



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان

راهنمای توصیه کودی برای محصولات زراعی مرکز جهاد کشاورزی آق آباد

نگارندگان:

دکتر قربانعلی روشنی

مهندس عبدالرضا قرنجهکی

۱۳۹۵

عنوان نشریه:

**راهنمای توصیه کودی برای محصولات زراعی
مرکز جهاد کشاورزی آق آباد**

نگارندگان: دکتر قربانعلی روشنی - مهندس عبدالرضا قرنچی

ناشر: مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی - موسسه تحقیقات پنبه کشور

همکاران: اراز محمد مفیدی خواجه - محمد مهدی قربانی (صفحه آرای)

سال انتشار: ۱۳۹۵

قطع: وزیری

شمارگان: ۵۰۰

چاپ: انتشارات واژگان سیرنگ

نشانی: گرگان - خیابان شهید بهشتی - سازمان جهاد کشاورزی -

مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی

تلفن: ۰۱۷-۳۲۲۲۵۸۶۸

فهرست مطالب

۱	مقدمه
۳	اهمیت تغذیه صحیح گیاه در تولید محصول
۷	اهمیت ماده آلی خاک در کشاورزی
۷	تناوب زراعی
۹	توصیه‌های زراعی برای اراضی مرکز جهاد کشاورزی آق‌آباد
۱۰	عناصر پر مصرف
۲۵	عناصر کم مصرف
۳۱	محلول پاشی عناصر غذایی کم مصرف
۳۲	منابع مورد استفاده

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 آق‌آباد

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 شیمیایی 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 آق‌آباد که در حوزه مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان گنبد قابوس می‌باشد، تهیه شده است. این نشریه بر اساس مطالعات خاک‌شناسی و نقشه حاصلخیزی برای ۲۴۴۳۰ 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 تأمین 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، بُر، 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.

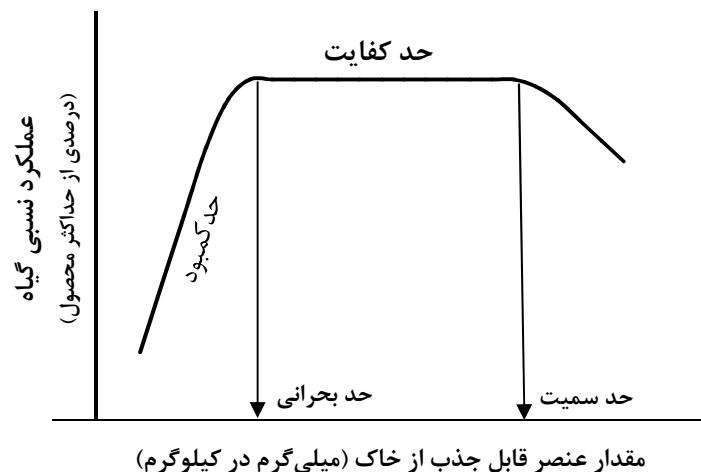
با تجزیه خاک (آزمون خاک) می‌توان کمبود، کفایت و یا سمیت عناصر مورد نیاز گیاه در خاک را برای هر محصول برآورد نمود. آزمون خاک مشابه تست خون است که برای داشتن گیاهی سالم و شاداب که قادر به تولید حداکثر محصول باشد، مقدار هر عنصر غذایی باید در یک حد نرمال باشد و مقادیر کمتر یا بیشتر از آن پسندیده نیست.

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 تغییری 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. متأسفانه 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 حد امکان 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 و جو) 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 آق‌آباد

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 محصولات زراعی در محدوده 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 سولفات 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.

اکثر خاک‌های محدوده مرکز جهاد کشاورزی آق‌آباد از pH کمی قلیایی برخوردار بوده و توصیه می‌شود که با در نظر گرفتن ملاحظات، اصول و روش مذکور در بالا، گوگردپاشی شود. از نظر گستردگی و وسعت دامنه pH در این مرکز، حدود ۴۱ درصد از خاک‌ها دارای pH کمتر از ۷/۵ بوده و مصرف سالیانه ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد در آنها توصیه می‌شود. همچنین خاک‌هایی که pH آنها بین ۷/۵ تا ۷/۷ است، حدود ۵۴ درصد اراضی را شامل شده و توصیه سالیانه مصرف گوگرد در آنها بین ۴۰۰ تا ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار است. سطح محدودی از خاک‌های منطقه (حدود ۵ درصد)، دارای pH بیش از ۷/۷ بوده و توصیه سالیانه مصرف گوگرد در آنها ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار است. چون هدایت الکتریکی در تمام خاک‌های منطقه کمتر از ۶ است، حتماً به همراه گوگرد از باکتری تیوباسیلوس به همراه گوگرد 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

