وزارت جهاد کشاورزی
سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان

راهنمای توصیه کودی
برای محصولات زراعی
مرکز جهاد کشاورزی
چهل‌چای

نگارندگان:
دکتر قربانعلی روشنی
مهندس عبدالرضا قرنجیکی

۱۳۹۵

عنوان نشریه:

راهنمای توصیه کودی برای محصولات زراعی
مرکز جهاد کشاورزی چهل‌چای

نگارندگان: دکتر قربانعلی روشنی ـ مهندس عبدالرضا قرنجیکی

ناشر: مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی ـ موسسه تحقیقات پنبه کشور

همکاران: اراز محمد مفیدی خواجه ـ محمد مهدی قربانی (صفحه آرایی)

سال انتشار: ۱۳۹۵

قطع: وزیری

شمارگان: ۵۰۰

چاپ: انتشارات واژگان سیرنگ

نشانی: گرگان ـ خیابان شهید بهشتی ـ سازمان جهاد کشاورزی ـ
مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی
تلفن: ۳۲۲۲۵۸۶۸-۰۱۷

فهرست مطالب

مقدمه ۱

اهمیت تغذیه صحیح گیاه در تولید محصول ۳

اهمیت ماده آلی خاک در کشاورزی ۷

تناوب زراعی ۷

توصیه‌های زراعی برای اراضی مرکز جهاد کشاورزی چهل‌چای ۹

عناصر پر مصرف ۱۰

عناصر کم مصرف ۲۶

محلول پاشی عناصر غذایی کم مصرف ۳۰

منابع مورد استفاده ۳۱

مخاطبان و بهره‌برداران نشریه

۱- کارشناسان

۲- مروجان

۳- کشاورزان

۴- سایر علاقمندان

اهداف آموزشی

راهنمای مدیریت خاک و توصیه کودهای شیمیایی

برای محصولات زراعی مرکز جهاد کشاورزی چهل‌چای

مقدمه

با این که عوامل متعددی در رشد و عملکرد گیاه دخالت دارند، اما شدت تاثیر همه آنها یکسان و مشابه نبوده و کمبود یا فقدان بعضی از آنها می‌تواند منجر به کاهش شدید عملکرد و یا حتی از بین رفتن گیاه گردد. بدون شک، بعد از تامین آب کافی برای گیاه، مهمترین عاملی که رشد و عملکرد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد، آن دسته از عناصر شیمیایی هستند که بدون آنها گیاه قادر به ادامه رشد و حیات نخواهد بود. هرچند این عناصر بطور طبیعی در تمام خاک‌ها وجود دارند، اما مقدار قابل جذب بعضی از آنها در خاک ممکن است کمتر از نیاز واقعی گیاه بوده و برای جبران آنها نیاز به استفاده از انواع کودها باشد. از طرف دیگر، اگر مقدار یک عنصر غذایی در خاک از یک مقدار معین بیشتر باشد، زیادی آن عنصر می‌تواند منجر به مسمومیت گیاه شده و تاثیر منفی بر رشد و عملکرد آن خواهد داشت. برای دانستن کمبود یا بیشبود یک عنصر غذایی در خاک، باید اطلاعات کافی از خاک مزرعه داشته باشیم. علاوه بر آزمون خاک قبل از کشت برای هر مزرعه، نقشه‌های حاصلخیزی خاک و یا سایر نقشه‌هایی که برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمایی مختلف خاک تهیه می‌شوند، راهنمای خوبی در این زمینه هستند. با استفاده از این نقشه‌ها می‌توان علاوه بر تعیین نیاز کودی هر گیاه، نسبت به مدیریت خاک مزرعه نیز اقدام و خصوصیات نامطلوب آن را تعدیل یا اصلاح کرد.

در ابتدای نشریه حاضر، مطالب و مباحث مفیدی به صورت مختصر، برای درک اصول حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه آورده شده است. دانستن این مطالب برای استفاده صحیح از کودهای شیمیایی ضروری است. همچنین، با توجه به نقش و اهمیت زیاد ماده آلی خاک و تناوب زراعی در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک و تولید پایدار محصول، اشاره کوتاهی نیز به این مسائل شده است که می‌تواند به درک بهتر اهمیت کیفیت خاک و حفظ این نعمت خدادادی برای نسل‌های آینده کمک نماید.

نشریه حاضر برای توصیه کودی گیاهان زراعی غالب در الگوی زراعی مناسب برای اراضی کشاورزی مرکز جهاد کشاورزی چهل‌چای که در حوزه مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان مینودشت می‌باشد، تهیه شده است. این نشریه بر اساس مطالعات خاک‌شناسی و نقشه حاصلخیزی برای ۷۰۵۵ هکتار از خاک‌های زراعی آن مرکز تهیه شده و راهنمای خوبی برای تشخیص ضرورت یا عدم ضرورت استفاده از انواع کودها در محصولات زراعی آن منطقه می‌باشد. نقشه‌های مرجع عناصر غذایی و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های اراضی تحت پوشش مرکز مربوطه، به تفکیک در اختیار آن مرکز قرار داده شده و همه کشاورزان عزیز می‌توانند با مراجعه به آنها و مکان‌یابی مزرعه مورد نظر در روی نقشه، از وضعیت عمومی زمین خود اطلاع کافی کسب و با استفاده از این نشریه، نسبت به برنامه کودپاشی مزرعه خود اقدام نمایند.

گرچه آزمون خاک هر مزرعه، مبنای دقیق‌تری برای توصیه کودی و مدیریت خاک می‌باشد، اما در صورت فقدان آن، امیدواریم علاوه بر راهنمای توصیه کودی، مطالبی که برای مدیریت زراعی محصول و خاک مزرعه در اینجا ارائه شده است، برای جامعه کشاورزی استان، مخصوصاً کشاورزان عزیز مفید بوده و مورد استفاده آنها قرار گیرد.

در خاتمه، از تمامی کشاورزان، کارشناسان و خبرگان کشاورزی انتظار داریم چنانچه اشتباهات ویراستاری و یا ایرادات فنی در این نشریه وجود دارد، به نگارندگان اطلاع دهند تا در صورت لزوم در چاپ‌های بعدی مورد بازبینی و اصلاح قرار گیرند.

اهمیت تغذیه صحیح گیاه در تولید محصول

تأمین متعادل و بهینه عناصر و مواد غذایی مورد نیاز گیاه و تغذیه صحیح آن، یکی از ارکان اصلی تولید و عامل موفقیت در ارتقاء صفات کمی و کیفی محصول می‌باشد. برای نیل به این هدف، علاوه بر این که هر عنصر باید به حد کفایت در اختیار گیاه قرار گیرد، بین مقادیر قابل جذب آنها در خاک نیز باید توازن و تعادلی برقرار باشد. حفظ این تعادل اهمیت زیادی دارد، زیرا در صورت عدم تحقق این شرایط، با افزایش مقادیر مختلف یک یا چند عنصر غذایی به خاک در مراحل مختلف رشد گیاه، نه تنها ممکن است افزایش عملکردی بدست نیاید، بلکه کاهش عملکرد نیز ممکن است اتفاق بیفتد. تغذیه صحیح گیاه، علاوه بر تاثیر مستقیم بر افزایش عملکرد و یا بهبود خصوصیات کیفی محصول، با کمک به افزایش تحمل و یا مقاومت گیاه در مقابل تنش‌های زنده و غیر زنده، می‌تواند تاثیر مضاعفی بر خصوصیات رشد و عملکرد گیاه داشته باشد.

گیاهان برای رشد و تولید محصول به چندین عنصر شیمیایی نیاز دارند که ضروری بودن ۱۶ عنصر از آنها در تمام گیاهان مختلف به اثبات رسیده است. ضروری بودن هر عنصر شیمیایی برای گیاه با سه ویژگی زیر مشخص و تعریف می‌شود:

۱- گیاه بدون آن قادر به تکمیل چرخه حیات خود نباشد.

۲- وظیفه آن عنصر توسط عنصر دیگری قابل انجام و یا جایگزینی نباشد.

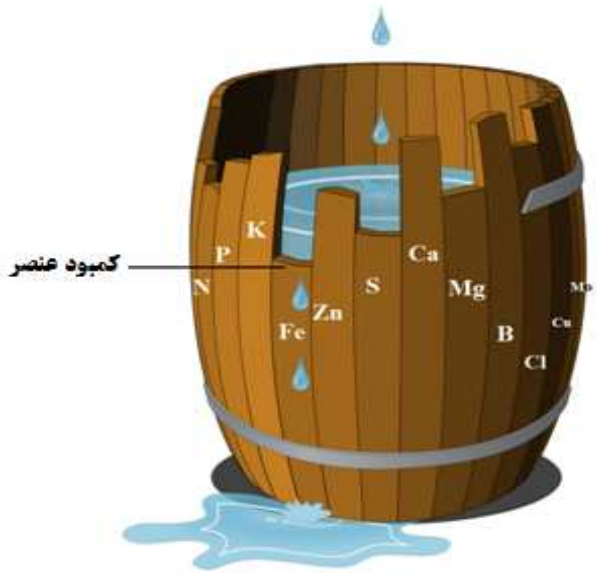
۳- عنصر مستقیماً در متابولیسم و تغذیه گیاه نقش داشته باشد.

