران ۱۳۷۹).

مواد و روش‌ها

نمونه برداری از برگ

به منظور ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای کدو با استفاده از روش‌های DRIS و DOP نمونه برداری تصادفی و تجزیه شیمیایی برگ‌ها در شهرستان خوی انجام گردید. مناطق مورد مطالعه از نظر موقعیت جغرافیایی در قسمت شمالی آذربایجان غربی بین ۲۸ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۴۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۴۵ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی واقع شده است. در این مطالعه تعداد ۱۲۲ مزرعه انتخاب و فرم‌های یادداشت برداری برای آنها تکمیل و از برگ‌های کامل و سالم نمونه برداری انجام شد.

تجزیه برگ

بعد از خشک کردن نمونه‌های برگ در ۷۰ درجه سلسیوس بمدت ۷۲ ساعت و آسیاب کردن آنها، هضم نمونه گیاهی برای اندازه‌گیری عنصر نیتروژن کل با استفاده از اسید سولفوسالسیلیک و به کمک دستگاه کجلدال به انجام رسید (امامی ۱۳۷۵). هضم نمونه‌های گیاهی برای اندازه‌گیری سایر عناصر به روش اکسایش خشک انجام شد. در عصاره صاف شده غلظت K توسط نشر شعله‌ای، غلظت P به روش مولیبدات و انادات توسط دستگاه اسپکتروفتومتر، غلظت Cu و Mn، Zn، Fe، Mg توسط اسپکتروسکوپی جذب اتمی و غلظت عنصر بور (B) به روش کالریتری آزموتین H تعیین و نسبت عناصر آنها محاسبه گردید (امامی ۱۳۷۵).

تعیین عملکرد مزارع و گروه بندی مزارع

در زمان برداشت محصول (هفته آخر شهریور تا هفته اول مهرماه) با بازدید از هر مزرعه کدو عملکردها یادداشت شد و مزارع به دو گروه با عملکرد بالا و پایین تقسیم گردید. مزارع با عملکرد بالا جهت تعیین اعداد مرجع مورد استفاده قرار گرفت و از فرم‌های بیان تعریف شده برای تشخیص عدم تعادل عنصر غذایی در مزارع با عملکرد پایین استفاده شد. معیار مورد استفاده برای تقسیم مزارع به دو گروه با عملکرد بالا و پایین، میانگین عملکرد و انحراف معیار بود (شارما و همکاران ۲۰۰۵).

(SD + میانگین عملکرد) \leq مزارع با عملکرد پایین

(SD + میانگین عملکرد) \geq مزارع با عملکرد بالا

با توجه به معیار فوق ۱۷ درصد از مزارع در گروه با عملکرد بالا و سایر مزارع در گروه با عملکرد پایین قرار گرفتند. میانگین عملکرد در کل مزارع ۶۷۴/۵ کیلوگرم بر هکتار و انحراف معیار ۱۷۵/۲ محاسبه گردید.

تعیین نرم عناصر

بر طبق نظر بیوفیلز (۱۹۷۳)، میانگین، واریانس و ضریب تغییرات (CV) برای کلیه جفت عناصر غذایی برای هر دو گروه عملکردی (عملکرد بالا و پایین) تعیین شد. برای انتخاب نرم یا نسبت عناصر غذایی مرجع از توزیع آماری F که توسط والورث و سامنر (۱۹۸۷) توصیف شده است، استفاده شد. مقدار عددی F از محاسبه نسبت واریانس فرم بیان در مزارع با عملکرد پایین به واریانس همان فرم بیان در مزارع با عملکرد بالا محاسبه گردید. سپس فرم بیان با بزرگترین نسبت واریانس به عنوان نرم مناسب برای محاسبه شاخص-های دریس عناصر غذایی و ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاه کدو انتخاب شد. انتخاب بزرگترین نسبت واریانس تا حد قابل اعتمادی بیانگر آن است که کدام یک از فرم-های بیان اثرات فیزیولوژیکی قابل توجهی در گیاه دارند (مدال-جانسون و سامنر ۱۹۸۰).

محاسبه شاخص‌های دریس

پس از تعیین ارقام مرجع گیاهی، مقایسه نتایج تجزیه برگی مزارع با عملکرد پایین با ارقام مرجع انجام گردید. شاخص‌ها وضعیت نسبی عناصر غذایی اندام‌های گیاهی را مشخص می‌کنند و پرنیازترین عنصر غذایی به صورت منفی‌ترین شاخص (بیشترین نیاز) و کم نیازترین آنها با مثبت‌ترین شاخص بیان می‌شود. هرچه شاخص به صفر نزدیک شود تعادل عناصر غذایی بهتر است.

با در نظر گرفتن A تا N عنصر، فرمول‌های کالبراسیون برای تعیین شاخص عناصر و توابع مربوطه به روش بیوفیلز به شرح ذیل قابل محاسبه خواهد بود:

$$A \text{ index} = \frac{f\left(\frac{A}{B}\right) + f\left(\frac{A}{C}\right) + f\left(\frac{A}{D}\right) \dots + f\left(\frac{A}{N}\right)}{z}$$

$$B \text{ index} = \frac{[-f\left(\frac{A}{B}\right) + f\left(\frac{B}{C}\right) + f\left(\frac{B}{D}\right) \dots + f\left(\frac{B}{N}\right)]}{z}$$

$$C \text{ index} = \frac{[-f\left(\frac{A}{C}\right) - f\left(\frac{B}{C}\right) + f\left(\frac{C}{D}\right) \dots + f\left(\frac{C}{N}\right)]}{z}$$

