Archive of SID

تعیین نُرم‌های دریس و تشخیص کمبود عناصر غذایی در درختان پسته (*Pistacia vera* L.) رقم اوحدی

سید جواد حسینی‌فرد[۱]*، علی حیدری‌نژاد[۲]، اکبر محمدی محمدآبادی[۳]، ناصر صداقتی[۱]، مژده حیدری[۴]، محمدرضا نیکویی دستجردی[۵]

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۰۸/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۰۱

چکیده

تغذیه متعادل یکی از مسائل مهم در جهت بهبود کیفیت و افزایش عملکرد درختان پسته می‌باشد. روش تلفیقی تشخیص و توصیه کودی (دریس) با در نظر گرفتن تعادل عناصر غذایی در گیاه و امکان استفاده از نُرم‌های به‌دست آمده در هر زمان از فصل رشد و نیز ثابت بودن این نُرم‌ها برای عوامل موردنظر در بانک اطلاعاتی، روش مناسبی برای بررسی مسائل تغذیه‌ای درختان پسته می‌باشد. برای تعیین نُرم‌های دریس بیش از ۳۰۰۰ نمونه برگ از باغ‌های مختلف مناطق پسته‌کاری استان کرمان تهیه شد. نمونه‌های برگ از شاخه‌های بدون محصول در اواخر تیر و اوائل مرداد هر سال تهیه و عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز، مس و بور در آن‌ها اندازه‌گیری شد. با استفاده از شکل‌های بیان انتخاب شده بر اساس بزرگ‌ترین نسبت واریانس جامعه عملکرد پایین به جامعه عملکرد بالا با مرز ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار، نُرم‌های دریس تعیین شدند. براساس نُرم‌های دریس تعیین شده، روابط مربوط به شاخص‌های دریس ارائه گردید. با استفاده از این شاخص‌ها می‌توان اولویت کمبود عناصر غذایی برگ پسته را مشخص نمود. اولویت کمبود ده عنصر غذایی برای هر یک از باغ‌های پسته متعلق به جامعه عملکرد پایین مشخص شد و به طور کلی ترتیب نیاز عناصر غذایی در مناطق پسته‌کاری استان کرمان به‌صورت Mn>Zn>K>Fe>N>Cu>P>Ca>B>Mg تعیین گردید. به‌طوری‌که به نظر می‌رسد بیشتر باغ‌های پسته مناطق یاد شده از نظر عناصر منگنز، روی، پتاسیم، آهن و نیتروژن دچار

[۱] استادیار پژوهشی، پژوهشکده پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران
*نویسنده مسئول: hosseinifard@pri.ir
[۲] کارشناس ارشد، پژوهشکده پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران
[۳] مربی پژوهشی، پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان ایران
[۴] محقق گروه فناوری و مدیریت تولید، پژوهشکده پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران
[۵] محقق گروه ژنتیک و بهنژادی، پژوهشکده پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

www.SID.ir

Archive of SID

کمبود هستند. درصد کمتری از باغ‌های پسته دچار کمبود عناصر فسفر، مس و کلسیم بوده و بیشتر آن‌ها زیادبود عناصر بور و منیزیم را نشان می‌دهند. بالا بودن شاخص تعادل عناصر غذایی (NBI) در جامعه عملکرد پایین نیز نشان‌دهنده عدم تعادل تغذیه‌ای در مناطق مورد مطالعه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اولویت کمبود عناصر غذایی، پتاسیم، شاخص تعادل عناصر غذایی، روی، منگنز

مقدمه

تغذیه صحیح گیاه یکی از عوامل مهم در بهبود کمی و کیفی محصول به‌شمار می آید. در تغذیه گیاه نه تنها باید هر عنصر به اندازه کافی در دسترس گیاه قرار گیرد، بلکه ایجاد تعادل و رعایت نسبت میان همه عناصر غذایی از اهمیت زیادی برخوردار است (۱۱). در حالت عدم تعادل تغذیه‌ای، با اضافه نمودن مقداری از عناصر غذایی نه تنها افزایش عملکردی رخ نمی‌دهد، بلکه اختلالاتی در رشد گیاه و در نهایت افت عملکرد مطرح می‌شود (۱۱). یکی از موضوعات اصلی تغذیه معدنی گیاه افزایش عملکرد از طریق مدیریت کارا و موثر کوددهی است و برای رسیدن به این هدف، تعیین عنصر یا عناصر غذایی محدودکننده‌ی عملکرد ضروری است. یافتن روش موثر برای تعیین وضعیت تغذیه‌ای گیاه از اهداف بسیاری از دانشمندان تغذیه گیاه بوده است. روش‌های رایج شامل تجزیه خاک و بافت گیاهی می‌باشد (۲۹). تجزیه بافت گیاهی روش مسقیمی برای ارزیابی وضعیت تغذیه گیاه به‌شمار می‌آید، اما در این روش مشخص کردن قسمتی از گیاه که باید تجزیه شود، مهم، حساس و پیچیده است (۲۲). از بین بافت‌های مختلف، برگ بافت اصلی جهت نمونه‌برداری و تعیین وضعیت تغذیه‌ای گیاه محسوب می‌گردد، اما ماهیت پویای ترکیب برگ، سن برگ، مرحله بلوغ و اثرات متقابل عناصر غذایی در جذب و انتقال، می‌توانند تفسیر و استفاده از نتایج تجزیه برگ را دچار مشکل و خطا نمایند (۳۶). چندین روش برای استفاده از نتایج تجزیه برگ در تشخیص وضعیت تغذیه‌ای گیاه پیشنهاد و مورد استفاده قرار می‌گیرد که از آن جمله می‌توان به روش‌های غلظت بحرانی (Critical Concentration)، دامنه کفایت (Sufficiency Range) و سیستم تلفیقی تشخیص و توصیه (Diagnosis and Recommendation Integrated system) معروف به روش دریس (DRIS) اشاره نمود. در روش‌های غلظت بحرانی و دامنه کفایت، غلظت عناصر بافت گیاهی با مقادیر استاندارد و مرجع مقایسه می‌گردد و مقادیر خیلی پایین‌تر یا بالاتر از آن‌ها به کاهش رشد، عملکرد و کیفیت محصول ربط داده می‌شود. در این روش‌ها ارزیابی مقادیرکمبود یا بیش‌بود عناصر غذایی بدون در نظرگرفتن تعادل تغذیه‌ای انجام می‌شود و ارتباط دادن مقادیر استاندارد و یا بحرانی با عملکردهای بالا به دلیل تغییرات وضعیت تغذیه‌ای با بلوغ و تکامل بافت برگ، مشکل بزرگی به‌شمار می‌آید. در روش دریس که اولین بار به‌وسیله بیوفیلز (۱۵) مطرح شد، مفهوم تعادل تغذیه‌ای و روابط بین

www.SID.ir

Archive of SID

عناصر غذایی در نظر گرفته می‌شود که باعث می‌گردد دقت این روش در تشخیص کمبود و زیادبود عناصر غذایی بیشتر از سایر روش‌ها باشد. در این روش به جای استفاده از غلظت‌های مطلق و جداگانه عناصر غذایی نسبت‌های آنها برای تفسیر نتایج تجزیه برگ استفاده می‌شود (۲۹). برای ارزیابی تعادل عناصر غذایی از شاخص تعادل غذایی (Nutrient Balance Index, NBI) نیز استفاده می‌شود. هر اندازه شاخص تعادل غذایی (NBI) به صفر نزدیک‌تر باشد، وضعیت تغذیه گیاه متعادل‌تر بوده و مقادیر بزرگ‌تر آن نشان‌دهنده عدم تعادل عناصر غذایی در زمان نمونه‌برداری است (۸، ۱۹، ۲۰).