نیترژن 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. در ۸۶/۵ درصد اراضی مرکز جهاد کشاورزی آق آباد، کربن آلی خاک کمتر از ۱ درصد (حدود ۳۰ درصد اراضی زیر ۰/۹ درصد) می‌باشد. ۱۳/۵ درصد خاک‌ها نیز بیش از ۱ درصد کربن آلی دارند.

در اکثر خاک‌های این مرکز، کمبود فسفر در حد متوسط به پایین است. از نظر گروه‌بندی فسفر قابل استفاده خاک (روش اولسن)، حدود ۲۱ درصد اراضی دارای فسفر کمتر از ۸ پی‌پی‌ام بوده و در دامنه بین ۸ تا ۹ پی‌پی‌ام و ۹ تا ۱۰ پی‌پی‌ام، به ترتیب حدود ۴۰ و ۲۵ درصد اراضی جای دارند. نزدیک به ۱۴ درصد این اراضی نیز دارای فسفر قابل جذب بیش از ۱۰ پی‌پی‌ام هستند.

پتاسیم قابل استفاده خاک در تمام اراضی کشاورزی این مرکز بیشتر از حد بحرانی بوده و نیازی به مصرف کودهای پتاسیم ندارند، مگر اینکه به صورت موردی در گیاهی مثل برنج مورد استفاده قرار بگیرند. در این مرکز، در حدود ۲ درصد اراضی کمتر از ۳۵۰ پی‌پی‌ام پتاسیم دارند. پتاسیم خاک در سایر اراضی بیش از ۳۵۰ پی‌پی‌ام است.

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

عملکرد قابل انتظار وش (تن در هکتار)					کربن آلی خاک (درصد)
۶	۵	۴	۳	۲	
۲۶۵	۲۳۵	۱۹۵	۱۵۵	۱۱۵	کمتر از ۰/۹
۲۶۰	۲۳۰	۱۹۰	۱۵۰	۱۱۰	۰/۹ - ۱
۲۴۰	۲۱۰	۱۷۰	۱۳۰	۹۰	بیش از ۱

- 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 دی‌آمونیم 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 دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل (کیلوگرم در هکتار)
برای زراعت پنبه آبی

عملکرد قابل انتظار وش (تن در هکتار)					فسفر قابل استفاده خاک (پی پی ام)
۶	۵	۴	۳	۲	
۲۴۰	۲۱۰	۱۸۰	۱۴۰	۱۰۰	کمتر از ۸
۲۳۰	۲۰۰	۱۷۰	۱۳۰	۹۰	۸ - ۹
۲۲۰	۱۹۰	۱۶۰	۱۲۰	۸۰	۹ - ۱۰
۲۱۰	۱۸۰	۱۵۰	۱۱۰	۷۰	بیش از ۱۰

- کود دی آمونیوم 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.

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

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 پنجه زنی، ساقه دهی، خوشه دهی و پر شدن دانه است، تامین نیتروژن برای گیاه از اهمیت ویژه ای برخوردار 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 بارندگی های فصلی انجام شود. برای استفاده بهتر از کود سرک و جلوگیری از هدررفت آن از طریق تصعید کود، حداقل به ۹ میلی متر آب لازم است که باید از طریق

آبیاری یا بارندگی تامین شود. با توجه به این که تقسیط بیشتر کود همیشه مقدور یا مقرون به صرف نیست، توصیه می شود که کود نیتروژن در گندم و جو به مقدار ۲۰ درصد در زمان کشت، ۴۰ درصد در مرحله تکمیل پنجه زنی (پس از گذراندن سرمای زمستانی) و ۴۰ درصد باقی مانده در مرحله ساقه دهی (ظهور اولین گره ساقه) و یا تشکیل خوشه (متورم شدن ساقه و یا شکم خوش) مصرف شود. در اراضی دیم با پیش بینی خشکسالی توصیه می شود که دو سوم کود مورد نیاز همزمان با کشت و یک سوم باقی مانده 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 ۳ آورده شده است.