$$\text{if } \frac{A}{B} > \frac{a}{b} \quad f\left(\frac{A}{B}\right) = \left(\frac{\frac{A}{B}}{\frac{a}{b}} - 1\right) \cdot \frac{1000}{CV}$$

$$\text{if } \frac{A}{B} < \frac{a}{b} \quad f\left(\frac{A}{B}\right) = \left(1 - \frac{\frac{a}{b}}{\frac{A}{B}}\right) \cdot \frac{1000}{CV}$$

$$\text{if } \frac{A}{B} = \frac{a}{b} \quad f\left(\frac{A}{B}\right) = 0$$

شاخص تعادل تغذیه‌ای (ΣDOP) از مجموع شاخص‌های DOP بدون در نظر گرفتن علامت آنها به دست می‌آید:

$$\Sigma DOP = |IA| + |IB| + |IC| + \dots + |IN|$$

نتایج و بحث

با ۱۲۲ نمونه گیاه شامل پهنک برگ از مزارع کدو در شهرستان خوی یک بانک اطلاعاتی حاوی ۱۲۲۰ داده آزمایشگاهی ایجاد گردید. ابتدا کل جامعه مورد مطالعه براساس روش شارما و همکاران (۲۰۰۵) به دو گروه عملکرد کم و زیاد تقسیم شدند. ۲۱ مزرعه در گروه مزارع با عملکرد بالا و ۱۰۱ مزرعه در گروه مزارع با عملکرد پایین قرار گرفتند. میانگین عملکرد در مزارع با عملکرد بالا ۹۰۶ کیلوگرم بر هکتار و در مزارع با عملکرد پایین ۶۲۶ کیلوگرم بر هکتار بود. میانگین $\pm SD$ ضریب تغییرات (CV) و نسبت واریانس عملکرد پایین به بالا غلظت‌های عناصر غذایی در مزارع با عملکرد بالا و پایین و عملکرد کدو در جدول ۱ نشان داده شده است.

براساس بیشترین نسبت واریانس، از ۹۰ نسبت دوگانه ایجاد شده تعداد ۴۵ نسبت عنصر غذایی به عنوان نرم-های دریس انتخاب شدند (هارتز و همکاران ۱۹۹۸). از ۴۵ نرم، ۳۴ نرم با نسبت واریانس بیشتر از ۲ بود (جدول ۲)، که حاکی از اهمیت این نسبت‌ها در تشخیص تغذیه‌ای می‌باشد چون در این روش انتظار می‌رود که نسبت دوگانه محصول با عملکرد بالا (جامعه مرجع) تغییر

در روابط فوق، مقدار نسبت غلظت دو عنصر و مقدار $\frac{a}{b}$ بهینه (نرم) آن نسبت؛ CV، ضریب تغییرات مربوط به داده‌های جامعه مرجع می‌باشد.

شاخص تعادل عناصر غذایی دریس از مجموع قدر مطلق شاخص‌های دریس محاسبه می‌گردد. این شاخص می‌تواند به عنوان معیاری برای ارزیابی وضعیت تغذیه-ای گیاه استفاده شود. شاخص تعادل تغذیه‌ای دریس برای هر مزرعه از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$NBI = |I_A| + |I_B| + |I_C| + \dots + |I_N|$$

تعیین دامنه غلظت عناصر غذایی با استفاده از روش دریس

دامنه کفایت غلظت عناصر غذایی پرنیاز و کم‌نیاز در برگ کدو با استفاده از روش DRIS تعیین شدند. حدود کافی ارقامی است که از محاسبه $(4/3 SD - \text{میانگین})$ تا $(4/3SD + \text{میانگین})$ به دست آمد، حدود کم ارقام کم تر از $4/3 - (\text{میانگین})$ و ارقام بین $(4/3 SD + \text{میانگین})$ تا $(8/3 SD + \text{میانگین})$ به عنوان حدود زیاد در نظر گرفته شد (هاندل و همکاران ۲۰۰۵).

انحراف از درصد بهینه

شاخص DOP برای تشخیص وضعیت تغذیه‌ای مزارع کدو از رابطه ریاضی زیر محاسبه شد:

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

در این رابطه C غلظت عنصر غذایی در نمونه برگ مزارع کدو با عملکرد پایین و C_{ref} غلظت مطلوب عنصر غذایی (بهینه) در برگ کدو می‌باشد.

کدو با عملکرد بالا و نرم‌های دریس در جدول ۲ نشان داده شده است.

کمتری از مزارع کدو با عملکرد پایین نشان دهد. میانگین نسبت عناصر غذایی، ضریب تغییرات و نسبت واریانس غلظت‌های عناصر غذایی در نمونه‌های برگ در مزارع

جدول ۱- میانگین \pm انحراف معیار (SD)، ضریب تغییرات (CV) و نسبت واریانس بین مزارع با عملکرد پایین و بالا (S^2L/S^2H) برای غلظت‌های عناصر غذایی و عملکرد کدو در مزارع با عملکرد بالا و پایین.