گزارش‌هایی از کاربرد روش دریس برای تشخیص نیاز غذایی درختان میوه وجود دارد. رایقتی و همکاران (۳۱) با استفاده از تجزیه ۱۰۰۰ نمونه برگ وتعیین ده عنصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز، مس و بور، شاخص‌های دریس را برای این عناصر در درختان فندق تعیین نمودند. در ایالت ارگون آمریکا، شاخص‌های دریس به‌دست آمده برای فندق را با روش دامنه کفایت مقایسه و نتیجه گرفتند که روش دریس در تشخیص کمبود یا زیادبود عناصر غذایی چندان کارا نیست و این روش می‌تواند مکملی برای روش دامنه کفایت باشد و اطلاعات بیشتری درباره عدم تعادل عناصر غذایی فراهم نماید (۱۳).

پارنت و گرانگر (۳۰) نُرم‌های دریس را برای باغ‌های متراکم سیب در کانادا تعیین نمودند. در این مطالعه پایه‌های مختلف سیب با سه سطح از کودهای تجاری حاوی عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم تیمار شدند. غلظت منیزیم در برگ پایه Ott.3 که بیشترین عملکرد را داشت سایر پایه‌ها کمتر بود. از آنجا که در این تحقیق نُرم‌ها با توجه به میزان محصول سال به سال تغییر نمودند پیشنهاد شدکه عملکرد سالیانه می‌تواند برای تعریف نُرم‌های دریس، به‌ویژه از سال ششم بعد از کاشت استفاده گردد. در این مطالعه همچنین روش دریس اصلاح شده (MDRIS) بهتر توانست عناصر غذایی محدودکننده را مشخص سازد. در روش دریس اصلاح شده شاخص ماده خشک در معادلات تعادل تغذیه‌ای دخالت داده می‌شود. اسزوس و همکاران (۳۴) نیز نُرم‌های دریس را برای درختان سیب در مجارستان با دو روش معمولی و رگرسیون درجه دوم تعیین نمودند. دراین مطالعه، روش معمول دریس زیادبود پتاسیم، کمبود فسفر و کفایت نیتروژن را نشان داد. در حالی‌که روش رگرسیون غیرخطی درجه دوم، زیادبود پتاسیم و کمبود نیتروژن و فسفر را بیان داشت. این محققین اشاره نمودند که نُرم‌های تعیین شده به روش رگرسیون غیر خطی درجه دوم ممکن است حد بالاتری نسبت به روش معمول دریس داشته باشند. گح و ملکوتی (۲۱) نُرم‌ها و شاخص‌های دریس را برای عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در باغ‌های سیب نیوزیلند تعیین و روش دریس را با روش دامنه کفایت مورد مقایسه قرار دادند. آنها هر دو روش را در تشخیص وضعیت تغذیه‌ای گیاه موثر معرفی نمودند، به‌طوری‌که زیاد بود نیتروژن و کمبود کلسیم را علت اصلی عدم تعادل عناصر غذایی در باغ‌های سیب نیوزیلند دانستند.

www.SID.ir

Archive of SID

اولین مطالعات دریس روی مرکبات توسط بورلی و همکاران (۱۶) درکالیفرنیا انجام شد که مقادیر نُرم‌های اولیه برای تشخیص وضعیت عناصرغذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در پرتغال شیرین والنسیا تعیین شد. این نُرم‌ها با روش دامنه کفایت مقایسه و مشخص کرد که هر دو روش نتایج مشابهی دارند. به‌هرحال تشخیص روش دریس تحت تاثیر بلوغ و نوع بافت برگ بود و شاخص‌ها، تغییر غلظت عناصر غذایی با تغییرات عملکرد یا حضور محصول بر روی شاخه‌ها را در زمان نمونه‌برداری منعکس می‌کنند (۱۶). والاک (۳۵) با استفاده از نُرم‌های دریس ارایه شده توسط بورلی و همکاران (۱۶)، تیمارهایی از نیتروژن، فسفر و پتاسیم را برای پرتغال شیرین والنسیا به کاربرد و نتیجه گرفت که فراهم کردن پتاسیم ۲۳ درصد و نیتروژن و فسفر ۶۹ درصد افزایش عملکرد را در پی خواهد داشت. در این مطالعه، دریس روش موثری برای تشخیص وضعیت تغذیه‌ای گیاه بود. وود و ویلیرز (۳۷) همبستگی خوبی بین عملکرد و کیفیت میوه پرتغال شیرین والنسیا را با شاخص‌های دریس به‌دست آمده از ۱۷۰۰ مشاهده گزارش نمودند. تدین و رستگار (۲) حد تعادل عناصر غذایی درختان لیموشیرین در استان فارس را با روش دریس تعیین نمودند. حسینی (۳) نیز مطالعه‌ای در همین زمینه روی درختان لیموترش در هرمزگان انجام داد و نتیجه گرفت که ترتیب کلی نیاز غذایی لیموترش در استان هرمزگان به صورت Mn>Fe>N>K>P>B>Zn> Cu>Cl می‌باشد. میرزایی و همکاران (۱۲) وضعیت تعادل تغذیه‌ای باغ‌های لیمو رقم لیسبون و نارنگی رقم پرل شهرستان دزفول را با استفاده از روش دریس مطالعه نموده و نتیجه گرفتند شاخص تعادل تغذیه‌ای در کلیه باغ‌های با عملکرد پایین بالاتر از صفر بوده که بیان‌گر عدم تعادل تغذیه‌ای در این باغ‌ها است.

در تنها مطالعه‌ای که در مورد درختان پسته انجام شده حشمتی رفسنجانی و ملکوتی (۷) پیش‌نُرم‌های دریس را برای نه عنصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس در برگ پسته تعیین نمودند. به این منظور حدود ۲۰۰ باغ بارور ۱۰ تا ۱۵ ساله پسته (۱۰۹ باغ دارای عملکرد بالا و ۹۱ باغ دارای عملکرد پایین) با مرز تفکیک ۴ کیلوگرم پسته خشک در هر درخت بین جامعه دارای عملکرد بالا و پایین در نظرگرفتند. شاخص‌های دریس به چهار روش محاسبه شد که روش‌های دریس با دامنه نُرم و دریس اصلاح شده با دامنه نُرم را برای تعیین ترتیب نیاز غذایی مناسب‌تر تشخیص دادند.