کربن، اکسیژن و هیدروژن که بخش اعظم ماده خشک گیاه را تشکیل می‌دهند، از طریق آب و هوا تامین می‌شوند. این عناصر به همراه عناصر کودی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم)، عناصر آهکی (کلسیم و منیزیم) و گوگرد، عناصر غذایی پرمصرف گیاه را تشکیل می‌دهند. عناصر کم‌مصرف نیز که شامل آهن، منگنز، روی، مس، بـُر، مولیبدن و کلر می‌باشند؛ به مقدار کمتر از عناصر پرمصرف، مورد نیاز گیاه هستند. عناصر پرمصرف

و کم‌مصرف به صورت ترکیبات یونی مختلف، توسط ریشه گیاه از خاک جذب می‌شوند. برگ‌ها نیز به مقدار جزئی توانایی جذب دارند. این عناصر در طول فصل رشد گیاه، از خاک یا برگ جذب و بصورت ترکیبات مختلف در اندام‌های گیاهی تجمع می‌یابند. با خروج تمام یا بخشی از محصول از زمین، آن عناصر نیز از خاک خارج می‌شوند. بعضی از عناصر، مخصوصاً آنهایی که به مقدار زیاد مورد نیاز گیاه هستند، با تداوم زراعت و تولید مستمر محصول، به تدریج در خاک کاهش و تخلیه می‌شوند. اگر این عناصر تخلیه شده از خاک، به روش‌های مختلف مجدداً جایگزین نشوند، تولید محصول در هر سال کاهش یافته و در نهایت خاک، قابلیت رشد و تولید محصول را از دست خواهد داد.

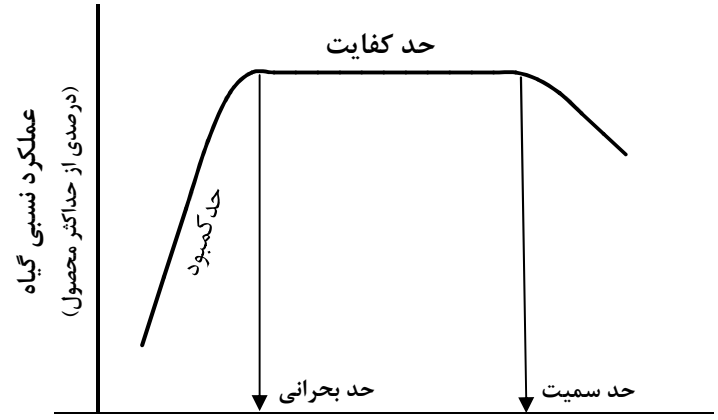
با تجزیه خاک (آزمون خاک) می‌توان کمبود، کفایت و یا سمیت عناصر مورد نیاز گیاه در خاک را برای هر محصول برآورد نمود. آزمون خاک مشابه تست خون است که برای داشتن گیاهی سالم و شاداب که قادر به تولید حداکثر محصول باشد، مقدار هر عنصر غذایی باید در یک حد نرمال باشد و مقادیر کمتر یا بیشتر از آن پسندیده نیست.

نقش و اهمیت تغذیه صحیح و وجود حد مطلوب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را می‌توان به یک بشکه چوبی که از نوارهای باریک متفاوتی ساخته شده است، تشبیه نمود. در حالت کمبود یک عنصر غذایی، ارتفاع نوار چوبی مربوط به آن کوتاه‌تر بوده و در نتیجه، عملکرد قابل حصول نیز کاهش می‌یابد (شکل ۱). به عبارت دیگر، بر اساس این الگو، مقدار عناصر قابل استفاده گیاه در خاک باید نسبت به هم متناسب و متعادل بوده و ظرفیت تولید محصول را آن عنصری تعیین می‌کند که دارای کمترین مقدار است. بنابراین برای بدست آوردن حداکثر ظرفیت تولید محصول، هر عنصر باید به حد لازم و کافی فراهم شده و کمبود آن باید بوسیله کودهای آلی یا شیمیایی جبران گردد. این به معنای مصرف بهینه کودهاست که پایداری تولید را نیز به دنبال خواهد داشت.



شکل ۱- نقش تامین متناسب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در تولید عملکرد قابل حصول

همانطور که اشاره گردید، اگر یک عنصر کمتر از حد بحرانی مقدار مورد نیاز گیاه در اختیارش قرار بگیرد (کمبود)، به شرط فراهم بودن حد مطلوب سایر عناصر، مقدار تولید محصول تابع آن عنصر بوده و با افزایش غلظت‌اش در گیاه، عملکرد نیز افزایش می‌یابد تا به یک مقدار حداکثر می‌رسد. بعد از این مرحله، با افزایش غلظت آن عنصر در گیاه، عملکرد تغییری نمی‌کند (حد کفایت). اگر غلظت عنصر غذایی باز هم افزایش یافته و از یک حد معینی فراتر رود، گیاه دچار مسمومیت شده و عملکرد شروع به کاهش می‌کند. این مراحل در شکل ۲ نشان داده شده است. حد کمبود، کفایت و سمیت برای هر عنصر متفاوت بوده و شناخت این دامنه‌ها در هر گیاه برای تولید محصول مناسب، بسیار مهم و ضروری می‌باشد. در حد کفایت با افزایش غلظت عنصر در خاک، عملکرد تغییر نمی‌کند.



شکل ۲- رابطه بین غلظت عنصر غذایی در گیاه و عملکرد نسبی گیاه

بدیهی است که مصرف انواع کودهای شیمیایی بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه کودی، روشی علمی و مناسب برای مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه است. اما به دلایل مختلف، همه کشاورزان به صورت لازم و مستمر کمتر از این روش استفاده نموده و در بسیاری از موارد، مقدار مصرف کودهای شیمیایی تطابق ضعیف و کم‌رنگی با نیاز واقعی گیاه دارد، یعنی مصرف کودهای شیمیایی متناسب و بهینه نیست. متاسفانه این فقدان تناسب عناصر غذایی اکثراً به نحوی است که بعضی کودهای شیمیایی مخصوصاً ازت و فسفر، بیش از مقدار مورد نیاز به خاک داده شده و تعادل تغذیه‌ای را که در بالا به آن اشاره گردید، بهم می‌خورد. بنابراین، هر کوششی که منجر به نزدیکی به این تعادل و تناسب شود، علاوه بر احتمال کاهش هزینه تولید محصول و افزایش عملکرد اقتصادی گیاه، موجب بهبود کیفیت خاک، سلامت محیط زیست و نهایتاً جامعه خواهد شد.

اهمیت ماده آلی خاک در کشاورزی

اثرات مفید مواد آلی در خاک آن قدر متنوع و زیاد است که گاهی اغراق‌آمیز به نظر می‌رسد، ولی کاملاً واقعیت دارد. ماده آلی قلب تپنده، عامل حیات و دوام زندگی در خاک بوده و اهمیت و نقش آن در خاک همانند وجود خون در بدن انسان است.

سرچشمه اصلی و مهم مواد آلی خاک، بقایای بر جای مانده از گیاه در خاک، مثل ریشه گیاهان و کاه و کلش غلات است. متاسفانه، سالانه میلیونها تن بقایای گیاهی جهت تعلیف دام از زمین خارج شده و یا در اثر سوزاندن از بین می‌روند. این مدیریت غلط زراعی منجر به کاهش و تخلیه خاک از مواد آلی می‌گردد. با اینکه امروزه تمام کشاورزان، کم و بیش اهمیت این بقایای گیاهی (مخصوصاً کاه و کلش) را در حفظ حاصلخیزی خاک می‌دانند، اما باز هم به دلایل مختلف آنها را سوزانده و نابود می‌کنند.

از منابع مهم دیگر برای افزایش ماده آلی خاک، انواع مختلف کودهای دامی و طیور هستند. این کودها علاوه بر تامین مستمر و پایدار تمام و یا بخشی از مواد غذایی مورد نیاز گیاه، نقش بسیار مهمی در بهبود کیفیت خاک و افزایش حاصلخیزی آن دارند.

یکی از عملیات زراعی مفید که در بهبود خصوصیات مختلف خاک توصیه می‌شود، کشت گیاهان مناسب و به زیر خاک بردن آنها در مرحله سبز گیاه است. در این گونه موارد، اکثراً از گیاهان خانواده لگومینه (بقولات) استفاده می‌شود. کود سبز سبب بهبود حاصلخیزی خاک، مخصوصاً افزایش ازت قابل استفاده گیاه می‌گردد.

تناوب زراعی

تناوب زراعی علاوه بر افزایش تولید محصول، در حفظ و افزایش حاصلخیزی خاک، جلوگیری از افزایش غلظت مواد سمی در خاک، افزایش میزان بهره‌وری زمین، جلوگیری

از فرسایش خاک و هدررفت آن، کاهش و کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌های گیاهی، استفاده مناسب از منابع آب قابل حصول برای آبیاری، بهینه‌سازی کاربرد ادوات و ماشین‌آلات، توزیع نیروی انسانی و نهایتاً افزایش درآمد خالص بسیار تاثیرگذار است.