جدول ۳- توصیه کودی اوره (کیلوگرم در هکتار) برای زراعت گندم آبی*

عملکرد قابل انتظار دانه (تن در هکتار)						کربن آلی خاک (درصد)
۷	۶	۵	۴	۳	۲	
۳۷۰	۳۳۰	۲۹۰	۲۴۰	۱۹۰	۱۴۰	کمتر از ۰/۹
۳۶۰	۳۲۰	۲۸۰	۲۳۰	۱۸۰	۱۳۰	۰/۹ - ۱
۳۵۰	۳۱۰	۲۷۰	۲۲۰	۱۷۰	۱۲۰	بیش از ۱

* 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.

کمبرود فسفر در مراحل اولیه رشد غلات، موجب کاهش عملکرد می شود. با توجه به مقدار فسفر قابل استفاده خاک (میلی گرم در کیلوگرم)، چهار گروه بندی 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) می باشد. بر همین مبنای

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 دی‌آمونیم فسفات یا سوپرفسفات در جدول ۴ آورده شده است. لازم به یادآوری است که مقادیر کودی جدول ۴ 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 ۴- توصیه کودی دی‌آمونیم فسفات یا سوپرفسفات تریپل (کیلوگرم در هکتار)
برای زراعت گندم آبی*

عملکرد قابل انتظار دانه (تن در هکتار)						فسفر قابل استفاده خاک (پی‌پی‌ام)
۷	۶	۵	۴	۳	۲	
۲۶۰	۲۴۰	۲۱۰	۱۸۰	۱۵۰	۱۲۰	کمتر از ۸
۲۴۰	۲۲۰	۱۹۰	۱۶۰	۱۳۰	۱۰۰	۸ - ۹
۲۲۰	۲۰۰	۱۷۰	۱۴۰	۱۱۰	۸۰	۹ - ۱۰
۲۰۰	۱۸۰	۱۵۰	۱۲۰	۹۰	۶۰	بیش از ۱۰

- * مقدار کود مورد نیاز برای جو آبی در هر سطح، ۳۰ کیلوگرم در هکتار کمتر از گندم آبی است.
- کود دی‌آمونیم 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 ۵ آورده شده است.

جدول ۵- توصیه کودی اوره (کیلوگرم در هکتار) برای زراعت کلزا آبی

کربن آلی خاک (درصد)	عملکرد قابل انتظار دانه (کیلوگرم در هکتار)					
	۱۰۰۰	۱۴۰۰	۱۸۰۰	۲۲۰۰	۲۶۰۰	۳۰۰۰
کمتر از ۰/۹	۱۷۰	۱۹۵	۲۲۰	۲۴۵	۲۷۰	۲۹۰
۰/۹ - ۱	۱۵۰	۱۷۵	۲۰۰	۲۲۵	۲۵۰	۲۷۰
بیش از ۱	۱۳۵	۱۶۰	۱۸۵	۲۱۰	۲۳۵	۲۵۵

- 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 فسفوری 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 دی‌آمونیم فسفات یا سوپرفسفات تریپل در جدول ۶ 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 ۶- توصیه کودی دی‌آمونیم فسفات یا سوپرفسفات تریپل (کیلوگرم در هکتار) برای زراعت کلزا آبی

عملکرد قابل انتظار دانه (کیلوگرم در هکتار)							فسفر قابل استفاده خاک (پی.پی.ام)
۳۴۰۰	۳۰۰۰	۲۶۰۰	۲۲۰۰	۱۸۰۰	۱۴۰۰	۱۰۰۰	کمتر از ۸
۱۹۵	۱۸۰	۱۶۰	۱۴۰	۱۲۰	۱۰۰	۸۰	۸-۹
۱۸۵	۱۷۰	۱۵۰	۱۳۰	۱۱۰	۹۰	۷۰	۹-۱۰
۱۷۵	۱۶۰	۱۴۰	۱۲۰	۱۰۰	۸۰	۶۰	بیش از ۱۰
۱۶۵	۱۵۰	۱۳۰	۱۱۰	۹۰	۷۰	۵۰	

- کود دی‌آمونیم 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 علائم 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. بنابراین 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 آبی‌گرایی پیدا می‌کند. نیاز سویا به فسفر کمتر از غلات است. معمولاً پاسخ سویا به کاربرد کودهای فسفوری 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

میلی گرم در کیلوگرم) و عملکرد متوسط به پایین، ضعیف است. مصرف تمام کود فسفر مورد نیاز به صورت همزمان با کشت گیاه می باشد.