S^2L/S^2H	CV (%)		Mean \pm SD		متغیر
	عملکرد پایین	عملکرد بالا	عملکرد پایین	عملکرد بالا	
۰/۸۶	۱۸	۱۴	۲/۴ \pm ۰/۴۴	۳/۳ \pm ۰/۴۸	N (%)
۰/۶۶	۱۵	۱۲	۰/۲ \pm ۰/۰۴	۰/۳ \pm ۰/۰۴	P (%)
۰/۴۶	۱۲	۱۲	۲/۶ \pm ۰/۳۳	۴/۰ \pm ۰/۴۸	K (%)
۰/۹۳	۱۸	۱۳	۱/۱ \pm ۰/۲۱	۱/۶ \pm ۰/۲۲	Ca (%)
۰/۵۸	۱۶	۱۴	۰/۴ \pm ۰/۰۷	۰/۶ \pm ۰/۰۹	Mg (%)
۰/۵۸	۱۱	۱۰	۱۳۱ \pm ۱۴/۶	۱۸۱ \pm ۱۹/۱	Fe(mg kg ⁻¹)
۰/۶۱	۹	۱۰	۱۱۳ \pm ۱۱/۱	۱۳۵ \pm ۱۴/۲	Mn(mg kg ⁻¹)
۱/۶۷	۲۰	۱۱	۴۰/۳ \pm ۸/۳۱	۵۸/۱ \pm ۶/۴	Zn(mg kg ⁻¹)
۰/۶۶	۱۲	۱۲	۱۰/۹ \pm ۱/۳۶	۱۳/۲ \pm ۱/۶۸	Cu(mg kg ⁻¹)
۲/۰۱	۱۳	۷	۵۲/۸ \pm ۷/۱	۶۴/۱ \pm ۵/۰	B(mg kg ⁻¹)
۸/۱۸	۲۴	۵	۶۲۶ \pm ۱۵۱/۶	۹۰۶ \pm ۵۳	Yield(kg/ha)

جدول ۲- نسبت عناصر غذایی، ضریب تغییرات و نسبت واریانس غلظت‌های عناصر غذایی در نمونه‌های برگ در مزارع کدو با عملکرد بالا و نرم‌های دریس.

S^2L/S^2H	CV (%)	Mean	فرم بیان	S^2L/S^2H	CV (%)	Mean	فرم بیان
۲/۵	۱۲	۳ $\times 10^{-۴}$	Cu/K	۲/۷	۱۴	۸/۶	N/P
۱/۱	۱۱	۶۲۵	K/B	۲/۶	۱۳	۰/۱	P/N
۲/۸	۱۲	۱ $\times 10^{-۳}$	B/K	۲/۹	۱۳	۰/۸	N/K
۲/۰	۱۶	۲/۵	Ca/Mg	۲/۴	۱۳	۱/۱	K/N
۲/۶	۱۷	۰/۳	Mg/Ca	۱/۹	۲۲	۲/۰	N/Ca
۱/۶	۱۵	۹۳/۴	Ca/Fe	۱/۳	۲۰	۰/۵	Ca/N
۲/۵	۱۷	۱ $\times 10^{-۲}$	Fe/Ca	۴/۰	۱۲	۵/۱	N/Mg
۰/۸	۱۶	۱۲۵	Ca/Mn	۳/۵	۱۳	۰/۱	Mg/N
۲/۸	۱۸	۸ $\times 10^{-۳}$	Mn/Ca	۲/۱	۱۲	۱۸۶	N/Fe
۳/۲	۱۶	۲۹۱	Ca/Zn	۲/۹	۱۲	۵ $\times 10^{-۳}$	Fe/N
۲/۵	۱۷	۳ $\times 10^{-۳}$	Zn/Ca	۱/۱	۱۴	۲۵۰	N/Mn
۰/۹	۱۷	۱۲۸۶	Ca/Cu	۲/۶	۱۳	۴ $\times 10^{-۳}$	Mn/N
۲/۱	۱۹	۸ $\times 10^{-۴}$	Cu/Ca	۳/۶	۱۵	۵۸۵	N/Zn
۲/۰	۱۲	۲۶۲	Ca/B	۳/۰	۱۴	۱ $\times 10^{-۳}$	Zn/N
۵/۳	۱۴	۳ $\times 10^{-۳}$	B/Ca	۱/۶	۱۳	۲۵۶۷	N/Cu

ادامه جدول ۲

۱/۱	۱۷	۳۶/۶	Mg/Fe	۳/۱	۱۳	۳ × ۱۰ ^{-۴}	Cu/N
۲/۸	۱۳	۲ × ۱۰ ^{-۲}	Fe/Mg	۱/۰	۱۴	۵۲۸	N/B
۰/۸	۱۵	۴۸/۹	Mg/Mn	۱/۹	۱۵	۲ × ۱۰ ^{-۳}	B/N
۲/۲	۱۴	۲ × ۱۰ ^{-۲}	Mn/Mg	۱/۱	۱۷	۰/۱	P/K
۳/۱	۱۴	۱۱۴	Mg/Zn	۱/۲	۱۷	۱۰/۲	K/P
۳/۰	۱۳	۸ × ۱۰ ^{-۳}	Zn/Mg	۰/۸	۲۵	۰/۲	P/Ca
۱/۳	۱۴	۵۰۱	Mg/Cu	۰/۸	۲۲	۴/۳	Ca/P
۵/۳	۱۱	۲ × ۱۰ ^{-۳}	Cu/Mg	۱/۴	۱۸	۰/۶	P/Mg
۱/۵	۱۲	۱۰۲	Mg/B	۱/۲	۱۹	۱/۶	Mg/P
۵/۲	۱۱	۹ × ۱۰ ^{-۳}	B/Mg	۰/۷	۱۷	۲۲	P/Fe
۰/۸	۱۲	۱/۳	Fe/Mn	۱/۲	۱۶	۴ × ۱۰ ^{-۲}	Fe/P
۱/۳	۱۳	۰/۷	Mn/Fe	۱/۳	۱۱	۲۹/۲	P/Mn
۵/۷	۱۰	۳/۱	Fe/Zn	۳/۶	۱۱	۳ × ۱۰ ^{-۲}	Mn/P
۴/۲	۹۰	۰/۳	Zn/Fe	۱/۹	۱۷	۶۸/۸	P/Zn

ادامه جدول ۲- نسبت عناصر غذایی، ضریب تغییرات و نسبت واریانس غلظت‌های عناصر غذایی در نمونه‌های برگ در مزارع کدو با عملکرد بالا و نرم‌های دریس.