محصولاتی که در یک برنامه تناوبی قرار می‌گیرند، باید حتی‌المقدور از نظر نیاز غذایی و آبی و شکل توسعه ریشه تفاوت داشته باشند. بعضی از گیاهان زراعی دارای ریشه‌های سطحی افشان بوده و بعضی دیگر، ریشه‌های عمیق و باریک دارند. بنابراین باید از کشت پشت سرهم گیاهانی که ریشه‌های هم‌شکل و هم‌عمق دارند، خودداری شود. در یک برنامه تناوبی صحیح و اصولی، باید حداقل یک گیاه از خانواده بقولات (یونجه، شبدر، لوبیا و...) وجود داشته باشد. این گیاهان با برقراری همزیستی با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن که در ریشه گیاه تشکیل می‌شود، باعث افزایش نیتروژن قابل استفاده خاک می‌شوند. در نتیجه، خاک حاصلخیزتر و عملکرد نیز به طور چشمگیری افزایش خواهد یافت. در یک برنامه تناوب زراعی، باید به نکات زیر توجه نمود:

۱) کشت محصولات انتخاب شده باید از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد.

۲) از کشت متوالی و ستمر گیاهان هم‌خانواده و گیاهان دانه‌ای (غلات یا حبوبات) تا حدامکان خودداری گردیده و تنوع گیاهی برقرار شود.

۳) بقولات دانه‌ای (مثل لوبیا و انواع نخود)، بین دو محصول وجینی و یا قبل از غلات دانه‌ریز (گندم وجو) قرار گیرند.

۴) گیاهان خانواده بقولات؛ حتی در مواردی که یک گیاه برای تولید دانه و گیاه دیگر برای تولید علوفه باشد، پشت سر هم کشت نشوند.

۵) محصولات وجینی بعد از گیاهان علوفه‌ای یا کود سبز قرار گیرند.

۶) از کشت متوالی گیاهان دارای آفات و بیماری‌های مشترک خودداری گردد.

توصیه‌های زراعی برای اراضی مرکز جهاد کشاورزی چهل‌چای

یکی از خصوصیات مهم خاک که بر تولید محصول تاثیرگذار است، pH یا اسیدیته آن است. خاک‌هایی با pH کمتر از ۷، بیشتر از ۷ و در حدود ۷، به ترتیب دارای pH اسیدی، قلیایی و خنثی هستند. pH خاک معمولاً بطور غیر مستقیم بر تولید محصول تاثیر می‌گذارد که می‌تواند مربوط به سمیت عناصری مثل آلومینیوم در خاک‌های اسیدی، سمیت سدیم در خاک‌های قلیایی، کمبود فسفر یا مولیبدن در خاک‌های اسیدی و کمبود عناصر کم مصرف فلزی مثل آهن و روی در خاک‌های قلیایی باشد. pH مطلوب برای اکثر محصولا زراعی در محدود ۶/۵ تا ۷ است. pH خاک‌های تمام مناطق استان بیشتر از ۷ بوده و بهتر است با مصرف موادی که خاصیت اسیدی داشته و منجر به کاهش pH خاک می‌شوند، این مقدار به محدوده مذکور نزدیک‌تر شود. در بین موادی مختلفی که بدین منظور قابل استفاده است، گوگرد از نظر سهولت دسترسی و استفاده، هزینه و ملاحظات زیست محیطی، مناسب‌ترین ماده شیمیایی می‌باشد. همچنین، خود گوگرد از عناصر ضروری و مهم مورد نیاز گیاه است که کمبود آن منجر به کاهش رشد و تولید محصول خواهد شد. با اینکه در خاک‌هایی که کودهای سولفاته مثل سولفات پتاسیم یا آمونیوم یا کود سوپرفسفات ساده مصرف می‌شوند، نیازی به گوگرد برای تامین نیاز غذایی گیاه نیست، اما چون در سال‌های اخیر استفاده از این کودها به شدت کاهش یافته است، توصیه می‌شود که گوگرد برای هر دو هدف یعنی کاهش pH خاک و تامین نیاز غذایی گیاه استفاده شود. گوگرد هم به صورت پودری و هم بصورت گرانوله یا پلیت شده در بازار موجود می‌باشد. گوگرد پلیت شده بنتونیت‌دار شکل دیگری از گوگرد است که حاوی درصد بسیار بالایی گوگرد می‌باشد. برای سهولت استفاده توصیه می‌شود که گوگرد گرانوله یا پلیت شده؛ مخصوصاً نوع بنتونیت‌دار آن مورد استفاده قرار گیرد. در هنگام گوگردپاشی، استفاده از باکتری تیوباسیلوس اکسید کننده گوگرد کارایی آن را در

کاهش pH خاک افزایش می‌دهد. در خاک‌های شور با هدایت الکتریکی (EC) بالاتر از ۶ دسی‌زیمنس بر متر، این باکتری‌ها فعالیت خود را از دست داده و تاثیری در کارایی گوگرد نخواهند داشت. در این خاک‌ها توصیه می‌شود که گوگرد به همراه کود حیوانی به خاک اضافه و با آن مخلوط شود. البته استفاده از کود حیوانی حتی در خاک‌هایی که باکتری تیوباسیلوس در آنها قابل استفاده است، کارایی گوگرد را بیشتر افزایش خواهد داد. توصیه می‌شود که برای رسیدن به pH مناسب، گوگردپاشی بطور متوالی در هر سال تکرار شود (۳ تا ۵ سال). اگر این روش گوگردپاشی بطور متناوب، حداقل به فواصل هر ۳ تا ۴ سال تکرار شود، pH خاک همیشه در وضعیت دلخواه باقی خواهد ماند.

ماهیت اسیدیته خاک در غالب اراضی مرکز جهاد کشاورزی چهل‌چای به سمت pH نسبتاً قلیائی تمایل داشته و ضرورت دارد با در نظر گرفتن ملاحظات، اصول و روش مذکور در بالا، گوگردپاشی شوند. از نظر پراکنش pH خاک‌ها، ۱۱/۶ درصد اراضی دارای pH کمتر از ۷/۶۵ بوده و مصرف سالیانه حداقل ۴۰۰ کیوگرم در هکتار گوگرد در آنها توصیه می‌شود. ۵۹/۶ درصد خاک‌ها نیز دارای pH بین ۷/۶۵ تا ۷/۷۵ بوده و توصیه سالیانه مصرف گوگرد برای آنها حداقل ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار است. pH سایر خاک‌ها بیش از ۷/۷۵ بوده و نیاز سالیانه مصرف گوگرد در آنها ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. خاک‌های تمامی اراضی این مرکز غیر شور بوده و استفاده از باکتری تیوباسیلوس برای سرعت کاهش pH خاک نتیجه بهتری خواهد داد. بنابراین توصیه می‌شود که همراه با گوگردپاشی، از این باکتری هم استفاده شود.

عناصر پرمصرف

کود نیتروژن مورد نیاز، با توجه به مقدار کربن آلی خاک و عملکرد قابل انتظار تعیین می‌گردد. برای یک عملکرد معین، خاک‌هایی که مقدار کربن آلی کمتری دارند، به کود

نیتروژن بیشتری نیاز دارند. با توجه به بافت خاک، حد مطلوب کربن آلی خاک برای کشاورزی، بین ۲/۵ تا ۵ درصد وزنی بخش جامد خاک است. خاک‌های سنگین (رسی) و سبک (شنی) برای حفظ خصوصیات فیزیکی مطلوب، به کربن آلی بیشتری نیاز دارند. صرف نظر از بافت خاک، خاک‌هایی که کمتر از ۲ درصد کربن آلی دارند، برای حفظ و بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مطلوب، نیاز به اقدامات مدیریتی پایدار مواد آلی در خاک دارند. چنانچه کربن آلی خاک به کمتر از ۱ درصد برسد، در وضعیت بحرانی قرار داشته و اقدام موثر و مستمر برای افزایش ماده آلی خاک در آنها لازم است. خاک‌های با کمتر از ۰/۵ درصد کربن آلی، در شرایط خطر و بسیار نامطلوب قرار داشته و علاوه بر مصرف انواع کودهای آلی، به یک برنامه تناوب زراعی مناسب که در آن کشت بقولات به عنوان کود سبز محور باشد، نیاز دارند. ۵/۷ درصد خاک‌ها در اراضی مرکز جهاد کشاورزی چهل چای، کمتر از ۱/۳ درصد کربن آلی دارند. در محدوده کربن آلی بین ۱/۳ تا ۱/۴ و ۱/۴تا ۱/۵ درصد نیز به ترتیب ۲۸ و ۳۱/۱ درصد اراضی قرار دارند. در سایر اراضی، کربن آلی خاک بیش از ۱/۵ درصد می‌باشد.

در خاک‌های اراضی این مرکز، وضعیت فسفر خاک از کمبود نسبتاً متوسط تا بدون کمبود متغیر است. ۳/۲ درصد اراضی دارای فسفر کمتر از ۱۰ پی‌پی‌ام بوده و در دامنه بین ۱۰ تا ۱۵ پی‌پی‌ام و ۱۵ تا ۲۰ پی‌پی‌ام، به ترتیب ۱۷/۱ و ۲۵/۱ درصد اراضی جای دارند. سایر اراضی نیز دارای فسفر قابل جذب خاک بیش از ۲۰ پی‌پی‌ام هستند.

پتاسیم قابل استفاده خاک در غالب اراضی کشاورزی این مرکز در حد کمبود خفیف تا بدون کمبود می‌باشد. در ۱۹/۳ درصد از خاک‌های این مرکز، پتاسیم قابل جذب خاک کمتر از ۲۵۰ پی‌پی‌ام بوده و پتاسیم قابل جذب در ۲۰/۶ از اراضی در دامنه بین ۲۵۰ تا ۳۰۰ می‌باشد. مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک در سایر اراضی‌ها نیز بیش از ۳۰۰ پی‌پی‌ام می‌باشد.