درمناطق پسته کاری استان کرمان متوسط عملکرد ۱۲۰۰ کیلوگرم در هکتار است درحالیکه باغ‌های با عملکرد بسیار بالاتر در این مناطق وجود دارد. عدم کاربرد متعادل عناصر غذایی و در نتیجه عدم تعادل در فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز درختان پسته، می‌تواند یکی از دلایل کاهش عملکرد به‌شمار آید. برای آن‌که بتوان عناصر مورد نیاز گیاه را فراهم نمود باید ارزیابی صحیح و دقیقی از فراهمی عناصر داشت. به‌نظر می‌رسد با به‌کارگیری روش دریس بتوان وضعیت

www.SID.ir

Archive of SID

عناصر غذایی و ترتیب نیاز غذایی پسته را در باغ‌های استان کرمان تعیین نمود و با توصیه کودی مناسب به کمک این روش ضمن رعایت اصول زیست محیطی، به افزایش عملکرد نائل شد. بنابراین هدف از این تحقیق تهیه نُرم‌های دریس برای ده عنصر غذایی برگ پسته و مشخص نمودن ترتیب نیاز عناصر غذایی در باغ‌های دارای عملکرد پایین در مناطق پسته‌کاری استان کرمان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور تهیه بانک اطلاعاتی دریس، تعداد زیادی باغ پسته رقم اوحدی (فندقی) با تنوع میزان عملکرد در سطح استان کرمان انتخاب گردید. با توجه به این‌که در بین شهرستان‌های استان کرمان، شهرستان رفسنجان دارای بیشترین سطح زیرکشت پسته است، عمده باغ‌ها از مناطق مختلف این شهرستان انتخاب شدند. برای این باغ‌ها شناسنامه کاملی از خصوصیات عمده آن‌ها شامل رقم، سن درخت، دور آبیاری، میزان عملکرد، وضعیت کوددهی و وضعیت جنبه‌های مختلف مدیریتی تهیه گردید. در این پژوهش تعداد ۷۵۰ باغ با درختان ۲۰ تا ۴۰ ساله و دور آبیاری ۳۰ تا ۵۰ روز انتخاب و به دو جامعه دارای عملکرد بالا و پایین با مرز تفکیک ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار تقسیم شدند، به نحوی که جامعه دارای عملکرد بالا دارای توزیع نرمال بود (۲۷، ۳۶). همچنین حشمتی رفسنجانی و ملکوتی (۷) از حد ۴ کیلوگرم برای هر درخت پسته استفاده نمودند که اگر به طور متوسط ۵۰۰ درخت در هکتار در نظر گرفته شود، مرز تفکیک دو جامعه ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار خواهد بود.

بیش از ۳۰۰۰ نمونه برگ طی چهار سال از شاخه‌های یک‌ساله بدون بار درختان دارای محصول در اواخر تیر و اوائل مرداد هر سال جمع‌آوری شد که حدود ۱۸۰۰ نمونه آن مربوط به جامعه دارای عملکرد بالا و ۱۲۰۰ نمونه مربوط به جامعه دارای عملکرد پایین بود. مناسبترین بانک اطلاعاتی دارای داده های نسبتا زیاد و تصادفی بوده و تعداد زیادی نمونه از عملکردهای بالا را شامل می شود (۲۷).

نمونه‌های برگ پس از شستشو و خشک شدن در هوای آزاد، در دمای ۶۵° درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس نمونه‌های مذکور آسیاب و یک گرم از آن‌ها توزین و به روش خاکستر خشک و حل در اسید کلریدریک عصاره‌گیری شدند (۱). در عصاره حاصل غلظت عناصرکلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون کمپلکسومتری و آهن، روی، منگنز و مس با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. فسفر به روش رنگ‌سنجی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۷۰ نانومتر و پتاسیم به روش نشر شعله‌ای اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری بور به روش رنگ‌سنجی با استفاده از آزومتین اچ و با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج۴۲۰ انجام شد (۱، ۱۰).

www.SID.ir

Archive of SID

در مرحله بعد تمامی نسبت‌های دوتایی ممکن از همه عناصر غذایی اندازه گیری شده (به عنوان مثال برای دو عنصر فسفر و پتاسیم سه شکل بیان K/P, P/K, P× K وجود دارد) به‌همراه ضریب تغییرات آنها تعیین شد. البته در نهایت برای هر دو عنصر غذایی یکی از شکل‌های بیان انتخاب شده و در محاسبات شاخص‌های دریس به‌کار رفت (۱۷،۸، ۳۶). معیارهای مختلفی برای انتخاب بهترین شکل بیان وجود دارد که بزرگ‌ترین نسبت واریانس جامعه عملکرد پایین به جامعه عملکرد بالا مورد استفاده قرار گرفت (۳۳). چگونگی تغییرات غلظت عناصر در طول فصل رشد نیز مدنظر قرار گرفت. به عنوان مثال تغییرات دو عنصر کلسیم و منیزیم در طول فصل رشد پسته افزایشی است (۱۴).

برای تشخیص نیاز غذایی گیاه به روش دریس از شاخص‌های دریس استفاده شد که بیانگر انحراف نسبی ترکیبات شیمیایی گیاه مورد مطالعه از نُرم مربوطه می باشد. نُرم‌هایی که قبلا تهیه شده‌اند در محاسبه شاخص های عناصر با استفاده از فرمول‌های کالیبراسیون به شرح زیر به‌کار می‌روند (۸، ۱۷).

اگر عناصر A تا N در سیستم در نظر گرفته شود داریم:

$$\text{شاخص A} = [(f(A/B) + f(A/C) + f(A/D) \ldots + f(A/N))/Z]$$

$$\text{شاخص B} = [(-f(A/B) + f(B/C) + f(B/D) + \ldots + f(B/N))/Z]$$

$$\text{شاخص N} = [(-f(A/N) - f(B/N) - f(C/N) \ldots - f(M/N))/Z]$$

- وقتی $A/B > a/b$ باشد : $f(A/B) = ((A/B) / (a/b)-1)\ 1000/\ CV$

- وقتی $A/B < a/b$ باشد : $f(A/B) = [1-(a/b) / (A/B)]\ 1000/CV$

- وقتی $A/B = a/b$ باشد : $f(A/B) = 0$

در فرمول‌های بالا A/B نسبت دو عنصر A و B در گیاه مورد مطالعه بوده، a/b نُرم یا حد بهینه همین دو عنصر و Z تعداد توابع یا نسبت‌های عناصری است که در محاسبه شاخص‌ها به‌کار می‌رود. سایر توابع نیز مانند f (A/B) تعیین می‌شوند (۸، ۱۷). در صورت وجود تعادل در عناصر غذایی گیاه شاخص ها باید صفر یا نزدیک به آن باشد، شاخص های منفی نشان دهنده کمبود نسبی عنصر یا عناصر غذایی خاص است و هر چه این شاخص منفی تر باشد دلیل بر نیاز بیشتر گیاه می باشد و مقادیر مثبت این شاخص ها زیاد بود نسبی عنصر یا عناصر غذایی خاص را نشان می دهد (۲۸). برای ارزیابی تعادل عناصر غذایی از شاخص تعادل غذایی نیز استفاده شد این شاخص مجموع کلیه شاخص‌های عناصر غذایی بدون توجه به علائم مثبت و منفی آن‌ها (قدرمطلق) می‌باشد. هر اندازه شاخص تعادل غذایی (NBI) به صفر

