

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه کلزا

نویسندگان

فریدون نورقلی پور، عضو هیئت علمی بخش تحقیقات شیمی، حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه
حامد رضایی، استادیار و رئیس بخش تحقیقات اصلاح خاک و مدیریت پایدار اراضی
کامران میرزاشاهی، عضو هیئت علمی و رئیس بخش تحقیقات خاک و آب صفی آباد دزفول
محمدنبی غیبی، استادیار بخش تحقیقات شیمی، حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه
حسن حقیقت نیا، استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس
محمودرضا رمضانپور، استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران
محمدحسین ارزانش، استادیار و رئیس بخش تحقیقات خاک و آب گلستان
هادی اسدی رحمانی، استادیار و رئیس بخش تحقیقات بیولوژی خاک
محمدهادی میرزاپور، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قم
صدقعلی زمانی، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی
رضا محمدی کیا، محقق بخش تحقیقات آبیاری و فیزیک خاک
محمد مهدی طهرانی، استادیار و رئیس بخش تحقیقات شیمی، حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیش‌گفتار.....الف	
1- کلیات	1
2- روشهای تشخیص کمبود عناصر غذایی	6
1-2- آزمون خاک	7
2-2- تجزیه گیاه	8
3-2- علایم ظاهری کمبود عناصر غذایی	9
1-3-2- علایم کمبود عناصر غذایی پرمصرف	10
2-3-2- علایم کمبود عناصر غذایی کم مصرف	13
4-2- الگوی جذب عناصر غذایی	15
3- مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه کلزا	17
1-3- مصرف بهینه کودهای شیمیایی	17
1-1-3- توصیه مصرف نیتروژن	18
2-1-3- توصیه مصرف فسفر	22
3-1-3- توصیه مصرف پتاسیم	25
4-1-3- توصیه مصرف گوگرد	27
5-1-3- توصیه کاربرد عناصر کم مصرف	28
2-3- کاربرد ماده آلی در تولید کلزا	30
3-3- کاربرد کودهای زیستی در زراعت کلزا	31
4- مدیریت تغذیه گیاه کلزا در شرایط تنش های محیطی	33
1-4- مدیریت تغذیه گیاه کلزا در شرایط شور	33
2-4- تأثیر شرایط خشکی بر نیاز غذایی کلزا و پتانسیل تولید	36
منابع	37
پیوست	44

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول 1- حد بحرانی عناصر غذایی (میلی گرم در کیلوگرم) در خاک های زیر کشت کلزا	8
جدول 2- حدود بهینه عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف در برگ کلزا.....	8
جدول 3- حدود بهینه عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف در دانه کلزا	9
جدول 4- توصیه کودی اوره برای کلزا در اقلیم گرم	20
جدول 5- توصیه کودی اوره برای کلزا در اقلیم معتدل سرد	21
جدول 6- توصیه کودی اوره برای کلزا در اقلیم سرد	21
جدول 7- توصیه کودی اوره برای کلزا در اقلیم سواحل دریای خزر	22
جدول 8- توصیه کود فسفری مورد نیاز کلزا برای اقلیم گرم	23
جدول 9- توصیه کود فسفری مورد نیاز کلزا برای اقلیم معتدل سرد	24
جدول 10- توصیه کود فسفری مورد نیاز کلزا برای اقلیم سرد	24
جدول 11- توصیه کود فسفری مورد نیاز کلزا برای اقلیم سواحل دریای خزر	25
جدول 12- توصیه کود پتاسیمی مورد نیاز کلزا در اقلیم گرم	25
جدول 13- توصیه کود پتاسیمی مورد نیاز کلزا در اقلیم معتدل سرد	26
جدول 14- توصیه کود پتاسیمی مورد نیاز کلزا در اقلیم سرد	26
جدول 15- توصیه کود پتاسیمی مورد نیاز کلزا در اقلیم سواحل دریای خزر.....	26
جدول پیوست 1- تقویم کوددهی کلزا منطبق بر مراحل فنولوژیکی.....	44
جدول پیوست 2- توضیح کوتاه در مورد علایم کمبود عناصر در کلزا.....	45
جدول پیوست 3- توضیح کوتاه در مورد علایم کمبود عناصر در کلزا.....	46
جدول پیوست 4- برآورد پتانسیل تولید مزرعه برای تولید کلزا	47
جدول پیوست 5- ضرایب تبدیل برای عناصر غذایی در کودهای مختلف	48