توصیه کودی NPK برای زراعت پنبه

نیتروژن (ازت) بیش از هر عنصر غذایی دیگر می‌تواند باعث افزایش محصول پنبه شود. کمبود متوسط پنبه منجر به زودرسی محصول شده اما در کمبود شدید این عنصر، گیاه رشد کمی داشته و تشکیل اندام‌های زایشی در آنها سرعت کمی داشته و محصول دیررس می‌شود. مصرف متعادل کود نیتروژن در پنبه اهمیت بسیار زیادی دارد، زیرا هم کمبود و هم بیشبود این عنصر در گیاه با کاهش محصول همراه است. مصرف بیش از حد کود نیتروژن منجر به افزایش دوره رشد رویشی و تاخیر شروع مرحله زایشی می‌گردد که پیامد آن کاهش و دیررسی محصول است. بنابراین استفاده از کود نیتروژن به صورت تقسیط توصیه می‌شود.

در مناطق مرطوب که غالباً اولین آبیاری در اوج غنچه‌دهی یا شروع گلدهی انجام می‌شود، مصرف کود نیتروژن به مقدار ۵۰ درصد در زمان کاشت و ۵۰ درصد دیگر به صورت سرک و همراه با آبیاری اول توصیه می‌شود. در مناطق خشک‌تر که دسترسی به آب وجود داشته و یک یا دو مرحله آبیاری قبل از گلدهی انجام می‌شود، کود نیتروژن در ۳ تقسیط و به صورت ۲۰ درصد در زمان کشت، ۳۰ درصد در آبیاری اول و ۵۰ درصد دیگر در شروع گلدهی توصیه می‌گردد. در اراضی دیم، تمام کود نیتروژن مورد نیاز در زمان کشت به خاک اضافه شود. در کشت دوم (تاخیری) که بلافاصله بعد از برداشت غلات و یا کلزا، گیاه پنبه کشت می‌شود، آبیاری پنبه قبل از گلدهی الزامی است. در این شرایط همانند مناطق خشک‌تر، مصرف کود نیتروژن به صورت ۳ مرحله تقسیط انجام شود. در کشت دوم پنبه برای جلوگیری از تخلیه نیتروژن خاک که برای تجزیه و پوسیدن بقایای کاه و کلش کشت اول (غلات یا کلزا) استفاده می‌گردد، به ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص بیشتری مورد نیاز است. این مقدار تقریباً معادل ۳۰ تا

۴۰ کیلوگرم کود اوره می‌باشد. جدول ۱ توصیه کودی نیتروژن را بر اساس درصد کربن آلی خاک و عملکرد مورد انتظار پنبه (وش) نشان می‌دهد.

جدول ۱- توصیه کودی اوره (کیلوگرم در هکتار) برای زراعت پنبه آبی

کربن آلی خاک	عملکرد قابل انتظار وش (تن در هکتار)				
(درصد)	۲	۳	۴	۵	۶
کمتر از ۱/۳	۹۰	۱۳۰	۱۷۰	۲۱۰	۲۴۰
۱/۳ – ۱/۴	۸۵	۱۲۵	۱۶۵	۲۰۵	۲۳۵
۱/۴ – ۱/۵	۸۰	۱۲۰	۱۶۰	۲۰۰	۲۳۰
بیش از ۱/۵	۷۵	۱۱۵	۱۵۵	۱۹۵	۲۲۵

- در اراضی دیم، مقدار کود مصرفی را ۲۵ درصد کاهش دهید.

همانند سایر عناصر ضروری، فسفر نیز برای رشد گیاه الزامی است. کمبود این عنصر منجر به دیررسی محصول می‌شود. در خاک‌هایی که دارای مقدار فسفر قابل استفاده کم و قدرت تثبیت فسفر بالا هستند، مصرف نواری کود فسفر توصیه می‌شود. در سایر موارد کود فسفر را می‌توان به روش پخشی و اختلاط با خاک استفاده نمود. مصرف تمام کود فسفر مورد نیاز به صورت همزمان با کشت گیاه می‌باشد. بر اساس فسفر قابل استفاده خاک و عملکرد مورد انتظار وش، کود فسفر مورد نیاز بر مبنای کود دی‌آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل در جدول ۲ آورده شده است. لازم به یادآوری است که مقادیر توصیه شده زیر برای مصرف فسفر به روش پخشی است و در صورتی که کود با دستگاه کودکار - بذرکار و به صورت نواری مصرف گردد، مقدار توصیه به ۵۵ تا ۶۵ درصد مقادیر ارائه شده در این جدول کاهش می‌یابد. بر این اساس، مقدار مصرف کود فسفر را می‌توان در خاک‌های آهکی (درصد آهک معادل بیش از ۸ درصد) تا ۴۵ و در خاک‌های غیر آهکی تا ۳۵ درصد کاهش داد.

جدول ۲- توصیه کودی دی‌آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل (کیلوگرم در هکتار) برای زراعت پنبه آبی

فسفر قابل استفاده خاک (پی‌پی‌ام)	عملکرد قابل انتظار وش (تن در هکتار)				
	۲	۳	۴	۵	۶
کمتر از ۱۰	۸۰	۱۲۰	۱۶۰	۱۹۰	۲۲۰
۱۵ – ۱۰	۵۰	۹۰	۱۳۰	۱۶۰	۱۹۰
۲۰ – ۱۵	۰	۳۰	۷۰	۱۰۰	۱۳۰
بیش از ۲۰	۰	۰	۰	۰	۰

- کود دی‌آمونیوم فسفات دارای ۱۸ درصد نیتروژن است، بنابراین به ازای مصرف هر ۲۵ کیلوگرم در هکتار از این کود، باید به مقدار ۱۰ کیلوگرم در هکتار، از مقدار مصرف کود اوره کاسته شود.
- در اراضی دیم، مقدار کود مصرفی را ۳۰ درصد کاهش دهید.

پتاسیم در مقاومت گیاه به امراض قارچی و تحمل به خشکی و تنش آبی مؤثر است. کمبود پتاسیم در گیاه پنبه در مقایسه با گیاهان زراعی دیگر شیوع بیشتری داشته و با شدت بیشتری نیز رخ می‌دهد، زیرا این گیاه از نظر جذب پتاسیم از خاک کارایی کمتری نسبت به اکثر گونه‌های گیاهی دارد. بنابراین کمبود پتاسیم در پنبه غالباً بیشتر و شدیدتر از سایر گیاهان زراعی بروز می‌کند. به علت تحرک کم پتاسیم در خاک، مصرف نواری کود پتاسیم مخصوصاً در خاک‌هایی که ظرفیت زیادی در تثبیت پتاسیم دارند، توصیه می‌شود. همانند کودهای فسفری، تمام کود پتاسیم مورد نیاز در کشت پنبه باید در زمان کاشت مصرف شود. اما در خاک‌هایی که به کود پتاسیم زیادی نیاز دارند، توصیه می‌شود که مقدار ۲۰ درصد کود مورد نیاز به صورت سرک در گلدهی یا قوزه‌دهی مصرف شود. بدین منظور، از کودهای قابل حل در آب که حاوی مقدار مناسبی پتاسیم باشند (مثل کلرید پتاسیم)، استفاده گردد.

بر اساس پتاسیم قابل استفاده خاک و عملکرد مورد انتظار وش، مقدار کود پتاسیم مورد نیاز بر مبنای کود سولفات پتاسیم در جدول ۳ آورده شده است. کود کلرید پتاسیم دارای مقدار پتاسیم بیشتری نسبت به سولفات پتاسیم بوده و تفاوتی از نظر اثر بخشی آنها وجود ندارد. فقط در شرایط کشت پنبه در خاک‌های شور، کاربرد کود کلرید پتاسیم توصیه نمی‌شود.

جدول ۳- توصیه کودی سولفات پتاسیم **(کیلوگرم در هکتار) برای زراعت پنبه**

پتاسیم قابل استفاده خاک (پی‌پی‌ام)	عملکرد قابل انتظار وش (تن در هکتار)				
	۲	۳	۴	۵	۶
کمتر از ۲۵۰	۰	۹۵	۱۵۵	۱۹۵	۲۲۵
۲۵۰ - ۳۰۰	۰	۶۵	۱۲۵	۱۵۵	۱۸۵
بیشتر از ۳۰۰	۰	۰	۰	۰	۰

- اگر از کود کلرید پتاسیم استفاده شود، به مقدار ۱۶/۶ درصد از مقادیر فوق کم شود.
- در اراضی دیم، مقدار کود مصرفی را ۲۵ درصد کاهش دهید.

توصیه کودی NPK برای زراعت گندم و جو

نیتروژن (ازت) یک عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در غلات است. در چهار مرحله از دوره رشد و نمو گندم و جو که شامل پنجه‌زنی، ساقه‌دهی، خوشه‌دهی و پر شدن دانه است، تامین نیتروژن برای گیاه از اهمیت ویژه‌ای برخودار است. بنابراین تنظیم و تطبیق کودپاشی (کود سرک) نیتروژن باید بر اساس این مراحل بوده و کود نیتروژن مورد نیاز گیاه به صورت تقسیط در این مراحل مورد استفاده قرار گیرد.