بر اساس فسفر قابل استفاده خاک (میلی گرم در کیلوگرم) و عملکرد مورد انتظار دانه، مقدار کود فسفر مورد نیاز بر مبنای کود دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل (کیلوگرم در هکتار) در جدول ۷ آورده شده است.

جدول ۷- توصیه کودی دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل (کیلوگرم در هکتار)
برای زراعت سویا

عملکرد قابل انتظار دانه (کیلوگرم در هکتار)							فسفر قابل استفاده خاک (پی پی ام)
۴	۳/۵	۳	۲/۵	۲	۱/۵	۱	کمتر از ۸
۱۲۰	۱۱۵	۱۱۰	۹۰	۷۰	۵۰	۳۰	۸ - ۹
۱۱۵	۱۱۰	۱۰۵	۸۵	۶۵	۴۵	۲۵	۹ - ۱۰
۱۱۰	۱۰۵	۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۰	۲۵	بیش از ۱۰
۱۰۵	۱۰۰	۹۵	۷۵	۵۵	۳۵	۲۵	

- کود دی آمونیوم 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 می باشد، برای زراعت آن در این خاک ها نیازی به مصرف کودهای پتاسیمی نیست.

توصیه کودی NPK برای زراعت برنج (شالیکاری)

★ زراعت و تولید برنج به آب بسیار زیادی نیاز دارد. چون استان گلستان مکرراً با پدیده خشکسالی مواجه بوده و ذخیره آب های زیرزمینی استان برای زراعت چنین محصول پر نیاز

به آب کافی نیست، بنابراین کشت برنج فقط در اراضی نسق که دسترسی کافی و مناسب به آب‌های سطحی فراوان دارند، توصیه می‌شود.

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 ۱۰ سانتی‌متر 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 کلروفیل متر یا کارت سبزینه گی برگ (LCC) قابل برآورد می باشد که عدد نظیر آن در کلروفیل متر SPAD برابر با ۳۵ و در کارت سبزینه گی برگ با ۴ است. سطح بحرانی کمبود نیتروژن در کشت مستقیم برنج در قرائت کلروفیل متر SPAD برابر با عدد ۳۳ و در کارت سبزینه گی برگ برابر با ۳ و در کشت نشایی نیز به ترتیب ۳۵ و ۴ می باشد. 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 خشکه کاری (کشت مستقیم بذری) می تواند 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 ۸ آورده شده است. در کشت نشایی نیز چنانچه پایش و سنجش مداوم نیتروژن برگ در طول دوره رشد گیاه مقدور نباشد، می توان قبل از غرقاب، مقدار کربن آلی خاک را اندازه گیری نموده و از این جدول برای تعیین نسبی کود نیتروژن مورد نیاز استفاده کرد.

جدول ۸- توصیه کودی اوره (کیلوگرم در هکتار) برای زراعت برنج (شالیکاری)

عملکرد قابل انتظار شلتوک (تن در هکتار)						کربن آلی
۸	۷	۶	۵	۴	۳	خاک (درصد)
۳۸۰	۳۶۰	۳۴۰	۳۲۰	۲۸۰	۲۴۰	کمتر از ۰/۹
۳۷۰	۳۵۰	۳۳۰	۳۱۰	۲۷۰	۲۳۰	۰/۹ - ۱
۳۶۰	۳۴۰	۳۲۰	۳۰۰	۲۶۰	۲۲۰	بیش از ۱

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 دی‌آمونیم فسفات یا سوپرفسفات تریپل در جدول ۹ آورده شده است.