S^2L/S^2H	CV (%)	Mean	فرم بیان	S^2L/S^2H	CV (%)	Mean	فرم بیان
۲/۷	۸۰	۱۳/۷	Fe/Cu	۲/۱	۱۶	۱ × ۱۰ ^{-۲}	Zn/P
۳/۶	۸۰	۷ × ۱۰ ^{-۲}	Cu/Fe	۰/۸	۱۵	۳۰۱	P/Cu
۴/۳	۷۰	۲/۸	Fe/B	۱/۹	۱۵	۳ × ۱۰ ^{-۳}	Cu/P
۵/۷	۷۰	۰/۳	B/Fe	۰/۷	۱۷	۶۲/۲	P/B
۳/۳	۱۴	۲/۳	Mn/Zn	۲/۰	۱۶	۱ × ۱۰ ^{-۲}	B/P
۱/۵	۱۳	۰/۴	Zn/Mn	۱/۲	۲۱	۲/۴	K/Ca
۱/۳	۱۲	۱۰/۳	Mn/Cu	۱/۲	۱۹	۰/۴	Ca/K
۱/۲	۱۲	۹ × ۱۰ ^{-۲}	Cu/Mn	۲/۱	۱۴	۶/۱	K/Mg
۱/۴	۱۲	۲/۱	Mn/B	۱/۸	۱۵	۰/۱	Mg/K
۱/۴	۱۱	۰/۴	B/Mn	۱/۶	۱۱	۲۲۱	K/Fe
۳/۹	۸۰	۴/۴	Zn/Cu	۳/۰	۱۰	۴ × ۱۰ ^{-۳}	Fe/K
۹/۰	۸	۰/۲	Cu/Zn	۰/۹	۱۲	۲۹۶	K/Mn
۴/۴	۹	۰/۹	Zn/B	۲/۰	۱۲	۳ × ۱۰ ^{-۳}	Mn/K
۷/۸	۱۰	۱/۱	B/Zn	۵/۴	۱۱	۶۹۱	K/Zn
۲۱	۱۰	۰/۲	Cu/B	۴/۶	۱۲	۱ × ۱۰ ^{-۳}	Zn/K
۲/۵	۹۰	۴/۸	B/Cu	۱/۲	۱۱	۳۰۴۲	K/Cu

حدود کم، کافی و زیاد عناصر غذایی در نمونه‌های برگ در جدول ۳ نشان داده شده است.

دامنه غلظت عناصر غذایی را می‌توان با استفاده از روش دریس محاسبه کرد (بارقاوا و چدها ۱۹۸۸).

جدول ۳- دامنه غلظت عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف در برگ کدو مستخرج از روش دریس.

دامنه غلظت عناصر غذایی			
عنصر	کم	کافی	زیاد
N (%)	<۲/۷	۴/۰-۲/۷	۴/۶-۴/۰
P (%)	<۰/۳	۰/۴-۰/۳	۰/۵-۰/۴
K (%)	<۳/۳	۴/۶-۳/۳	۵/۳-۴/۶
Ca (%)	<۱/۳	۱/۹-۱/۳	۲/۲-۱/۹
Mg (%)	<۰/۵	۰/۷-۰/۵	۰/۹-۰/۷
Fe(mg kg ⁻¹)	<۱۵۵	۲۰۶-۱۵۵	۲۳۲-۲۰۶
Mn(mg kg ⁻¹)	<۱۱۶	۱۵۴-۱۱۶	۱۷۳-۱۵۴
Zn(mg kg ⁻¹)	<۴۹/۵	۶۶/۷-۴۹/۵	۷۵/۲-۶۶/۷
Cu(mg kg ⁻¹)	<۱۰/۹	۱۵/۴-۱۰/۹	۱۷/۷-۱۵/۴
B(mg kg ⁻¹)	<۵۷/۴	۷۰/۸-۵۷/۴	۷۷/۵-۷۰/۸

ترتیب نیاز عناصر غذایی با استفاده از شاخص‌های دریس محاسبه گردید و شاخص‌های برآورد شده دریس برای عناصر غذایی پرمصرف (N, P, K, Ca, Mg) و عناصر غذایی کم‌مصرف (Fe, Mn, Zn, Cu, B) در مزارع با عملکرد پایین به صورت اعدادی با علامت مثبت نشانه حالت بیشبود و علامت منفی نشانه کمبود و شاخص‌هایی با عدد صفر نشانه حالت تعادل عناصر غذایی مورد مورد نظر می‌باشد که ۱۵ نمونه در جدول ۴ نشان داده شده است.

همان‌گونه که از ارقام جدول برمی‌آید در بین عناصر پرمصرف در تمامی مزارع با عملکرد پایین مثبت‌ترین شاخص دریس، عنصر نیتروژن و منفی‌ترین شاخص عنصر پتاسیم می‌باشد. شاخص پتاسیم در ۸۰ درصد از مزارع منفی بود به طوری که در ۳۷ درصد از این مزارع از نظر کمبود در اولویت اول قرار داشت. کشت مستمر گیاهان زراعی بخصوص گیاهان پرتوقع نسبت به پتاسیم در منطقه خوی سبب تخلیه مقدار قابل توجهی از پتاسیم قابل استفاده خاک می‌شود (دولتی و همکاران ۱۳۸۶). پیغامی و همکاران (۱۳۹۴) با مقایسه خاک‌های زراعی و غیر زراعی در این منطقه گزارش کردند که مدیریت کشت منطقه و نحوه مدیریت کودی زارعین منجر به کاهش میزان پتاسیم از خاک‌های زراعی و در نتیجه افزایش