باید توجه داشت که مصرف سرک کود نیتروژن باید همزمان با آبیاری مزرعه یا مطابق با بارندگی‌های فصلی انجام شود. برای استفاده بهتر از کود سرک و جلوگیری از هدررفت آن از طریق تصعید کود، حداقل به ۹ میلی‌متر آب لازم است که باید از طریق

آبیاری یا بارندگی تامین شود. با توجه به این‌که تقسیط بیشتر کود همیشه مقدور یا مقرون به صرف نیست، توصیه می‌شود که کود نیتروژن در گندم و جو به مقدار ۲۰ درصد در زمان کشت، ۴۰ درصد در مرحله تکمیل پنجه‌زنی (پس از گذراندن سرمای زمستانی) و ۴۰ درصد باقی‌مانده در مرحله ساقه‌دهی (ظهور اولین گره ساقه) و یا تشکیل خوشه (متورم شدن ساقه و یا شکم خوش) مصرف شود. در اراضی دیم با پیش‌بینی خشکسالی توصیه می‌شود که دو سوم کود مورد نیاز همزمان با کشت و یک سوم باقی‌مانده در صورت وجود بارندگی بهاره به صورت سرک در فاصله زمانی نیمه دوم اسفند تا نیمه اول فروردین استفاده شود. در صورت عدم وجود بارندگی از مصرف کود سرک خودداری گردد. بر اساس درصد کربن آلی خاک و عملکرد مورد انتظار، مقدار کود نیتروژن مورد نیاز گندم و جو بر مبنای کود اوره در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴- توصیه کودی اوره (کیلوگرم در هکتار) برای زراعت گندم آبی*

کربن آلی	عملکرد قابل انتظار دانه (تن در هکتار)					
خاک (درصد)	۲	۳	۴	۵	۶	۷
کمتر از ۱/۳	۱۱۰	۱۶۰	۲۱۰	۲۶۰	۳۰۰	۳۴۰
۱/۳ – ۱/۴	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۲۹۰	۳۳۰
۱/۴ – ۱/۵	۹۰	۱۴۰	۱۹۰	۲۴۰	۲۸۰	۳۲۰
بیش از ۱/۵	۸۰	۱۳۰	۱۸۰	۲۳۰	۲۷۰	۳۱۰

*** مقدار کود مورد نیاز برای جو آبی در هر سطح، ۳۰ کیلوگرم در هکتار کمتر از گندم آبی است.**
- در اراضی دیم، مقدار کود مصرفی را ۲۵-۲۰ درصد کاهش دهید.

کمبود فسفر در مراحل اولیه رشد غلات، موجب کاهش عملکرد می‌شود. با توجه به مقدار فسفر قابل استفاده خاک (میلی‌گرم در کیلوگرم)، چهار گروه‌بندی خاک برای کشت غلات وجود دارد که به ترتیب شامل خیلی کم (فسفر کمتر از ۵)، کم (فسفر ۵ تا

۱۰)، متوسط (فسفر ۱۰ تا ۱۵) و زیاد (فسفر بیشتر از ۱۵) می‌باشد. بر همین مبنا و بطور معکوس، احتمال پاسخ گیاه به مصرف کود فسفر نیز به ترتیب خیلی زیاد، زیاد، متوسط و بدون پاسخ ارزیابی می‌گردد. مصرف تمام کود فسفر مورد نیاز به صورت همزمان با کشت گیاه می‌باشد. بر اساس فسفر قابل استفاده خاک و عملکرد مورد انتظار، مقدار کود فسفر مورد نیاز بر مبنای کود دی‌آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات در جدول ۵ آورده شده است. لازم به یادآوری است که مقادیر کودی جدول ۵ برای کاربرد به روش پخش سطحی است و در صورتی که کود با دستگاه کودکار - بذرکار و به صورت نواری مصرف گردد، مقدار توصیه به ۵۰ تا ۶۵ درصد مقادیر ارائه شده در این جدول، کاهش می‌یابد. براین اساس، برای گروه‌های خاکی با فسفر قابل استفاده خیلی کم، کم و متوسط، می‌توان مقدار مصرف کود فسفر را به ترتیب ۵۰، ۴۰ و ۳۵ درصد کاهش داد.

جدول ۵- توصیه کودی دی‌آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل (کیلوگرم در هکتار) برای زراعت گندم آبی*

فسفر قابل استفاده	عملکرد قابل انتظار دانه (تن در هکتار)					
خاک (پی‌پی‌ام)	۲	۳	۴	۵	۶	۷
کمتر از ۱۰	۸۰	۱۱۰	۱۴۰	۱۷۰	۲۰۰	۲۲۰
۱۵ - ۱۰	۲۰	۵۰	۸۰	۱۱۰	۱۴۰	۱۶۰
۲۰ - ۱۵	۰	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۹۰
بیش از ۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

*** مقدار کود مورد نیاز برای جو آبی در هر سطح، ۳۰ کیلوگرم در هکتار کمتر از گندم آبی است.**

- کود دی‌آمونیوم فسفات دارای ۱۸ درصد ازت است، بنابراین به ازای مصرف هر ۲۵ کیلوگرم در هکتار از این کود، باید به مقدار ۱۰ کیلوگرم در هکتار، از مقدار مصرف کود اوره کاسته شود.

- در اراضی دیم، مقدار کود مصرفی را ۳۰-۲۵ درصد کاهش دهید.

چون پتاسیم قابل جذب خاک توسط گیاه در تمام اراضی این مرکز زیاد بوده و قادر به تأمین نیاز غذایی گندم و جو به این عنصر می‌باشد، برای زراعت آنها در این خاک‌ها نیازی به مصرف کودهای پتاسیمی نیست.

توصیه کودی NPK برای زراعت کلزا

در مقایسه با بسیاری از گیاهان دانه‌ای، کلزا نیاز بیشتری به مواد غذایی برای دستیابی به عملکردهای بالا دارد. بطور مثال در عملکرد مشابه، نیاز این گیاه به نیتروژن (ازت)، فسفر و پتاسیم به مقدار ۲۵ درصد بیشتر از گندم می‌باشد. الگوی جذب نیتروژن و تولید ماده خشک در کلزا مشابه گندم است. علاوه بر این که نیاز به نیتروژن در مراحل اولیه رشد برای جلوگیری از کاهش رشد گیاهچه الزامی می‌باشد، حداکثر تولید ماده خشک و تجمع نیتروژن بین آغاز ساقه‌دهی یا شاخه‌دهی و پایان گلدهی است. بر همین اساس، کود نیتروژن باید به صورت تقسیط استفاده شود. بدین منظور توصیه می‌شود که کود نیتروژن مورد نیاز به صورت ۳۰ درصد در زمان کشت، ۴۰ درصد در ابتدای ساقه رفتن و ۳۰ درصد باقی‌مانده آن ، قبل از گلدهی به صورت سرک مصرف شود. باید توجه داشت که مصرف سرک کود نیتروژن باید همزمان با آبیاری مزرعه یا مطابق با بارندگی‌های فصلی انجام شود. در اراضی دیم با پیش‌بینی خشکسالی توصیه می‌شود که دو سوم کود مورد نیاز همزمان با کشت و یک سوم باقی‌مانده پس از گذراندن سرمای زمستانی، در صورت وجود بارندگی به صورت سرک تا زمان قبل از گلدهی (حداکثر تا یک هفته مانده به گلدهی) استفاده شود. چون محصول کلزا زودرس‌تر از گندم و جو است، بنابراین به محض مساعد شدن هوا (افزایش نسبی دما از اوایل بهمن تا اواسط اسفند) نسبت به کودپاشی سرک اقدام شود. در صورتی که پیش‌بینی شود که بارندگی

مناسب (ترسالی) در این دوره ۴۵ روزه اتفاق خواهد افتاد، در زراعت دیم نیز می‌توان کود سرک را در دو مرحله استفاده نمود. در صورت عدم وجود بارندگی، از مصرف کود سرک نیتروژن خودداری گردد. بر اساس درصد کربن آلی خاک و عملکرد مورد انتظار، مقدار کود نیتروژن مورد نیاز بر مبنای کود اوره در جدول ۶ آورده شده است.

جدول ۶- توصیه کودی اوره (کیلوگرم در هکتار) برای زراعت کلزا آبی

کربن آلی	عملکرد قابل انتظار دانه (کیلوگرم در هکتار)						
خاک (درصد)	۱۰۰۰	۱۴۰۰	۱۸۰۰	۲۲۰۰	۲۶۰۰	۳۰۰۰	۳۴۰۰
کمتر از ۱/۳	۱۲۵	۱۵۰	۱۷۵	۲۰۰	۲۲۵	۲۴۵	۲۶۵
۱/۳ – ۱/۴	۱۱۵	۱۴۰	۱۶۵	۱۹۰	۲۱۵	۲۳۵	۲۵۵
۱/۴ – ۱/۵	۱۰۵	۱۳۰	۱۵۵	۱۸۰	۲۰۵	۲۲۵	۲۴۵
بیش از ۱/۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰	۱۷۵	۲۰۰	۲۲۰	۲۴۰

- در اراضی دیم، مقدار کود مصرفی را ۲۵-۲۰ درصد کاهش دهید.