www.SID.ir

Archive of SID

نزدیک‌تر باشد، وضعیت تغذیه گیاه متعادل‌تر بوده و مقادیر بزرگ‌تر آن نشان‌دهنده عدم تعادل عناصر غذایی در زمان نمونه‌برداری است (۸، ۱۹، ۲۰). تشکیل بانک اطلاعاتی و پردازش داده‌های حاصل به‌وسیله نرم افزار Excel 2007 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج کلی تجزیه برگ شامل میانگین، حداقل، حداکثر، ضریب تغییرات و انحراف معیار غلظت عناصر غذایی در دو جامعه عملکرد بالا و پایین و همچنین نتیجه آزمون t میانگین‌های غلظت در جامعه دارای عملکرد بالا و پایین در جدول ۱ آمده است. ضریب تغییرات پایین غلظت نیتروژن در برگ‌ها نشان‌دهنده میزان تقریبا یکسان آن در باغ‌های مختلف است که احتمالا به دلیل مصرف یکسان کودهای نیتروژنی یا به عبارتی شرایط جذب یکسان می‌باشد. این مطلب با نتایج حشمتی رفسنجانی و ملکوتی (۷) هم‌خوانی دارد.

نتایج آزمون t بین دو جامعه عملکرد بالا و پایین نشان می‌دهد که از نظر غلظت منگنز و بور در سطح احتمال ۱ درصد و غلظت روی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌های دو جامعه عملکرد بالا و پایین بر اساس غلظت بحرانی عناصر غذایی در برگ پسته، تفکیک چندانی بین دو جامعه به دست نمی دهد. مقایسه غلظت بحرانی عناصر غذایی برگ پسته در جدول ۲ آورده شده است. با توجه به این جدول، براساس حدود بحرانی موجود برای عناصر غذایی برگ پسته، تنها برای عنصر منگنز تفکیک بین دو جامعه دارای عملکرد پایین و بالا امکان‌پذیر است به طوری‌که در جامعه دارای عملکرد پایین میانگین غلظت منگنز در برگ پسته (۲۸ میکروگرم بر گرم ماده خشک) کم‌تر از حدبحرانی و در جامعه دارای عملکرد بالا با غلظت ۳۵ میکروگرم بر گرم ماده خشک بیشتر از حدبحرانی پیشنهاد شده، می‌باشد. میانگین غلظت عناصر غذایی نیتروژن، کلسیم، منیزیم، روی، مس و بور در هر دو جامعه دارای عملکرد بالا و پایین بیشتر از حدود بحرانی پیشنهاد شده در جدول ۲ است. در حالی‌که میانگین غلظت عناصر غذایی فسفر و پتاسیم در هر دو جامعه دارای عملکرد بالا و پایین کم‌تر از حدود بحرانی پیشنهاد شده در جدول ۲ می‌باشد.

براساس حدود بحرانی جدول ۲، حدود ۹۰، ۷۹، ۶۳، ۲۸، ۲۷، ۲۰، ۱۴، ۸ و صفر درصد از باغ‌های دارای عملکرد پایین مورد مطالعه به ترتیب دارای کمبود عناصر غذایی فسفر، پتاسیم، منگنز، کلسیم، نیتروژن، روی، مس، بور و منیزیم می‌باشند. بنابراین براساس معیار حد بحرانی، اکثر باغ‌های پسته مورد مطالعه با عملکرد پایین دارای کمبود فسفر، پتاسیم و منگنز می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج تجزیه برگ باغ‌های عملکرد بالا و عملکرد پایین.

عنصر غذایی	وضعیت عملکرد	میانگین غلظت	حداقل غلظت	حداکثر غلظت	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)	*P* value آزمون t
نیتروژن	بالا	۲/۱	۱/۳	۲/۹	۰/۳۲	۱۵	۰/۳۶
(درصد)	پایین	۲/۰	۱/۰	۲/۹	۰/۳۴	۱۷	
فسفر	بالا	۰/۱۱	۰/۰۴	۰/۲۲	۰/۰۳	۲۵	۰/۴۴
(درصد)	پایین	۰/۱۱	۰/۰۲	۰/۲۵	۰/۰۳	۲۹	
پتاسیم	بالا	۱/۲	۰/۵	۲/۹	۰/۳۱	۲۶	۰/۱۶
(درصد)	پایین	۱/۳	۰/۶	۲/۷	۰/۳۰	۲۳	
کلسیم	بالا	۲/۱	۰/۵	۵/۱	۰/۶۹	۳۳	۰/۴۳
(درصد)	پایین	۱/۹	۰/۳	۴/۴	۰/۶۸	۳۶	
منیزیم	بالا	۱/۴	۰/۲	۴/۵	۰/۴۱	۲۹	۰/۱۳
(درصد)	پایین	۱/۶	۰/۳	۴/۷	۰/۵۳	۳۳	
آهن	بالا	۱۰۴	۴۷	۲۱۵	۳۳/۲۸	۳۲	۰/۱۵
(میکروگرم در گرم)	پایین	۱۱۰	۳۳	۲۱۳	۳۸/۵۰	۳۵	
روی	بالا	۱۳	۱۰	۸۰	۲/۹۹	۲۳	۰/۰۳*
(میکروگرم در گرم)	پایین	۱۱	۲	۵۲	۲/۹۷	۲۷	
منگنز	بالا	۳۵	۱۶	۸۷	۸/۳۲	۲۶	۰/۰۰۵**
(میکروگرم در گرم)	پایین	۲۸	۱۲	۵۳	۷/۸۴	۲۸	
مس	بالا	۷	۲	۳۶	۲/۷۳	۳۹	۰/۲۹
(میکروگرم در گرم)	پایین	۸	۱	۳۹	۲/۸۰	۳۵	
بور	بالا	۵۱۰	۱۰۹	۱۳۹۵	۱۳۲/۶۰	۲۶	۰/۰۰۱**
(میکروگرم در گرم)	پایین	۶۰۸	۱۰۲	۲۶۰۰	۲۱۲/۸۰	۳۵	

**در سطح یک درصد معنی دار است.

* در سطح پنج درصد معنی دار است.