جدول ۹- توصیه کودی دی‌آمونیم فسفات یا سوپرفسفات تریپل (کیلوگرم در هکتار) برای زراعت برنج (شالیکاری)

عملکرد قابل انتظار شلتوک (تن در هکتار)						فسفر قابل استفاده خاک (پی‌پی‌ام)
۸	۷	۶	۵	۴	۳	
۲۹۵	۲۵۵	۲۰۵	۱۵۵	۱۱۵	۸۵	کمتر از ۸
۲۸۵	۲۴۵	۱۹۵	۱۴۵	۱۰۵	۷۵	۸ - ۹
۲۵۰	۲۱۵	۱۷۵	۱۳۰	۹۰	۶۰	۹ - ۱۰
۲۲۰	۱۹۰	۱۶۰	۱۲۰	۸۰	۵۰	بیش از ۱۰

- کود دی‌آمونیم 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 (میلی گرم در کیلوگرم)، مقدار کود پتاسیم مورد نیاز بر مبنای کود سولفات پتاسیم در جدول ۱۰ 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 ۱۰- توصیه کودی سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار) برای زراعت برنج (شالیکاری)

عملکرد قابل انتظار شلتوک (کیلوگرم در هکتار)						پتاسیم قابل استفاده
۸	۷	۶	۵	۴	۳	خاک (پی پی ام)
۲۴۰	۲۲۰	۲۰۰	۱۸۰	۱۴۰	۱۰۰	بیش از ۳۰۰

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

عناصر کم مصرف

عناصر کم مصرف مورد نیاز گیاه که عناصر ریزمغذی یا میکرو نیز می‌گویند، شامل آهن، روی، منگنز، مس، بُر، مولیبدن و کلر می‌باشند. اطلاق واژه کم مصرف 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 میکروبی 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 میکروبی 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، محلولپاشی 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 محلولپاشی 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 میکرووی 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 میکرووی کامل بدون بُر استفاده شود.

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

جدول ۱۱- توصیه کودی مصرف خاکی یا محلول‌پاشی آهن

آهن قابل استفاده خاک (پی پی ام)	مصرف خاکی سکوسترین آهن	محلول‌پاشی آهن
کمتر از ۱	۱۵ کیلوگرم در هکتار	۲ مرحله
۱ - ۱/۵	۱۲/۵ کیلوگرم در هکتار	۲ مرحله
۱/۵ - ۲	۱۰ کیلوگرم در هکتار	۲ مرحله
بیش از ۲	۷/۵ کیلوگرم در هکتار	۲ مرحله

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

جدول ۱۲- توصیه کودی مصرف خاکی یا محلول پاشی روی

محلول پاشی روی	مصرف خاکی سولفات روی	روی قابل استفاده خاک (پی پی ام)
۲ مرحله	۴۰ کیلوگرم در هکتار	کمتر از ۰/۳
۲ مرحله	۳۵ کیلوگرم در هکتار	۰/۳ - ۰/۴
۲ مرحله	۳۰ کیلوگرم در هکتار	۰/۴ - ۰/۵
۲ مرحله	۲۵ کیلوگرم در هکتار	۰/۵ - ۰/۶
۲ مرحله	۲۰ کیلوگرم در هکتار	بیش از ۰/۶

جدول ۱۳- توصیه کودی مصرف خاکی یا محلول پاشی منگنز

محلول پاشی منگنز	مصرف خاکی سولفات منگنز	منگنز قابل استفاده خاک (پی پی ام)
۲ مرحله	۲۵ کیلوگرم در هکتار	کمتر از ۲
۲ مرحله	۱۵ کیلوگرم در هکتار	۲ - ۵
-	-	بیش از ۵

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

جدول ۱۴- توصیه کودی مصرف خاکی یا محلول پاشی مس

محلول پاشی مس	مصرف خاکی سولفات مس	مس قابل استفاده خاک (پی پی ام)
۲ مرحله	۱۵ کیلوگرم در هکتار	کمتر از ۰/۶
۱ مرحله	۱۰ کیلوگرم در هکتار	۰/۶ - ۰/۸
۱ مرحله	-	۰/۸ - ۱
-	-	بیش از ۱

مقدار سایر عناصر کم مصرف خاک بیشتر از حد بحرانی کمبود بوده و نیازی به مصرف کود حاوی آنها نیست. همچنین، در تمام اراضی منطقه نه تنها غلظت بُر در محدوده کمبود نبوده و نیازی به مصرف کود بُر نیست، بلکه به علت غلظت بالای این عنصر در

آنها، احتمال خطر سمیت نیز در بیشتر محصولات زراعی منطقه بسیار زیاد است. لذا در این اراضی به هیچ وجه نباید از کودهای حاوی این عنصر مثل اسید بوریک یا کود کامل میکرو حاوی بُر استفاده نموده و از هر گونه افزایش بُر به خاک به شدت اجتناب شود.