نیاز به فسفر برای دستیابی به عملکرد بالا در کلزا، معمولاً از گندم یا جو بیشتر است. چون میزان برداشت فسفر توسط دانه بیش از ۲/۵ برابر کاه و کلش می‌باشد، بنابراین وقتی بقایای کلزا به خاک برگردانده می‌شود، میزان کمی فسفر در مقایسه با نیتروژن به خاک اضافه می‌شود. با توجه به اینکه از یک طرف، کودهای فسفری بیشترین قابلیت استفاده را بلافاصله بعد از مصرف داشته و آبشویی نیز نمی‌شوند، و از طرف دیگر، کلزا در مراحل اولیه رشد به سرعت این عنصر را جذب کرده و تا ۸ هفته این جذب ادامه دارد، بنابراین کود فسفر مورد نیاز باید هم‌زمان با کاشت مصرف شود.

بر اساس فسفر قابل استفاده خاک و عملکرد مورد انتظار، مقدار کود فسفر مورد نیاز بر مبنای کود دی‌آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل در جدول ۷ آورده شده است. لازم به یادآوری است که مقادیر توصیه شده زیر برای کاربرد به روش پخش سطحی

است و در صورتی که کود با دستگاه کودکار - بذرکار و به صورت نواری مصرف گردد، مقدار توصیه به ۵۰ تا ۶۰ درصد مقادیر ارائه شده در این جدول، کاهش می‌یابد. بر این اساس، مقدار مصرف کود فسفر را می‌توان در خاک‌های آهکی (درصد آهک معادل بیش از ۸ درصد) تا ۵۰ و در خاک‌های غیر آهکی تا ۴۰ درصد کاهش داد.

جدول ۷- توصیه کودی دی‌آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل (کیلوگرم در هکتار) برای زراعت کلزا آبی

فسفر قابل استفاده	عملکرد قابل انتظار دانه (کیلوگرم در هکتار)						
خاک (پی‌پی‌ام)	۱۰۰۰	۱۴۰۰	۱۸۰۰	۲۲۰۰	۲۶۰۰	۳۰۰۰	۳۴۰۰
کمتر از ۱۰	۶۰	۸۰	۱۰۰	۱۲۰	۱۴۰	۱۶۰	۱۷۵
۱۵ - ۱۰	۳۰	۵۰	۷۰	۹۰	۱۱۰	۱۳۰	۱۴۵
۲۰ - ۱۵	۰	۰	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰	۷۰
بیش از ۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

- کود دی‌آمونیوم فسفات دارای ۱۸ درصد ازت است، بنابراین به ازای مصرف هر ۲۵ کیلوگرم در هکتار از این کود، باید به مقدار ۱۰ کیلوگرم در هکتار، از مقدار مصرف کود اوره کاسته شود.
- در اراضی دیم، مقدار کود مصرفی را ۳۰-۲۵ درصد کاهش دهید.

چون پتاسیم قابل جذب خاک توسط گیاه در تمام اراضی این مرکز زیاد بوده و قادر به تأمین نیاز غذایی کلزا به این عنصر می‌باشد، برای زراعت آن در این خاک‌ها نیازی به مصرف کودهای پتاسیمی نیست.

توصیه کودی NPK برای زراعت سویا

به دلیل تثبیت بیولوژیکی نیتروژن هوا توسط غده‌های حاوی باکتری ریزوبیوم که با ریشه گیاه زندگی همزیستی دارند، کمبود نیتروژن در سویا چندان شایع نیست. با این حال بوته‌های جوان سویا ممکن است علایم کمبود نیتروژن را به دلایلی مثل آبیاری

بیش از حد و یا در خاک‌های فقیر از مواد آلی نشان دهند. البته در برخی مواقع، به دلیل برقراری نامناسب همزیستی بین ریزوبیوم و ریشه گیاه و یا کارآمدی پایین غده، علایم کمبود در مراحل تشکیل غلاف نیز ممکن است مشاهده شود. تثبیت همزیستی نیتروژن از مرحله ظهور اولین غنچه گل شروع می‌شود. بنابرین اگر بذر سویا قبل از کشت با مایه تلقیح حاوی باکتری ریزوبیوم مناسب (*Bradyrhizobium japonicum*) آغشته شود؛ مخصوصاً در خاک‌هایی که برای اولین بار کشت می‌شود، در صورت موفقیت عمل تلقیح و ایجاد رابطه همزیستی (رنگ صورتی داخل غده)، بیش از ۷۰ درصد نیاز نیتروژنی گیاه از طریق این همزیستی تامین می‌شود. لذا در این خاک‌ها مصرف کود نیتروژن معمولاً به عنوان آغازگر (استارتر) همزمان با کشت سویا توصیه می‌شود. این مقدار در اراضی با بافت سنگین و سبک به ترتیب ۳۰ و ۵۰ کیلوگرم کود اوره در هر هکتار است. در صورتی که به هر دلیلی گره‌بندی مناسب روی ریشه‌های سویا حاصل نشود، کوددهی نیتروژن به صورت سرک در یک یا دو مرحله (ابتدای تشکیل غلاف در ساقه اصلی و شروع تشکیل دانه) لازم است. در این شرایط، توصیه می‌شود که با توجه به مقدار کربن آلی خاک و عملکرد متوسط مورد انتظار، بین ۴۵ کیلوگرم در هکتار (کربن آلی بیشتر از ۲ درصد) تا ۸۵ کیلوگرم در هکتار (کربن آلی کمتر از ۱ درصد) کود اوره به صورت سرک در یک یا دو تقسیط به خاک اضافه شود.

فسفر در رشد و نمو ریشه، گلدهی و افزایش عملکرد نقش مهمی دارد. علایم کمبود فسفر در سویا خیلی مشخص و قطعی نیست ولی به عنوان یک مشخصه عمومی، گیاه رشد ضعیفی داشته و رنگ برگ‌ها به سمت آبی گرایش پیدا می‌کند. نیاز سویا به فسفر کمتر از غلات است. معمولاً پاسخ سویا به کاربرد کودهای فسفری در خاک‌هایی با فسفر قابل استفاده کم (کمتر از ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) و عملکرد قابل انتظار بالا، قطعیت بیشتری دارد. این احتمال در خاک‌هایی با فسفر قابل استفاده متوسط و زیاد (بیش از ۵

میلی‌گرم در کیلوگرم) و عملکرد متوسط به پایین، ضعیف است. مصرف تمام کود فسفر مورد نیاز به صورت همزمان با کشت گیاه می‌باشد.

بر اساس فسفر قابل استفاده خاک (میلی‌گرم در کیلوگرم) و عملکرد مورد انتظار دانه، مقدار کود فسفر مورد نیاز بر مبنای کود دی‌آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل (کیلوگرم در هکتار) در جدول ۸ آورده شده است.

جدول ۸- توصیه کودی دی‌آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل (کیلوگرم در هکتار) برای زراعت سویا

فسفر قابل استفاده خاک (پی‌پی‌ام)	عملکرد قابل انتظار دانه (کیلوگرم در هکتار)						
	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳	۳/۵	۴
کمتر از ۱۰	۲۵	۴۰	۶۰	۸۰	۱۰۰	۱۰۵	۱۱۰
۱۰ – ۱۵	۰	۲۵	۳۵	۵۵	۷۵	۸۰	۸۵
۱۵ - ۲۰	۰	۰	۰	۰	۲۵	۳۰	۳۵
بیش از ۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

- کود دی‌آمونیوم فسفات دارای ۱۸ درصد ازت است، بنابراین به ازای مصرف هر ۲۵ کیلوگرم در هکتار از این کود، باید به مقدار ۱۰ کیلوگرم در هکتار، از مقدار مصرف کود اوره کاسته شود.

چون پتاسیم قابل جذب خاک توسط گیاه در تمام اراضی این مرکز زیاد بوده و قادر به تأمین نیاز غذایی سویا به این عنصر می‌باشد، برای زراعت آن در این خاک‌ها نیازی به مصرف کودهای پتاسیمی نیست.