شکل‌های بیان نسبت بین ده عنصر غذایی ۱۳۵ عدد می‌باشد که از این تعداد با استفاده از نسبت واریانس‌های بین دو جامعه عملکرد بالا و پایین ۴۵ شکل بیان انتخاب شد (۳۳) چون در نهایت برای هر دو عنصر غذایی یکی از فرمهای بیان انتخاب شده و در محاسبات شاخصهای دریس بکار گرفته می شود (۱۵، ۲۰، ۳۶). به عبارت دیگر از بین سه فرم بیان برای هر دو عنصر، فرم بیانی که نسبت واریانس‌های آن در جامعه عملکرد پایین به جامعه عملکرد بالا بیشترین مقدار را داشته، ترجیح داده شده است چون که افزایش واریانس یک فرم بیان در جامعه عملکرد بالا نشان دهنده تاثیر عوامل دیگر در میزان عملکرد است. روش دریس به دنبال نُرم‌ها و اعداد مرجعی است که تغییرات آنها در

www.SID.ir

Archive of SID

جامعه عملکرد بالا کم باشد بنابراین با توجه به این موارد و نیز مقدار ضریب تغییرات فرم بیان انتخاب شده در جامعه عملکرد بالا، از هر سه فرم بیان یکی انتخاب شد (۱۵، ۲۰، ۳۶).

میانگین، ضریب تغییرات و انحراف معیار شکل‌های بیان انتخاب شده در جامعه دارای عملکرد بالا (نُرم‌های دریس) برای ده عنصر غذایی برگ پسته، درجدول ۳ آورده شده است. نُرم‌های به‌دست آمده می‌تواند بیانگر نسبت بهینه عناصر غذایی درختان پسته برای تولید عملکرد مناسب محسوب شوند.

بر اساس نُرم‌های به‌دست آمده شاخص‌های دریس برای عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم ، منیزیم، آهن، روی، منگنز، مس و بور تعیین شد که در جدول ۴ آورده شده‌اند.

این شاخص‌ها برای هر عنصر غذایی با استفاده از میانگین انحراف نسبت‌های آن عنصر در مقایسه با مقدار مطلوب نسبت عنصر غذایی مورد نظر محاسبه می شود (۲۸،۱۷،۸) و می‌توانند بیانگر انحراف نسبی ترکیبات شیمیایی برگ درختان پسته‌ی مورد مطالعه از حد بهینه باشند و برای ارزیابی و تشخیص اختلالات تغذیه‌ای و اولویت‌بندی کمبودها و

جدول ۲- حد بحرانی عناصر غذایی برای نمونه های برگی در اواخر تیر و اوایل مرداد ماه در درختان پسته (۹).

عناصر غذایی	حد بحرانی
نیتروژن (N)	٪ ۱/۸
فسفر (P)	٪ ۰/۱۴
پتاسیم (K)	٪ ۱/۶
کلسیم (Ca)	٪ ۱/۳
منیزیم (Mg)	٪ ۰/۶
منگنز (Mn)	۳۰ ppm
بور (B)	۹۰ ppm
روی (Zn)	۷ ppm
مس (Cu)	۴ ppm

٪ : قسمت در صد یا گرم بر صد گرم ماده خشک گیاهی

ppm: قسمت در میلیون یا میکروگرم بر گرم ماده خشک گیاهی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- میانگین، ضریب تغییرات و انحراف معیار شکل‌های بیان انتخاب شده در جامعه عملکرد بالا (نُرم‌های دریس) و نسبت واریانس‌های دو جامعه.

شکل بیان	میانگین	ضریب تغییرات	انحراف معیار	نسبت واریانس‌ها*	شکل بیان	میانگین	ضریب تغییرات	انحراف معیار	نسبت واریانس‌ها*
N/P	۲۰/۰۷	۴۰	۸/۲۰	۱/۴۲	K×B	۶۱۱/۵۷	۶۶	۴۰۴/۸۸	۲/۱۴
N/K	۱/۶۹	۴۲	۰/۷۲	۰/۸۹	Ca×Mg	۲/۵۷	۶۷	۱/۷۳	۱/۹۶
N/Ca	۱/۴۳	۵۶	۰/۸۱	۰/۹۷	Fe/Ca	۷۲/۶۶	۶۱	۴۴/۴۴	۰/۷۹
N×Mg	۲/۷۹	۴۵	۱/۲۷	۲/۲۶	Ca/Zn	۰/۱۹	۸۹	۰/۱۷	۲/۹۸
N×Fe	۲۲۹/۱۲	۳۶	۸۴/۰۰	۱/۰۲	Ca/Mn	۰/۰۷	۷۶	۰/۰۵	۰/۸۸
N/Zn	۰/۱۹	۶۰	۰/۱۱	۲/۰۹	Ca/Cu	۰/۲۸	۷۶	۰/۲۲	۰/۹۷
N/Mn	۰/۰۶	۴۳	۰/۰۳	۰/۸۶	B/Ca	۳۱۹/۵۵	۶۸	۲۱۸/۲۳	۲/۷۷
N/Cu	۰/۳۰	۴۵	۰/۱۴	۱/۴۷	Mg/Fe	۰/۰۱	۵۳	۰/۰۰۷	۳/۱۳
N×B	۱۰۰۵/۳۰	۵۰	۵۰۸/۷۴	۲/۲۰	Mg/Zn	۰/۱۱	۵۹	۰/۰۶	۱۳/۲۰
K/P	۱۲/۹۰	۴۸	۶/۲۴	۱/۹۵	Mg/Mn	۰/۰۴	۵۳	۰/۰۲	۲/۷۶
P×Ca	۰/۲۲	۶۳	۰/۱۴	۳۴/۱۷	Mg/Cu	۰/۱۹	۵۳	۰/۰۹	۵/۰۱
P×Mg	۰/۱۵	۵۱	۰/۰۸	۲/۴۷	B/Mg	۴۱۹/۸	۵۶	۲۳۸/۱۵	۲/۱۹
Fe/P	۹۶۵/۲۶	۴۲	۴۱۳/۵۳	۱/۴۶	Zn/Fe	۰/۱۳	۵۲	۰/۰۷	۱/۲۴
Zn/P	۱۱۹/۰۰	۵۷	۶۸/۳۰	۱/۱۳	Mn/Fe	۰/۳۶	۴۳	۰/۱۶	۱۲۴/۹۰
Mn/P	۳۱۳/۶۳	۴۴	۱۳۹/۷۵	۱۲/۰۲	Fe×Cu	۷۸۷/۷۰	۶۳	۵۰۴/۰۳	۲/۲۶
P×Cu	۰/۸۱	۴۹	۰/۴۰	۱/۹۸	Fe×B	۴۷۲۷۶	۵۷	۲۶۹۹۱	۳/۳۸
B/P	۴۵۲۳	۵۸	۲۶۲۹	۳/۲۴	Mn/Zn	۵/۴۸	۴۵	۲/۵۲	۱/۹۰
K×Ca	۲/۸۱	۶۵	۱/۸۵	۲۷/۵	Zn/Cu	۲/۰۴	۶۷	۱/۳۷	۱/۴۱
Mg/K	۱/۱۱	۶۳	۰/۷۰	۳/۷۷	B/Zn	۷۹/۴۷	۶۲	۴۹/۹۶	۲/۳۵
K/Fe	۰/۰۱	۴۳	۰/۰۰۶	۱/۳۷	Cu/Mn	۰/۲۳	۵۳	۰/۱۲	۲/۳۹
K/Zn	۰/۱۳	۷۹	۰/۱۱	۰/۸۸	B/Mn	۱۵/۵۷	۴۵	۷/۱۴	۲/۴۶
Mn/K	۲۹/۲۰	۴۷	۱۳/۸۳	۹/۲۳	B/Cu	۷۹/۴۷	۶۲	۴۹/۹۶	۲/۳۵
Cu/K	۶/۰۷	۵۱	۳/۱۲	۲/۳۴					