پارامترهای جذب در این خاک‌ها شده است. سپهر و ملکوتی (۱۳۸۳) نیز دریافتند مصرف پتاسیم در خاک‌های منطقه خوی عملکرد دانه و میزان روغن را در محصول آفتابگردان افزایش می‌دهد. بعد از پتاسیم، عنصر فسفر بیشترین کمبود را به خود اختصاص داد. به دلیل وجود شرایط آهکی و تثبیت فسفر توسط رس‌ها، فسفر با کلسیم به صورت فلورآپاتیت و هیدروکسی آپاتیت رسوب می‌کند (برتراند و همکاران ۲۰۰۳). شیروانی و شریعتمداری (۱۳۸۱) نیز بیان کردند مقدار نیاز استاندارد فسفر (SPR) به شدت تحت تاثیر میزان رس، آهک و ظرفیت بافری خاک است. بیاض‌زاده و همکاران (۱۳۹۴) با بررسی ایزوترم‌های جذب فسفر در منطقه خوی میزان نیاز استاندارد فسفر (SPR) برای خاک‌های زراعی و غیرزراعی را مثبت به دست آورد که نشان دهنده نیاز خاک‌های منطقه به کودهای فسفاته می‌باشد. مثبت بودن شاخص نیتروژن در ۵۵ درصد از مزارع می‌تواند به دلیل استفاده از کود مرغی در زراعت کدو در منطقه خوی باشد که به طور معمول سالیانه حدود ۸ تا ۱۰ تن در هکتار مصرف می‌شود، این کود حاوی مقادیر زیادی اسید اوریک و سایر اوریدها می‌باشد. در هر تن کود مرغی تازه حدود ۳۴-۱۷ کیلوگرم نیتروژن وجود دارد (ابراهیمی و همکاران ۱۳۸۷).

جالیزی مشاهده شده است (سالاردینی ۱۳۸۲). از طرفی عنصر بور در ۸۵ درصد از مزارع مثبت‌ترین شاخص را به خود اختصاص داد. با توجه به اینکه محدوده بین کمبود و سمیت این عنصر در گیاهان بسیار نزدیک به هم می‌باشد لذا در مدیریت عنصر بور باید با احتیاط اقدام شود. در جدول ۵ خلاصه‌ای از خصوصیات خاک‌های زراعی این منطقه نشان داده شده است.

در بین عناصر کم‌مصرف شاخص‌های روی و آهن به ترتیب در ۶۲ و ۵۹ درصد از مزارع منفی بودند (جدول ۴)، وجود شرایط آهکی در خاک‌های منطقه می‌تواند دلیل این کمبود باشد. تهویه خوب، pH بالا، وجود Ca، Mg و نیترات، جذب آهن را کاهش می‌دهد (ملکوتی و همدانی ۱۳۷۰). نتایج تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که نیتروژن انتقال روی را به بخش‌های مریستمی گیاه کاهش می‌دهد (اسنوبل و روبسون ۱۹۹۱). در ایران کمبود روی اغلب در چغندر قند، ذرت و محصولات

جدول ۴ - عملکرد، شاخص‌های دریس و اولویت نیاز عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف در مزارع کدو با عملکرد پایین.

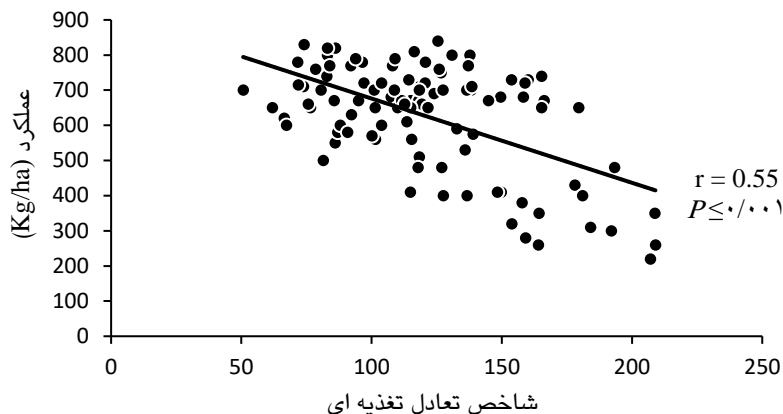
عملکرد	شاخص‌ها											اولویت نیاز عناصر غذایی	NBI
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B			
۳۸۰	۸	-۱۳	-۳۳	۱۰	۰	۱۸	۲۶	۳	۱۳	-۳۲	K>B>P>Mg>Zn>N>Ca>Cu>Fe>Mn	۱۵۶	
۴۱۰	۱۷	-۱۴	-۱۸	-۶	-۱۳	۱	۲۰	-۲۱	۱۹	۱۵	Zn>K>P>Mg>Ca>Fe>B>N>Cu>Mn	۱۴۴	
۴۸۰	۱	-۱۶	-۱۷	-۹	-۷	۱	۲۲	-۱۳	۱۸	۲۰	K>P>Zn>Ca>Mg>Fe>N>Cu>B>Mn	۱۲۴	
۵۱۰	۹	-۳۰	-۷	-۵	۰	۲	۱۴	-۱۶	۴	۲۹	P>Zn>K>Ca>Mg>Fe>Cu>N>Mn>B	۱۱۶	
۵۶۰	۹	-۲۲	-۱۲	۶	۷	-۲	۱۶	-۱۴	۵	۷	P>Zn>K>Fe>Cu>Ca>Mg=B>N>Mn	۱۰۰	
۶۰۰	-۲	-۲۰	-۳	۳	۱۱	-۷	۱۰	-۱۴	۹	۱۳	P>Zn>Fe>K>N>Ca>Cu>Mn>Mg>B	۹۲	
۶۵۰	-۵	-۶	-۱۲	۲۳	۱۵	-۱۰	۲	-۱۲	۰	۵	K=Zn>Fe>P>N>Cu>Mn>B>Mg>Ca	۹۰	
۶۷۰	۲	-۸	-۹	۱	-۴	-۲۶	۸	۵	۱۲	۱۹	Fe>K>P>Mg>Ca>N>Zn>Mn>Cu>B	۹۴	
۷۱۰	۴	-۱۰	-۱۱	-۹	-۶	-۸	۱۴	۶	۱۳	۷	K>P>Ca>Fe>Mg>N>Zn>B>Cu>Mn	۸۸	
۷۳۰	۵	-۸	-۱۱	-۵	-۶	-۳	۱۰	-۸	۹	۱۷	K>P=Zn>Mg>Ca>Fe>N>Cu>Mn>B	۸۲	
۷۶۰	۱	-۶	-۷	۲	۶	-۱۶	۴	-۹	۸	۱۷	Fe>Zn>K>P>N>Ca>Mn>Mg>Cu>B	۷۶	
۷۷۰	۱	-۶	-۱۲	-۲	-۹	۶	۱۴	۵	۷	-۴	K>Mg>P>B>Ca>N>Zn>Fe>Cu>Mn	۶۶	
۷۸۰	-۱	-۱۱	-۹	-۵	-۷	۱	۸	۴	۷	۱۳	P>K>Mg>Ca>N>Fe>Zn>Cu>Mn>B	۶۶	
۸۳۰	۳	-۱	-۴	۱۲	۲	-۷	-۲	-۱۱	۵	۳	Zn>Fe>K>Mn>P>Mg>N=B>Cu>Ca	۵۰	
۸۴۰	۹	-۷	-۱	-۴	-۳	-۵	۴	-۲	۱	۸	P>Fe>Ca>Mg>Zn>K>Cu>Mn>B>N	۴۴	