توصیه کودی NPK برای زراعت برنج (شالیکاری)

با اینکه نیتروژن در تمام دوره رشد گیاه مورد نیاز می‌باشد، اما زمان حداکثر نیاز برنج به این عنصر، بین ابتدای پنجه‌زنی تا اواسط آن و نیز مرحله تشکیل خوشه است. بنابراین کودهای نیتروژنی به صورت تقسیط مصرف می‌شوند. مصرف کود نیتروژن به

صورت پایه بستگی به مقدار نیتروژن معدنی خاک دارد. اگر این مقدار کم باشد، باید ۱۰ تا ۱۵ درصد کود نیتروژن مورد نی‌از به صورت پایه به خاک اضافه شود. عمق مناسب جاگذاری کود در این مرحله ۸ تا ۱۰سانتی‌متر زیر خاک می‌باشد. با اینکه در خاک‌هایی که بیش از یک درصد کربن آلی دارند، معمولاً نیازی به مصرف نیتروژن به صورت پایه نمی‌باشد، اما ارقام هیبرید اغلب نیاز به کود پایه دارند. تقسیط سرک کود نیتروژن حداقل باید ۲ تا ۳ بار در مراحل پنجه‌زنی و دوره خوشه‌دهی گیاه بوده و از مصرف مستقیم کود نیتروژن در آب غرقابی در هنگام سرک خودداری گردد. بدین منظور برای مصرف سرک کود، سطح آب کم یا برداشت شده و پس از مصرف کود به سطح ثابت برای افزایش تحرک نیتروژن در خاک رسانده شود. اگر مقدار ۱۰ تا ۱۵ درصد کود نیتروژن مورد نیاز به صورت پایه مصرف شود، باقی‌مانده آن به صورت سرک و به مقدار ۲۵ تا ۳۰ درصد در مرحله پنجه‌زنی و ۶۰ درصد باقی‌مانده از اواخر تمایز خوشه‌چه تا مرحله خوشه‌دهی مورد استفاده قرار گیرد. بهتر است این مقدار ۶۰ درصد در ۲ مرحله یعنی ۲۵ تا ۳۰ درصد در اواخر تمایز خوشه‌چه و ۳۰ تا ۳۵ درصد دیگر در خوشه‌دهی کامل تقسیط شود. اگر کود نیتروژن پایه مصرف نشود، تقسیط باید به صورت ۴۰ درصد در مرحله پنجه‌زنی و ۶۰ درصد باقی‌مانده مانده از اواخر تمایز خوشه‌چه تا مرحله خوشه‌دهی؛ به صورتی که توضیح داده شد، استفاده گردد. استفاده از کودهای کندرها مثل اوره با پوشش گوگردی در افزایش بازده مصرف نیتروژن در زراعت برنج موثر است.

برای رسیدن به حداکثر عملکرد ممکن، نیتروژن برگ باید بالاتر از ۱/۴ گرم بر مترمربع سطح برگ نگه داشته شود. این میزان به طور غیر مستقیم و سریع با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر یا کارت سبزینگی برگ (LCC) قابل برآورد می‌باشد که عدد نظیر آن در کلروفیل‌متر SPAD برابر با ۳۵ و در کارت سبزینگی برگ با ۴ است. سطح بحرانی کمبود نیتروژن در کشت مستقیم برنج در قرائت کلروفیل‌متر SPAD برابر با عدد

۳۳ و در کارت سبزینگی برگ برابر با ۳ و در کشت نشایی نیز به ترتیب ۳۵ و ۴ می‌باشد. در واقع، برای مقادیر کمتر از این اعداد، گیاه دچار کمبود نیتروژن بوده و باید کود نیتروژن به مقدار مناسب به صورت سرک استفاده گردد.

با اینکه کربن آلی یا مقدار نیتروژن کل به عنوان شاخصی برای محاسبه کود نیتروژن مورد نیاز در اراضی غرقابی موثر نیست، اما برای اراضی خشکه‌کاری (کشت مستقیم بذری) می‌تواند استفاده شود. این توصیه بر اساس مقدار کربن آلی خاک و عملکرد مورد انتظار (کیلوگرم در هکتار)، بر مبنای کود اوره (کیلوگرم در هکتار) در جدول ۹ آورده شده است. در کشت نشایی نیز چنانچه پایش و سنجش مدوام نیتروژن برگ در طول دوره رشد گیاه مقدور نباشد، می‌توان قبل از غرقاب، مقدار کربن آلی خاک را اندازه‌گیری نموده و از این جدول برای تعیین نسبی کود نیتروژن مورد نیاز استفاده کرد.

جدول ۹- توصیه کودی اوره (کیلوگرم در هکتار) برای زراعت برنج (شالیکاری)

کربن آلی خاک (درصد)	عملکرد قابل انتظار شلتوک (تن در هکتار)					
	۳	۴	۵	۶	۷	۸
کمتر از ۱/۳	۲۰۰	۲۴۰	۲۸۰	۳۰۰	۳۲۰	۳۴۰
۱/۳ –۱/۴	۱۹۰	۲۳۰	۲۷۰	۲۹۰	۳۱۰	۳۳۰
۱/۴ –۱/۵	۱۸۰	۲۲۰	۲۶۰	۲۸۰	۳۰۰	۳۲۰
بیش از ۱/۵	۱۷۰	۲۱۰	۲۵۰	۲۷۰	۲۹۰	۳۱۰

کمبود فسفر در همه سیستم‌های کشت برنج به عنوان یک عامل محدود کننده رشد، در خاک‌های با قدرت بالا در تثبیت فسفر معمول می‌باشد. خاک‌های درشت بافت با مقادیر کم مواد آلی، بیشتر در معرض کمبود این عنصر قرار دارند. در کمبود فسفر، عمدتاً رشد بوته گیاه برنج متوقف شده و پنجه‌زنی کاهش می‌یابد. تشخیص کمبود فسفر در حد متوسط در مزرعه مشکل است، اما در کمبود شدید، گیاه به گل‌دهی کامل

نمی‌رود و درصد بالایی از خوشه‌ها پوک می‌شوند. پاسخ به کوددهی فسفر در شرایط غرقاب، به دلیل شرایط احیایی که موجب افزایش حلالیت فسفر می‌شود، نامشخص است. برنج با عملکرد ۸ تن در هکتار همراه با کاه و کلش آن، معادل ۲۲ کیلوگرم در هکتار فسفر (معادل ۱۱۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل) از خاک برداشت می‌کند. مصرف کودهای فسفره باید در زمان کاشت و یکباره انجام شود.

بر اساس فسفر قابل استفاده خاک (میلی‌گرم در کیلوگرم) و عملکرد مورد انتظار شلتوک (تن در هکتار)، مقدار کود فسفر مورد نیاز بر مبنای کود دی‌آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل در جدول ۱۰ آورده شده است.

جدول ۱۰- توصیه کودی دی‌آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل (کیلوگرم در هکتار) برای زراعت برنج (شالیکاری)

فسفر قابل استفاده	عملکرد قابل انتظار شلتوک (تن در هکتار)					
خاک (پی‌پی‌ام)	۳	۴	۵	۶	۷	۸
کمتر از ۱۰	۶۰	۹۰	۱۳۰	۱۷۵	۲۱۵	۲۵۰
۱۰ – ۱۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۰	۱۵۰	۱۷۵
۱۵ - ۲۰	۰	۰	۵۰	۵۰	۶۰	۷۰
بیش از ۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

- کود دی‌آمونیوم فسفات دارای ۱۸ درصد ازت است، بنابراین به ازای مصرف هر ۲۵ کیلوگرم در هکتار از این کود، باید به مقدار ۱۰ کیلوگرم در هکتار، از مقدار مصرف کود اوره کاسته شود.

پتاسیم همانند نیتروژن و فسفر، از عناصر پرمصرف مورد نیاز گیاه می‌باشد. در گیاهان مبتلا به کمبود این عنصر، برگ‌ها به رنگ زرد با حاشیه سوخته درمی‌آیند، ساقه برنج اکثراً ضعیف شده و در مقابل ورس و عوامل بیماریزا حساس‌تر می‌شوند. برای تولید ۶ تن شلتوک، حدود ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم از خاک برداشت می‌شود که ۸۰ درصد آن مربوط

به کاه و کلش می‌باشد که با برگرداندن آن به خاک می‌توان از تخلیه شدید پتاسیم خاک جلوگیری کرد. کودهای پتاسیمی معمولاً همزمان با کشت به خاک اضافه می‌شوند، اما در صورت بروز علائم کمبود در گیاه می‌توان از کودهای پتاسیمی محلول در آب مثل کلرید پتاسیم، در زمان خوشه‌دهی و پر شدن دانه استفاده نمود.

بر اساس پتاسیم قابل استفاده خاک (میلی‌گرم در کیلوگرم)، مقدار کود پتاسیم مورد نیاز بر مبنای کود سولفات پتاسیم در جدول ۱۱ آورده شده است. کود کلرید پتاسیم دارای مقدار پتاسیم بیشتری نسبت به سولفات پتاسیم بوده و تفاوتی از نظر اثر بخشی آنها وجود ندارد. فقط در شرایط کشت برنج در خاک‌های شور، کاربرد کود کلرید پتاسیم توصیه نمی‌شود.

جدول ۱۱- توصیه کودی سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار) برای زراعت برنج (شالیکاری)

پتاسیم قابل استفاده خاک (پی‌پی‌ام)	عملکرد قابل انتظار شلتوک (کیلوگرم در هکتار)					
	۳	۴	۵	۶	۷	۸
کمتر از ۲۵۰	۱۸۰	۲۲۰	۲۶۰	۲۸۰	۳۰۰	۳۲۰
۲۵۰ - ۳۰۰	۱۵۰	۱۹۰	۲۳۰	۲۵۰	۲۷۰	۲۹۰
بیش از ۳۰۰	۱۰۰	۱۴۰	۱۸۰	۲۰۰	۲۲۰	۲۴۰

- اگر از کود کلرید پتاسیم استفاده شود، به مقدار ۱۶/۶ درصد از مقادیر فوق کم شود.