* نسبت واریانس جامعه عملکرد پایین به جامعه عملکرد بالا

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- روابط شاخص‌های دریس برای ده عنصر غذایی مورد مطالعه در درختان پسته.

نام عنصر	رابطه به‌دست آمده برای محاسبه شاخص دریس
نیتروژن	$I_N=1/9[f(N/P)+f(N/K)+f(N/Ca)+f(N*Mg)+f(N*Fe)+f(N/Zn)+f(N/Mn)+f(N/Cu)+f(N*B)]$
فسفر	$I_p=1/9[-f(N/P)-f(K/P)+f(P*Ca)+f(P*Mg)-f(Fe/P)-f(Zn/P)-f(Mn/P)+f(P*Cu)-f(B/P)]$
پتاسیم	$I_K=1/9[-f(N/K)+f(K/P)+f(K*Ca)-f(Mg/K)+f(K/Fe)+f(K/Zn)-f(Mn/K)-f(Cu/K)+f(K*B)]$
کلسیم	$I_{Ca}=1/9[-f(N/Ca)+f(P*Ca)+f(K*Ca)+f(Ca*Mg)-f(Fe/Ca)+f(Ca/Zn)+f(Ca/Mn)+f(Ca/Cu)-f(B/Ca)]$
منیزیم	$I_{Mg}=1/9[f(N*Mg)+f(P*Mg)+f(Mg/K)+f(Ca*Mg)+f(Mg/Fe)+f(Mg/Zn)+f(Mg/Mn)+f(Mg/Cu)-(B/Mg)]$
آهن	$I_{Fe}=1/9[f(N*Fe)+f(Fe/P)-f(K/Fe)+f(Fe/Ca)-f(Mg/Fe)-f(Zn/Fe)-f(Mn/Fe)+f(Fe*Cu)+f(Fe*B)]$
روی	$I_{Zn}=1/9[-f(N/Zn)+f(Zn/P)-f(K/Zn)-f(Ca/Zn)-f(Mg/Zn)+f(Zn/Fe)-f(Mn/Zn)+f(Zn/Cu)-f(B/Zn)]$
منگنز	$I_{Mn}=1/9[-f(N/Mn)+f(Mn/P)+f(Mn/K)-f(Ca/Mn)-f(Mg/Mn)+f(Mn/Fe)+f(Mn/Zn)-f(Cu/Mn)-f(B/Mn)]$
مس	$I_{Cu}=1/9[-f(N/Cu)+f(P*Cu)+f(Cu/K)-f(Ca/Cu)-f(Mg/Cu)+f(Fe*Cu)-f(Zn/Cu)+f(Cu/Mn)-f(B/Cu)]$
بور	$I_B=1/9[f(N*B)+f(B/P)+f(K*B)+f(B/Ca)+f(B/Mg)+f(Fe*B)+f(B/Zn)+f(B/Mn)+f(B/Cu)]$

بیش‌بودهای درختان پسته استان و سایر مناطق پسته‌کاری کشور استفاده شوند. هر یک از باغ‌های پسته دارای عملکرد پایین براساس شاخص‌های دریس مورد ارزیابی قرار گرفت. در همه باغ‌های با عملکرد پایین شاخص‌ها منفی یا مثبت بودند و در کمتر مواردی صفر بودند. شاخص منگنز، روی، پتاسیم، آهن و نیتروژن به ترتیب در ۸۲، ۶۰، ۵۵، ۴۸ و ۴۵ درصد باغ‌های با عملکرد پایین، منفی به‌دست آمد. در حالی‌که شاخص منیزیم، بور، کلسیم، مس و فسفر به ترتیب در ۷۶، ۷۱، ۶۳، ۶۱ و ۶۰ درصد باغ‌های با عملکرد پایین مثبت بود. بر همین اساس اولویت نیاز هر باغ به عناصر مختلف تعیین شد. در ۵۴ درصد باغ‌های پسته دارای عملکرد پایین کمبود منگنز در اولویت اول یا دوم قرار داشت چنین درصدی برای روی، پتاسیم، آهن و نیتروژن به ترتیب ۳۷، ۳۱، ۲۸ و ۲۳ بود. بنابر این نتایج ترتیب نیاز غذایی درختان پسته با عملکرد پایین درمناطق پسته کاری استان کرمان را می‌توان به صورت Mn>Zn>K>Fe>N>Cu>P>Ca>B>Mg ارائه نمود به‌طوری‌که اکثر باغ‌های پسته مناطق یاد شده از نظر عناصر منگنز، روی، پتاسیم، آهن و نیتروژن دچار کمبود بودند. حدود ۳۷، ۳۹ و ۴۰ درصد از باغ‌های پسته دچار کمبود عناصر فسفر، مس و کلسیم بوده و بیشتر آن‌ها بیش‌بود عناصر بور و منیزیم را نشان دادند. در حالی‌که همان‌طور که ذکر شد براساس معیار حد بحرانی، وضعیت عناصر غذایی برگ در اکثر باغ‌های پسته مورد مطالعه با عملکرد پایین، متفاوت بوده و دارای کمبود فسفر، پتاسیم و منگنز بودند.