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل 1- مرحله دانه رست	3
شکل 2- مرحله روزت	4
شکل 3- مرحله غنچه‌دهی	4
شکل 4- مرحله گلدهی	5
شکل 5- مرحله رسیدگی	6
شکل 6- مراحل مختلف رشد کلزا	6
شکل 7- نمای کلی محل بروز علائم کمبود عناصر به عنوان یک راهنمای تشخیص	7
شکل 8- علائم کمبود پیش‌رونده نیتروژن در کلزا	10
شکل 9- گیاه کلزا بدون کمبود و دارای کمبود نیتروژن	10
شکل 10- خورجین کلزا بدون کمبود و دارای کمبود نیتروژن	10
شکل 11- کمبود فسفر در برگ کلزا	11
شکل 12- علائم کمبود پتاسیم در کلزا	11
شکل 13- خورجین کلزا بدون کمبود و دارای کمبود پتاسیم	11
شکل 14- کمبود گوگرد در برگ کلزا	12
شکل 15- کمبود روی در کلزا	13
شکل 16- کمبود بور و سمیت بور در کلزا	13
شکل 17- کمبود مس در کلزا	14
شکل 18- کمبود منگنز در کلزا	14
شکل 19- مراحل و میزان جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم و گوگرد برای کل گیاه کلزا	15

پیش گفتار

دستیابی به غذای کافی، سالم و مغذی به عنوان یکی از حقوق اساسی افراد جامعه در سند چشم‌انداز بیست ساله کشور در افق 1404 مورد تأکید قرار گرفته است. در این راستا بخش کشاورزی خود را موظف به دستیابی به توانمندی لازم در برقراری امنیت غذایی و خوداتکایی در محصولات اساسی می‌داند. با تلقی امانت‌دارانه، خاک امانتی است در اختیار ما که به عنوان منبع پایه و بستر تولید از اهمیت بسزایی برخوردار است به گونه‌ای که امنیت غذا در گرو امنیت خاک دانسته شده و برای تنویر افکار، سال 2015 به عنوان سال جهانی خاک نام‌گذاری گردیده است. در این راستا حاصلخیزی خاک نقشی محوری را در امنیت خاک و پشتیبانی تولید عهده‌دار است. لذا در ابتدای برنامه ششم و سال‌های باقی‌مانده تا 1404 وزارت جهاد کشاورزی مصمم گردیده تا با به‌کارگیری کلیه ذینفعان دخیل در حوزه حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه ضریب خوداتکایی محصولات زراعی شامل گندم، جو، کلزا، پنبه، حبوبات، چغندر، ذرت و برنج را ارتقاء دهد. به این منظور، معاونت زراعت وزارت جهاد کشاورزی تدوین برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه را با هدف افزایش ضریب خوداتکایی هشت محصول زراعی در خرداد ماه 1393 به موسسه تحقیقات خاک و آب محول نمود. در این راستا موسسه تحقیقات خاک و آب با برگزاری هم‌اندیشی با متخصصان این حوزه از جمله پیشکسوتان و محققان ستادی و استانی و بهره‌گیری از نتایج پژوهش‌ها و دستورالعمل‌های قبلی و اخیر موسسه و منابع بین‌المللی، راهنمای مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه برای هشت محصول یاد شده را تدوین نمود. در این جلد مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه کلزا که عبارت از به‌کارگیری توأمان از منابع شیمیایی، آلی و زیستی برای ارتقاء حاصلخیزی خاک است به صورت ویژه مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به تغییرات اقلیمی، کمبود مواد آلی و شرایط خاکی که کشور با آن مواجه است مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه کلزا در شرایط تنش‌های محیطی (شوری و خشکی)، مدیریت تغذیه براساس مراحل رشد گیاه، استفاده از کودهای

راهنمای مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه کلزا/7

نوین و محرک‌های رشد گیاهی، جنبه‌های بیولوژیک حاصلخیزی خاک مورد بحث قرار گرفته است. این دستورالعمل به گونه‌ای تنظیم شده است که برای گروه‌های عملکردی در اقلیم‌های مختلف مورد استفاده می‌باشد. به علاوه قابلیت تبدیل سریع به دستورالعمل‌های منطقه‌ای، بولتن‌های ترویجی و پیام‌های تلویزیونی را دارا می‌باشد.