جدول ۵ - برخی ویژگی‌های خاک مورد مطالعه.

دامنه pH	کربنات کلسیم معادل (CCE)	ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)	پتاسیم تبدالی	پتاسیم محلول
۷/۵ - ۸/۲(-)	۴/۴ - ۱۹ (%)	۱۲ - ۲۸ (cmol/kg)	۰/۰۶ - ۰/۵۴ (mg/kg)	۵۴ - ۶۹۴(mg/kg)

تعادل غذایی و عملکرد کدو وجود داشت که این امر در جدول ۴ نیز قابل مشاهده است. والورث و سامنر (۱۹۸۷) نیز گزارش کردند با افزایش مجموع قدرمطلق شاخص‌های دریس عملکرد کاهش پیدا می‌کند.

شاخص تعادل غذایی (NBI) در مزارع با عملکرد پایین در محدوده بین ۴۴ تا ۲۳۷ به دست آمد که نشان دهنده عدم تعادل بین عناصر غذایی جذب شده به وسیله گیاه کدو می‌باشد. با توجه به شکل ۱ رابطه معکوس بین



شکل ۱ - رابطه بین شاخص تعادل غذایی و عملکرد کدو.

۱۳۸۳). استفاده مستمر از کود مرغی توسط زارعین موجب افزایش نیتروژن خاک در مزارع شده است. کود مرغی علاوه بر داشتن مواد مغذی، یکی از کودهای ارزان قیمت در مقایسه با کودهای متداول در تولید گیاهان زراعی است و از نظر داشتن نیتروژن نسبت به سایر کودهای دامی غنی تر است (لارنس و همکاران ۲۰۰۸ و هیرزل و والتر ۲۰۰۸). در بین عناصر کم مصرف روی منفی ترین شاخص را دارا بود به طوری که در ۳۸٪ از مزارع از نظر نیاز در اولویت اول قرار داشت. شرایط آهکی خاکهای منطقه قابلیت فراهمی عناصر کم مصرف از جمله روی و آهن را با مشکل مواجه کرده است. شاخص بور در برخی مزارع مثبت و در برخی مزارع دیگر منفی بود. پراکندگی جغرافیایی کمبود بور مشخص نیست، این کمبود در مناطقی که چغندر قند کاشته شده قابل مشاهده است.

شاخص تعادل عناصر غذایی DOP که از مجموع قدر مطلق شاخص های DOP محاسبه می گردد می تواند همانند روش DRIS به عنوان معیاری برای ارزیابی وضعیت تغذیه ای گیاه استفاده گردد. در این شاخص تعادل تغذیه ای نیز هرچه مجموع قدر مطلق شاخص ها DOP بیشتر شود، عدم تعادل تغذیه ای بیشتر خواهد شد (مونتانس و همکاران ۱۹۹۵). ΣDOP برآورد شده در کلیه مزارع با عملکرد پایین در محدوده ۱۲۱ تا ۳۸۳ به دست

نرم ها و شاخص های انحراف از درصد بهینه (DOP)

برای محاسبه نرم های DOP، میانگین غلظت عناصر در جامعه گیاهی با عملکرد بالا محاسبه و به عنوان مبنای مقایسه مورد استفاده قرار گرفت. شاخص های محاسبه شده با استفاده از اعداد مرجع، ترتیب نیاز غذایی و شاخص های تعادل تغذیه ای (ΣDOP) در مزارع با عملکرد پایین تعیین شدند.