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس شاخص‌های به‌دست آمده از بین عناصر غذایی پرنیاز، پتاسیم در باغ‌های عملکرد پایین در اولویت نیاز قرار دارد. درشت‌بافت بودن خاک در بسیاری از مناطق پسته‌کاری استان (۶، ۲۴)، نیاز زیاد درختان پسته به پتاسیم به ویژه در دوره پرشدن مغز و پیرو آن امکان کمبود آن در باغ‌های با سن بیشتر از ۲۰ سال (۲۶) که باغ‌های مورد مطالعه در این تحقیق نیز ۲۰ تا ۴۰ سال سن دارند و همچنین کاربرد کمتر کود پتاسیم نسبت به کودهای نیتروژنه و فسفره در اکثر مناطق احتمال اولویت کمبود پتاسیم در بین عناصر غذایی پرنیاز را قوت می‌بخشد. عنصر غذایی پرنیاز نیتروژن در بین این دسته از عناصر در اولویت بعدی کمبود قرار دارد. علی‌رغم کاربرد کودهای نیتروژن به‌طور نسبتا وسیع توسط باغداران، با توجه به فقیر بودن خاک‌های مناطق پسته‌کاری از نظر مواد آلی (۶) و همچنین درشت‌بافت بودن خاک در بسیاری از مناطق پسته‌کاری استان (۶، ۲۴) و امکان افزایش آبشویی نیتروژن احتمال کمبود آن در بسیاری از باغ‌های پسته وجود دارد. اما در خصوص فسفر، با توجه به مصرف کودهای فسفر در سالیان متمادی در اکثر مناطق پسته‌کاری (۶)، احتمال کمبود آن در تعداد زیادی از باغ‌های پسته وجود ندارد که این مسئله با یافته‌های تحقیق براساس شاخص‌های دریس همخوانی داشته ولی با معیار حد بحرانی مطابقت ندارد. در بین عناصر غذایی کم‌نیاز اولویت کمبود عناصر غذایی منگنز، روی، آهن و مس می باشد. با توجه به این‌که باغداران در طول سال‌های زیادی که از احداث باغ‌هایشان می‌گذرد کمتر از کودهای حاوی عناصر ریزمغذی در مدیریت تغذیه باغ‌های خود بهره برده‌اند، یا استفاده آن‌ها مبنای علمی نداشته (۶) احتمال بروز عدم تعادل عناصر غذایی کم‌نیاز را افزایش می‌دهد. ضمن این‌که pH بالای خاک در همه مناطق پسته‌کاری، انتظار کمبود عناصر کم‌نیاز را قابل انتظار می‌نماید (۶). منیزیم و بور دارای شاخص مثبت در بیشتر باغ‌های دارای عملکرد پایین بوده و زیادبود آن در باغ‌های مناطق پسته‌کاری با عملکرد پایین وجود دارد. چنین به‌نظر می‌رسد وجود منیزیم بالا در آب آبیاری برخی مناطق پسته‌کاری این‌گونه وضعیتی را باعث می‌شود (۶، ۲۵، ۳۲). وجود بور زیاد در آب آبیاری و خاک شور مناطق پسته‌کاری زیادبود این عنصر غذایی را در این مناطق سبب می‌گردد (۵، ۶، ۳۲).

میانگین شاخص تعادل عناصر غذایی (NBI) در جامعه دارای عملکرد پایین مناطق پسته‌کاری استان کرمان، ۳۷ می‌باشد که نشان‌دهنده عدم تعادل عناصر غذایی در جامعه دارای عملکرد پایین است. عدم کاربرد کودهای حاوی عناصر کم‌نیاز و عدم رعایت تعادل در کاربرد کودهای دارای عناصر پرنیاز و در نتیجه عدم تعادل در فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز درخت پسته باعث کاهش عملکرد آن دراکثر مناطق پسته‌کاری استان شده است. نُرم‌های به‌دست آمده در این تحقیق به علت وسیع بودن بانک اطلاعاتی و سعی در انتخاب باغ‌های مناسب و دارای عملکرد بالا در سالیان متمادی و در نظر گرفتن ده عنصر غذایی، قابل استفاده در مناطق مختلف پسته‌کاری کشور به ویژه استان کرمان می‌باشد. البته صحت نُرم‌های به دست آمده باید به‌وسیله آزمایش‌های مختلف عکس‌العمل عملکرد نسبت به عناصر غذایی خاص کنترل

www.SID.ir

Archive of SID

گردد. با این وجود عدم تعادل عناصر غذایی برگ در باغ‌های با عملکرد پایین مناطق پسته‌کاری استان کرمان محرز است بنابراین باغداران باید در مدیریت تغذیه‌ای باغ‌های خود تجدیدنظر نموده و رعایت اصول کشاورزی پایدار را بنمایند.

نتیجه‌گیری کلی

براساس نُرم‌های دریس تعیین شده در این پژوهش، روابط مربوط به شاخص‌های دریس ارائه گردید. با استفاده از این شاخص‌ها می‌توان اولویت کمبود عناصر غذایی برگ پسته را مشخص نمود. اولویت کمبود ده عنصر غذایی برای هر یک از باغ‌های پسته متعلق به جامعه عملکرد پایین مشخص شد و به طور کلی ترتیب نیاز عناصر غذایی در مناطق پسته‌کاری استان کرمان برای رقم اوحدی (فندقی) به‌صورت Mn>Zn>K>Fe>N>Cu>P>Ca>B>Mg تعیین گردید. بر این اساس بیشتر باغ‌های پسته مناطق یاد شده از نظر عناصر منگنز، روی، پتاسیم، آهن و نیتروژن دچار کمبود هستند. درصد کمتری از باغ‌های پسته دچار کمبود عناصر فسفر، مس و کلسیم بوده و بیشتر آن‌ها زیادبود عناصر بور و منیزیم را نشان می‌دهند. بالا بودن شاخص تعادل عناصر غذایی (NBI) در جامعه عملکرد پایین نشان‌دهنده عدم تعادل تغذیه‌ای در مناطق مورد مطالعه می‌باشد. بنابراین مدیریت کوددهی متعادل در باغ‌های پسته براساس نتایج تجزیه خاک و برگ، می‌تواند با برقراری تعادل نسبی عناصر غذایی در گیاه منجر به افزایش عملکرد و کیفیت میوه و کاهش عارضه‌های مرتبط با تغذیه در باغ‌های پسته شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله لازم است از کلیه کسانی که در تمام مراحل این تحقیق صمیمانه همکاری نمودند به ویژه آقایان احمد آزاد، رضا عسکری و خانم فاطمه طالقانی تشکر و قدردانی گردد.

منابع

۱- امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۹۸۲.

۲- تدین، م. س. و ح. رستگار. ۱۳۸۴. تعیین حد متعادل عناصر غذایی درختان لیموشیرین در استان فارس با روش DRIS. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۶(۱): ۳۹-۵۰.

۳- حسینی، ی. ۱۳۹۵. کاربرد روش دریس برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای باغ‌های لیموترش در استان هرمزگان. نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، الف، ۳۰(۴): ۳۷۹-۳۹۰.

www.SID.ir

Archive of SID

۴- حسینی‌فرد، س. ج. و ح. علی‌پور. ۱۳۸۲. تشخیص و رفع کمبود عناصر غذایی پسته. انتشارات موسسه تحقیقات پسته کشور.

۵- حسینی‌فرد، س. ج.، حیدری‌نژاد، ع.، محمدی محمدآبادی، ا. و ن. صداقتی. ۱۳۸۷. بررسی وضعیت بور در آب، خاک و گیاه پسته در مناطق پسته‌کاری کشور. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۸۱: ۱۹-۹.