حد تحمل گیاهان مختلف نسبت به سمیت بُر متفاوت است. براساس مقدار بُر قابل جذب موجود در عصاره اشباع خاک، این حد برای گیاهان زراعی منطقه در جدول ۱۵ نشان داده شده است. بازه تحمل در جدول مذکور، مربوط به شرایط اقلیمی متفاوت و واریته‌های مختلف هر محصول زراعی می‌باشد. در این جدول حد پایین، احتمال سمیت و حد بالا، قطعیت سمیت بُر را برای آن گیاه نشان می‌دهد.

جدول ۱۵- حد تحمل بُر قابل جذب خاک (میلی گرم بر لیتر) در گیاهان زراعی مختلف

نام محصول	پنبه	گندم، جو، سویا، برنج	کلزا
دامنه تحمل	۶-۱۰	۰/۷۵-۱	۲-۴
شاخص تحمل	خیلی متحمل	حساس	نسبتاً متحمل

اگر غلظت بُر در آب آبیاری زیاد باشد (آب آبیاری تلخ مزه می‌شود)، باید از مصرف مستقیم این آب اجتناب نموده و در صورت دسترسی به آب شیرین، باید این دو آب را با نسبت مناسب با هم مخلوط و سپس مورد استفاده قرار گیرد. این مساله برای کشاورزانی که در خاک شور یا نسبتاً از آب دارای غلظت نامناسب بُر برای آبیاری استفاده می‌کنند، اهمیت مضاعفی دارد. در صورت غلظت بالای بُر در آب، استفاده از آن آب برای آبیاری مجاز نیست. توصیه می‌شود که یک نمونه از آب آبیاری را قبل از مصرف در مزرعه، در فصول بهار و تابستان به آزمایشگاه ارسال کنید تا غلظت بُر آن تعیین گردد.

چنانچه غلظت بُر در آب آبیاری از یک حد معینی فراتر رود، در اثر مصرف مستقیم آن آب برای آبیاری، گیاه به علت سمیت بُر صدمه خواهد دید. بر اساس شاخص تحمل گیاه نسبت به بُر، این حد در گیاهان زراعی مختلف متفاوت است.

جدول ۱۶- خطر سمیت غلظت بُر در آب آبیاری (پی پی ام) برای گیاهان زراعی مختلف

غلظت بُر در آب	خطر مسمومیت
کمتر از ۰/۵	برای گیاهان حساس بی خطر است.
۰/۵-۱	بروز علائم خفیف مسمومیت در محصولات حساس
۱-۲	بروز علائم ضعیف مسمومیت در محصولات نیمه متحمل
۲-۴	محصولات متحمل، علائم مسمومیت را بروز می دهند.
بیش از ۴	تقریباً برای همه گیاهان خطرناک است.

محلول پاشی عناصر غذایی کم مصرف

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

- ✓ محلول پاشی از آغاز تشکیل اندام های بارده (غنچه و گل) شروع شود.
- ✓ بسته به شدت کمبود عنصر غذایی، ۱ تا ۲ نوبت محلول پاشی به فاصله ۱۰ تا ۱۴ روز توصیه می شود. در کمبود شدید، مصرف خاکی نیز الزامی است.
- ✓ محلول پاشی با غلظت ۳ تا ۴ در هزار توصیه می گردد.
- ✓ از کلات ها نیز با غلظت ۲ تا ۳ در هزار می توان استفاده نمود.
- ✓ محلول پاشی باید در هوای خنک صبح یا نزدیک غروب آفتاب انجام شود.
- ✓ به محلول آماده محلول پاشی، 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 کم مصرف، محلول پاشی با کود میکروی کامل (بدون بُر برای موارد خطر سمیت) با غلظت ۳ تا ۵ در هزار انجام شود.
- ✓ هنگام محلول پاشی سرعت باد زیاد نباشد.
- ✓ درجه حرارت محیط در هنگام محلول پاشی باید کمتر از ۲۹ درجه سانتی گراد باشد.
- ✓ برای اطمینان از عدم برگ سوزی، ابتدا قسمت کوچکی از حاشیه مزرعه با محلول مورد نظر محلول پاشی شده و در صورت عدم بروز علائم برگ سوزی در مدت زمان ۷۲ ساعت، محلول پاشی 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 در برنامه 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.، ضیائی، 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. قرنجهیکی، 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.