از لحاظ میانگین شاخص های DOP ترتیب نیاز غذایی برای عناصر پر مصرف به صورت $K > P > Mg > Ca > N$ و عناصر کم مصرف به صورت $Zn > Fe > B > Cu > Mn$ برای مزارع با عملکرد پایین به دست آمد. بر اساس شاخص های DOP در بین عناصر پر مصرف، در حدود ۹۰ درصد از مزارع با عملکرد پایین، پتاسیم دارای شاخص منفی و نیتروژن دارای شاخص مثبت بود به طوری که عنصر پتاسیم در ۳۵ درصد از این مزارع از نظر کمبود و نیتروژن در ۳۸ درصد از مزارع از نظر بیشبود در اولویت اول قرار داشتند. آفتابگردان و چغندر قند که در آیش با کدو کشت می شوند از گیاهان پرنیاز برای پتاسیم می باشند لذا بیشتر مزارع این منطقه با کمبود عنصر پتاسیم مواجه می باشند. نتایج مطالعات متعدد نشان داده که مقدار پتاسیم قابل جذب اکثر خاکها با سرعت بیشتری رو به کاهش بوده و توازن پتاسیم در بسیاری از مزارع منفی گزارش شده است (ملکوتی و همکاران

مورد بررسی کدو با استفاده از شاخص‌های دریس برای عناصر غذایی به صورت $K > Zn > P > Mg > Ca > Fe > N > B > Mn > Cu$ به دست آمد که نشان می‌دهد عناصر پتاسیم و روی از عوامل محدود کننده عملکرد کدو در منطقه خوی می‌باشد و مدیریت کودی صحیح از جمله مصرف کودهای حاوی این عناصر می‌تواند رشد و عملکرد کدو را در این منطقه بهبود ببخشد.

غلظت‌های بهینه عناصر غذایی هم در برگ کدو برای عناصر غذایی N, P, K, Ca, Mg به ترتیب: $۲/۷, ۰/۲۷, ۳/۶, ۱/۴, ۰/۴۸$ درصد و برای عناصر B, Cu, Zn, Mn, Fe به ترتیب: $۱۲۱, ۹۷, ۴۱, ۹, ۳۷$ میلی‌گرم بر کیلوگرم تعیین گردید که می‌تواند در ارزیابی‌های تغذیه‌ای و آنالیز برگی مورد استفاده قرار گیرد و در صورت کم بودن مقدار یک عنصر از مقدار بهینه تعیین شده بهتر است نسبت به مصرف کود حاوی آن عنصر بر اساس شدت کمبود اقدام گردد، البته در این مورد آزمایشات کودی جهت کالیبراسیون مورد نیاز می‌باشد.

آمد که حاکی از عدم تعادل بین عناصر غذایی جذب شده است.

مقایسه شاخص‌های DOP با شاخص‌های DRIS نشان داد که در هر دو ترتیب اولویت بندی عناصر غذایی پرمصرف به صورت $K > P > Mg > Ca > N$ بود ولی در مورد عناصر کم مصرف تنها تفاوت آنها در اولویت چهارم و پنجم بود به طوری که ترتیب اولویت بندی این عناصر بر اساس شاخص‌های DRIS به صورت $Zn > Fe > B > Mn > Cu$ و طبق شاخص‌های DOP به صورت $Zn > Fe > B > Cu > Mn$ به دست آمد.

نتیجه گیری کلی

بر اساس نتایج حاصله مشخص گردید که بین مزارع با عملکرد بالا و پایین از لحاظ عناصر غذایی و نسبت‌های آنها تفاوت معنادار وجود دارد در نتیجه می‌توان گفت که پایین بودن عملکرد در مزارع مورد بررسی مسائل تغذیه‌ای می‌باشد. اولویت بندی عناصر غذایی در مزارع

منابع مورد استفاده

- ابراهیمی ن، افیونی م، کرمی م و رضایی نژادی، ۱۳۸۷. اثر باقیمانده و جمععی کودهای آلی بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم در خاک و گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۲، شماره ۴۶، صفحه‌های ۸۰۳-۸۱۲.
- اسماعیلی م، ۱۳۷۹. گزارش نهایی تعیین حد تعادل عناصر غذایی در سیب با روش دریس. مرکز تحقیقات کشاورزی استان زنجان.
- امامی ع، ۱۳۷۵. روشهای تجزیه گیاه (جلد اول). نشریه فنی شماره ۹۸۲، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
- بیاضزاده ج، سپهر الف و ممتاز ح ر، ۱۳۹۴. مقایسه پارامترهای جذب فسفر در خاک‌های و غیر زراعی منطقه خوی. مجله تحقیقات کاربردی خاک، جلد ۲، شماره ۳، صفحه‌های ۱۴-۲۷.
- پیغامی ح، سپهر الف و ممتاز ح ر، ۱۳۹۴. مقایسه ویژگی‌های جذب پتاسیم در خاک‌های زراعی و غیرزراعی منطقه خوی. مجله تحقیقات کاربردی خاک، جلد ۲، شماره ۱، صفحه‌های ۱-۱۴.
- توشیح و، ۱۳۷۱. تعیین حد متعادل عناصر غذایی در گندم با روش دریس. مجموعه مقالات خاک و آب، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
- دردی پور 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 ۷۹-۹۴.
- دریاشناس ع و ثقفی ک، ۱۳۹۰. تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND) برای چغندر قند. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۲۵، شماره ۱، صفحه‌های ۱-۱۲.

دولتی ب، اوستان ش و صمدی ع، ۱۳۸۶. تخلیه پتاسیم از برخی خاک‌های تحت کشت آفتابگردان در آذربایجان غربی. دهمین کنگره علوم خاک.