۶- حسینی‌فرد، س. ج. ۱۳۸۹. خاک و تغذیه. صفحات ۴۹۴-۴۲۰. در مهرنژاد، م. ر. و جوانشاه، ا. (تدوین‌کنندگان). سند راهبردی تحقیقات پسته ایران. نشر جمهوری.

۷- حشمتی رفسنجانی، م. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۷. تعیین پیش نُرم‌های دریس برای نه عنصر غذایی در برگ پسته. مجله علوم کشاورزی ایران، ۲۹: ۳۴۵-۳۵۱.

۸- سجادی، ا.س. ۱۳۷۱. روش تلفیقی تشخیص و توصیه (DRIS). انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب. ۹۴ صفحه.

۹- صداقتی، ن.، شیبانی تذرجی، ز.، تاج‌آبادی‌پور، ع.، حکم‌آبادی، ح.، حقدل، م. و م. عبدالهی. (مترجمان). ۱۳۸۹. راهنمای تولید پسته (کاشت، داشت و برداشت). چاپ دوم. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی.

۱۰- علی‌احیایی، م. ۱۳۷۶. روش‌های تجزیه خاک. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۱۰۲۴.

۱۱- ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۲. روش جامع تشخیص نیاز گیاهان و توصیه مصرف کودهای شیمیایی در اراضی زراعی ایران. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۳۰ صفحه.

۱۲- میرزایی، س.، رسولی صدقیانی، م.ج. و ن. میران. ۱۳۹۶. تعیین حد بهینه عناصر غذایی و ارزیابی وضعیت تعادل تغذیه‌ای باغ‌های لیمو رقم لیسبون و نارنگی رقم پرل شهرستان دزفول با استفاده از روش DRIS. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۱(۲): ۵۷۰-۵۸۰.

13- Alkoshab, O., Righetii, T.L and A.R Dixon. 1988. Evaluation of DRIS for judging the nutritional status of hazelnuts. Journal of the American Society for Horticultural Science, 113: 643-64.

14- Baninasab, B. and M. Rahemi. 2007. Seasonal changes in mineral content of different organs in the alternate bearing of pistachio trees. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 38: 241-258.

15- Beaufils, E.R. 1971. Physiological diagnosis: A guide for improving maize production based on principle developed for rubber tree Fertility Society South Africa Journal, 1: 1-31.

16- Beverly, R.B., Stark, J.C., Ojala, J.C. and T.W. Embleton. 1984. Nutrient diagnosis of Valencia oranges by DRIS. Journal of the American Society for Horticultural Science, 109: 649-654.

17- Beverly, R.B. 1991. A practical guide to the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). Athens: Micro-Macro Publishing. 87 p.

www.SID.ir

Archive of SID

18- Beverly, R.B. and W.B. Hallmark. 1992. Prescient diagnosis analysis: A proposed new approach to evaluating plant nutrient diagnostic methods. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 23: 2633-2640.

19- Elwali, A.M.O. and G.J. Gascho. 1984. Soil testing, foliar analysis and DRIS as guides for sugarcane fertilization. Agronomy Journal, 76(3): 466-470.

20- Elwali, A.M.O., Gascho, G.J. and M.E. Sumner. 1985. DRIS norms for 11 nutrients in corn leaves. Agronomy Journal, 77: 506-508.

21- Goh, K.M. and M.J. Malakouti. 1992. Preliminary nitrogen, phosphorous, potassium, calcium and magnesium DRIS norms an indexes for apple orchards in Canterbury, New Zealand. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 23: 1371-1385.

22- Halmark, W.B. and R.B. Beverly. 1991. Review-An update in the use of the Diagnosis and Recommendation Integrated System. Journal of Fertilizer Issues, 8: 74-88.

23- Hallmark, W.B., Shuman, L. M., Wilson, D.O., Morris, H.F., Adams, J.F., Debney, S.E., Hanson, R.G., Gettier, S.W. and D.A. Wall. 1992. Preliminary M-DRIS for soybean seeds. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 21: 2399-2413.

24- Hosseinifard, J., Naghavi, H., Eghbal, M.K. and A. Jalalian. 2005. Physicochemical and Mineralogical Properties of Selected Soils in the Rafsanjan Pistachio Area, Iran. IV International Pistachio & Almond Symposium, Tehran, Iran.

25- Hosseinifard, J., Salehi, M.H., Esfandiarpour, I. and J. Mohammadi. 2008. Spatial variability of groundwater quality and its relationship with pistachio yield in Anar region, Iran. Journal of Applied Sciences, 8 (20): 3697-3702.

26- Hosseinifard, S.J., Khademi, H. and M. Kalbasi. 2010. Different forms of soil potassium as affected by the age of pistachio (*Pistachio vera* L.) trees in Rafsanjan, Iran. Geoderma 155: 289-297.

27- Letzsch, W.S. and M.E. Sumner. 1984. Effect of population size and yield level in selection of Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) norms Communication Soil Science and Plant Analysis,15(9): 997-1006.

28- Mourao Filho, F.A.A. and J.C. Azevedo. 2002. DRIS norms for Valencia sweet orange on three rootstocks. Pssquisa Agropecuaria Brasileira, 37: 185-192.

29- Mourao Filho, F.A.A. 2004. DRIS: Concepts and applications on nutritional diagnosis in fruit crops. Science of Agriculture, 61: 550-560.

30- Parent, L.E. and R.L. Granger. 1989. Derivation of DRIS norms from a high density apple orchard established in the Quebec Appalachian Mountains. Journal of the American Society for Horticultural Science, 114: 915-919.

31- Righetii, T.L.; Alkoshab, O. and K. Wilder. 1988. Verifying critical values from DRIS norms in sweet cherry and hazelnut. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 19: 1449-1466.

32- Salehi, M. and J. Hosseinifard**.** 2012. Soil and Groundwater Relationships with Pistachio Yield in the Rafsanjan Area, Iran. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 43(4): 660-671.

33- Sumner, M.E. 1977. Preliminary N, P and K foliar diagnostic norms for soybean. Agronomy, 69: 226-230.

www.SID.ir

Archive of SID

34- Szucs, E., Kallav, T. and G. Szenci. 1990. Determination of DRIS indices for apple (Malus domestica Borkh). Acta Horticulture, 274: 443-453.

35- Wallace, A. 1990. Nitrogen, phosphorous, potassium interaction on Valencia orange yields. Journal of Plant Nutrition, 13: 357-365.

36- Walworth, J.L. and M.E. Sumner. 1987. The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). Advances in Soil Science, 6: 149-188.

37- Woods, D.B. and J.M. Villiers. 1992. Diagnosing the nutrient status of Valencia oranges in Southern Africa. In international citrus congress. 7., Acireale. Proceedings, 556-559.

www.SID.ir