عناصر کم مصرف

عناصر کم‌مصرف مورد نیاز گیاه که عناصر ریزمغذی یا میکرو نیز می‌گویند، شامل آهن، روی، منگنز، مس، بُر، مولیبدن و کلر می‌باشند. اطلاق واژه کم‌مصرف یا عناوین مشابه، به هیچ وجه به مفهوم کم‌اهمیت بودن آنها نبوده و اهمیت آنها در گیاه کمتر از عناصر پرمصرف **NPK** نیست، زیرا در صورت کمبود آنها در خاک، تولید محصول کاهش

می‌یابد. چون از نظر کمیت (مقدار)، نیاز گیاه به این عناصر در مقایسه با عناصر پرمصرف بسیار کمتر است، در بین عناصر ضروری مورد نیاز گیاه، آنها به عنوان عناصر کم‌مصرف گروه‌بندی شده‌اند. در بین خود این عناصر کم‌مصرف، نیاز گیاه به آهن از همه بیشتر بوده و کمبودش در خاک‌ها بیشتر دیده می‌شود. با اینکه نیاز اکثر گیاهان زراعی به منگنز کمی بیشتر از روی است، اما اختلاف آنها زیاد نبوده و این دو عنصر از نظر کمیت، بعد از آهن در جایگاه دوم قرار می‌گیرند. بُر و مس نیز که نیاز گیاه به آنها کمتر از منگنز و روی است، معمولاً به حد کفایت در خاک وجود داشته و کمبود آنها شایع نیست. البته در خاک‌های غیر شور با بافت سبک (شنی) احتمال کمبود بُر وجود دارد. کمبود مس در خاک‌ها نیز رایج نبوده و فقط در خاک‌هایی که مواد مادری آنها فقیر از مس هستند، ممکن است دیده شوند. نیاز گیاه به مولیبدن و کلر کمتر از سایر عناصر کم‌مصرف بوده و بروز کمبود این دو عنصر در خاک‌های کشور ما بسیار نادر است.

کودهای سولفات آهن، سولفات روی، سولفات منگنز، سولفات مس و کود میکروی کامل و کودهای کلاته (دارای بنیان آلی مثل EDDHA برای آهن با نام سکوسترین آهن و EDTA برای آهن، روی و مس) کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف می‌باشند که به صورت خاکی (در زمان کشت) و یا محلول‌پاشی قابل استفاده هستند. در غالب خاک‌های استان که pH نسبتاً بالاتری دارند، کارایی مصرف خاکی کودهایی مثل سولفات‌های آهن، روی و مس و میکروی کامل که فرم معدنی این عناصر هستند، نسبتاً پایین است؛ به ویژه سولفات آهن در خاک‌های آهکی که شرایط غالب اراضی استان می‌باشد. در این خاک‌ها توصیه می‌شود که از فرم آلی (کلاته) این عناصر استفاده شود. با اینکه مصرف کودهای کلاته در این خاک‌ها کارایی بهتری دارد، اما قیمت قابل توجه آنها، مصرف خاکی کودهای کلاته را با محدودیت مواجه نموده و در کمبود خفیف تا متوسط عناصر کم‌مصرف، به جای مصرف خاکی، محلوپاشی آنها توصیه می‌شود که با ۱ یا ۲ مرحله

محلول‌پاشی (به فواصل زمانی ۲ هفته) قبل از مرحله گلدهی گیاه می‌توان نسبت به رفع کمبود آنها اقدام نمود. در محلول‌پاشی، هم فرم معدنی (با غلظت ۳ تا ۴ در هزار) و هم فرم آلی (با غلظت ۲ تا ۳ در هزار) این کودها براحتی قابل استفاده است. در کمبود شدید عناصر کم‌مصرف، کاربرد توام مصرف خاکی و محلوپاشی آنها موثر خواهد بود.

در کمبود بیش از یک عنصر کم‌مصرف، می‌توان آنها را به صورت توام (محلول دارای چند کود کم‌مصرف) محلول‌پاشی نمود. در صورت مصرف توام آنها، غلظت مجموع آنها نباید بیشتر از ۵ در هزار (۵ کیلوگرم مجموع کودها در ۱۰۰۰ لیتر آب) باشد. در صورت کمبود بیش از ۲ عنصر کم‌مصرف، استفاده از کود میکروی کامل با غلظت ۵ در هزار توصیه می‌شود. در خاکهایی که بُر قابل استفاده خاک بیشتر از حد سمیت آن است (مخصوصاً در خاک‌های شور)، باید از کود میکروی کامل بدون بُر استفاده شود.

در اراضی مرکز جهاد کشاورزی چهل چای، توصیه کودی عناصر کم‌مصرف در خاک‌هایی که دچار کمبود عناصر آهن، روی و منگنز هستند، بر اساس جداول زیر می‌باشد. در این اراضی، کمبود سایر عناصر غذایی کم‌مصرف وجود ندارد.

جدول ۱۲- توصیه کودی مصرف خاکی یا محلول‌پاشی آهن

آهن قابل استفاده خاک (پی‌پی‌ام)	مصرف خاکی سکوسترین آهن	محلول‌پاشی آهن
کمتر از ۶	-	**۱ مرحله**
بیش از ۶	-	-

- در زراعت برنج (شالیکاری) نیازی به مصرف کود آهن نیست.

جدول ۱۳- توصیه کودی مصرف خاکی یا محلول‌پاشی روی

روی قابل استفاده خاک (پی‌پی‌ام)	مصرف خاکی سولفات روی	محلول‌پاشی روی
کمتر از ۰/۶	۲۵ کیلوگرم در هکتار	۲ مرحله
۰/۷۵ – ۰/۶	۲۰ کیلوگرم در هکتار	۲ مرحله
بیش از ۰/۷۵	۱۵ کیلوگرم در هکتار	۱ مرحله

جدول ۱۴- توصیه کودی مصرف خاکی یا محلول‌پاشی منگنز

منگنز قابل استفاده خاک (پی‌پی‌ام)	مصرف خاکی سولفات منگنز	محلول‌پاشی منگنز
کمتر از ۵	۱۰ کیلوگرم در هکتار	۱ مرحله
بیش از ۵	–	–

- در زراعت برنج (شالیکاری) نیازی به مصرف کود منگنز نیست.

محلول‌پاشی عناصر غذایی کم‌مصرف

چون نیاز گیاهان به عناصر کم‌مصرف نسبتاً پایین است، تمام یا قسمت بیشتر این نیاز را می‌توان از طریق محلول‌پاشی برطرف نمود. رعایت نکات زیر برای افزایش کارایی و جذب عنصر غذایی در محلول ضروری است:

- ✓ محلول‌پاشی از آغاز تشکیل اندام‌های بارده (غنچه و گل) شروع شود.
- ✓ بسته به شدت کمبود عنصر غذایی، ۱ تا ۲ نوبت محلول‌پاشی به فاصله ۱۰ تا ۱۴ روز توصیه می‌شود. در کمبود شدید، مصرف خاکی نیز الزامی است.
- ✓ محلول‌پاشی با غلظت ۳ تا ۴ در هزار توصیه می‌گردد.
- ✓ از کلات‌ها نیز با غلظت ۲ تا ۳ در هزار می‌توان استفاده نمود.
- ✓ محلول‌پاشی باید در هوای خنک صبح یا نزدیک غروب آفتاب انجام شود.
- ✓ به محلول آماده محلول‌پاشی، کمی ماده کاهنده کشش سطحی (Surfactant) مانند ماده سیتووت (Citowett) یا مایع ظرفشویی با غلظت ۰/۲ در هزار اضافه شود.
- ✓ در صورت کمبود تعدادی از عناصر کم‌مصرف، محلول‌پاشی با کود میکروی کامل (بدون بُر برای موارد خطر سمیت) با غلظت ۳ تا ۵ در هزار انجام شود.
- ✓ هنگام محلول‌پاشی سرعت باد زیاد نباشد.
- ✓ درجه حرارت محیط در هنگام محلول‌پاشی باید کمتر از ۲۹ درجه سانتی‌گراد باشد.
- ✓ برای اطمینان از عدم برگ سوزی، ابتدا قسمت کوچکی از حاشیه مزرعه با محلول مورد نظر محلول‌پاشی شده و در صورت عدم بروز علائم برگ‌سوزی در مدت زمان ۷۲ ساعت، محلول‌پاشی کل مزرعه انجام گردد.

منابع مورد استفاده

۱. روشنی، ق. ۱۳۹۲. تهیه نقشه‌های رقومی حاصلخیزی خاک برای مراکز خدمات سازمان جهاد کشاورزی جهت بهینه‌سازی مصرف کودهای شیمیائی دربرنامه عملیاتی الگوی کاشت. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، موسسه تحقیقات پنبه کشور، گرگان، ایران.

۲. طهرانی، م.، مشیری، ف.، غیبی، م.ن.، رضایی، ح.، کشاورز، پ.، داوودی، م.ح.، ضیائیان، ع.، نورقلی پور، ف.، مجیدی، ع.، حسینی، س.م.، سعادت، س.، اسدی رحمانی، ه.، خادمی، ز.، بلالی، م.ر. و مستشاری، م. ۱۳۹۳. برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج، ایران.

۳. قرنجیکی، ع. ۱۳۸۳. بررسی تاثیر کاربرد مواد آلی در زراعت پنبه. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، موسسه تحقیقات پنبه کشور، گرگان، ایران.

4. Gregory, P.J., and Nortcliff, S. 2013. Soil Conditions and Plant Growth. Blackwell Publishing, UK.
5. IFA. 1992. World fertilizer use manual. International Fertilizer Industry Association publishing. Paris, France.
6. Mohler, C.L., Johnson, S.E. 2009. Crop rotation on organic farms: a planning manual. Natural Resource, Agriculture and Engineering Service, Cooperative Extension. IV. Series: NRAES (Series); 177.