سالاردینی ع، ۱۳۸۲. حاصلخیزی خاک. چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران.

سپهر الف و ملکوتی م ج، ۱۳۸۳. تاثیر سطوح مختلف پتاسیم و منیزیم بر کمیت و کیفیت آفتابگردان. مجله علوم خاک و آب، جلد ۱۸، شماره ۱، صفحه‌های ۳۵-۴۵.

سجادی ا، ۱۳۷۵. حد متعادل عناصر غذایی در چغندر قند با روش دریس. نشریه فنی شماره ۹۸۴، موسسه تحقیقات خاک و آب. شیروانی م و شریعتمداری ح، ۱۳۸۱. استفاده از هم دماهای جذب سطحی در تعیین شاخص‌های ظرفیت بافری و نیاز استاندارد

فسفر برخی خاک‌های آهکی استان اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۶، شماره ۱، صفحه‌های ۱۲۱-۱۲۹.

ملکوتی م ج، ۱۳۷۹. روش جامع تشخیص و ضرورت مصرف بهینه کودهای شیمیایی. چاپ پنجم دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

ملکوتی م ج، بای بوردی ا و طباطبایی س ج، ۱۳۸۳، مصرف بهینه کود گامی موثر در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت و کاهش آلاینده در محصولات سبزی و صیفی و ارتقا سطح سلامت جامعه. نشریه علوم کشاورزی کاربرد، تهران، ایران.

ملکوتی م ج و ریاضی همدانی ع ح، ۱۳۷۰. کودها و حاصلخیزی خاک. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی تهران، شماره ۵۹۸.

ملکوتی م ج و همائی م، ۱۳۷۳. حاصلخیزی خاک‌های منطقه خشک " مشکلات و راه حل‌ها". انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، شماره ۲۰.

- Angeles DE, Sumner ME and Barbour NW, 1990. Preliminary nitrogen, phosphorous, and potassium DRIS norms for pineapple. Hort. Sci. 25: 652-6.
- Beaufils ER, 1973. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). A general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. Soil Science, Bull No. 1, University of Natal, Pietermararitzburg, South Africa, 132p.
- Bertrand IR, Holloway E, Armstrong RD and Mclaughlin MJ, 2003. Chemical Characteristics of phosphorus in alkaline soils from southern Australia. Aust. J. Soil Res. 41: 61-76.
- Bhargava BS and Chadha KL, 1988. Developing leaf nutrient guide in fruit crops. Fertilizer News. 33: 21-29.
- Bould C, 1966. Leaf analysis of deciduous trees. P 651-684, In: Childeres, N.F, (ed). Nutrition of fruit crops. Horticultura publications, Rutgers University New Jersey, U.S.A. Chaney R L, 1984. Diagnostic practices to identify iron deficiency in higher plants. J. Plant Nutr. 7: 47-67.
- Hartz TK, Miyao EM and Valencia JG, 1998. Evaluation of the nutritional status of processing tomato. Hort. Sci. Alexandria. 33: 830-832.
- Hirzell J and Walter I, 2008. Availability of nitrogen, phosphorus and potassium from poultry litter and conventional fertilizers in a volcanic soil cultivated with silage corn. Chilean Journal of Agricultural Research 68: 264-273.
- Hundal HS, Singh D and Brar JS, 2005. Diagnosis and recommendation integrated system for monitoring nutrient status of mango trees in Sub-mountainous area of Punjab, India. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 36: 2085-2099.
- Jimenez SJ, Pinochet Y, Gogorcena JA and Betran MAM, 2007. Influence of different vigour cherry rootstocks on leaves and shoots mineral composition. Scientia Horticulturae. 112: 73-79.
- Lawrence JR, Ketterings QM and Cherney JH, 2008. Effect of nitrogen application on yield and quality of silage corn after forage legume-grass. Agronomy Journal 100: 73-79.
- Meldal-Johnsen A and Sumner ME, 1980. Foliar diagnostic norms for potatoes. J. Plant Nutr. 2 (25): 569-576.
- Mourao Filho FAA, 2004. DRIS: Concepts and applications on nutritional diagnosis in fruit crop. Scientia Agricola 61: 550-560.
- Montanes L, Heras L, Abadia J and Sanz M, 1993. Plant analysis interpretation based on a new index: Deviation from Optimum Percentage. J. Plant Nutr. 16: 1289-1308.

- Montañés L, Monge E, Val J and Sanz M, 1995. Interpretative possibilities of plant analysis by the DOP index. *ISHS Acta Horticulturae*, 383: 165-170.
- Parent LE and Dafir M, 1992. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 117:239-24.
- Salih N and Anderson F, 1999. Nutritional status of a Norway spruce stand in SW Sweden in response to compensatory fertilization. *Plant Soil*. 209: 85-100.
- Schaller K and Lohnertz O, 1984. Accommodation of DRIS-system to grape nutrition. In: *International Colloquium for the Optimization of Plant Nutrition*, Montpellier, 4: 1255-1263.
- 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 *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 36: 2823-2838.
- Snowball K and Robson AD, 1991. Nutrient deficiencies and toxicities in wheat: a guide for field identifications, Mexico, D.F: CIMMYT, pp.76.
- Tisdale SL, Nelson WL and Beaton JD, 1993. *Soil fertility and fertilizer*. Macmillan USA. 648p.
- Ulrich A, 1952. Physiological bases for assessing the nutritional requirement of plants. *Annu. Rev. Plant. Physio.* 207-228.
- Walworth JL and Sumner ME, 1987. The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). *Advances in Soil Science*, 6:149-188.