امید است با اتکال به خداوند منان و عزم ملی کلیه دست‌اندرکاران در اجرای توصیه‌های مندرج در این راهنما و نهادینه نمودن اصول ارتقاء حاصلخیزی خاک اعم از مصرف بهینه کود، افزایش مواد آلی خاک و ... در اراضی کشاورزی زمینه تحقق اهداف پیش بینی شده در برنامه‌های خوداتکایی، دستیابی به امنیت غذا، سلامت جامعه و حفظ محیط زیست را فراهم نموده و امانت‌داری مسئول باشیم.

کاظم خاوازی

رئیس مؤسسه تحقیقات خاک و آب

آبان‌ماه 1393

1- کلیات

تولید روغن در کشور از دیرباز نتوانسته پاسخگوی تأمین میزان مورد نیاز باشد و در بیشتر سالها مقدار خودکفایی در تولید روغن در حدود 10 درصد بوده است. کلزا (*Brassica napus. L*) به عنوان یکی از گزینه‌های مناسب برای تولید روغن در کشور از دهه 70 مورد توجه قرار گرفته است. امروزه کلزا به دلیل اثرات مفید در تناوب با محصولات زراعی و قابلیت گسترش در طیف وسیعی از خاکها (از خاک‌های شنی تا خاک‌های آهکی و رسی) در الگوی کشت گسترش یافته است. تأمین عناصر غذایی به مقدار بهینه یکی از عوامل مهم در افزایش عملکرد کمی و کیفی این دانه روغنی با ارزش به شمار می‌رود. بهترین عملیات مدیریتی ($BMPS^1$) کودها برای کلزا را می‌توان در چهار اصل (1) تعیین مقدار مورد نیاز عنصر یا عناصر غذایی، (2) تعیین منبع مناسب عنصر غذایی، (3) تعیین زمان مناسب کاربرد و (4) روش مناسب کاربرد بیان نمود.

ارتباط بین این چهار عامل همراه با بکارگیری سایر راهکارهای مدیریتی همانند کنترل آفات و بیماری‌ها، مدیریت زراعی، مدیریت آبیاری و ... منجر به دستیابی به عملکرد بهینه خواهد شد. معمولاً این مدیریت‌ها چنانچه در ترکیب با یکدیگر بکار روند، باعث هم‌افزایی خواهند شد. لازم به یادآوری است که به غیر از عوامل تغذیه و آبیاری عواملی همانند تهیه بستر مناسب (شخم عمیق، دیسک تا حد ایجاد خاکدانه‌های مناسب و تسطیح)، انتخاب تاریخ کاشت مناسب بر اساس اقلیم (مناطق گرم و مرطوب، گرم و خشک، نیمه سرد و مناطق سرد)، انتخاب بذر مناسب، از جمله این موارد هستند.

به هر حال در ایران نیز در سال‌های اخیر، کشت گیاه کلزا مورد توجه جدی قرار گرفته است. در حال حاضر براساس آمار وزارت جهاد کشاورزی، سطحی معادل 93 هزار هکتار از اراضی زراعی آبی و دیم کشور، به کاشت این محصول (تیپ پاییزه و بهاره) اختصاص دارد (آمارنامه کشاورزی، 1391).

براساس تقسیم‌بندی صورت گرفته توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مناطق کشت کلزا در ایران شامل 1- اقلیم‌های گرم و مرطوب، 2- گرم و خشک، 3- معتدل سرد و 4- سرد می‌باشد.

- **اقلیم گرم و مرطوب:** مناطقی از کشور است که دارای آب و هوای گرم و مرطوب بوده و حداقل دمای هوا در زمستان بیشتر از 7- درجه سانتی گراد و شامل مناطقی چون گیلان، مازندران، گلستان و مغان می باشد.
 - **اقلیم گرم و خشک:** شامل مناطقی از کشور است که دارای آب و هوای گرم و خشک بوده و حداقل دمای هوا در زمستان بالاتر از 7- درجه سانتی گراد می باشد. از جمله این مناطق می توان استان های خوزستان، بوشهر، سیستان و بلوچستان، هرمزگان و مناطق گرم استان های کرمانشاه، ایلام، لرستان، خراسان، کهگیلویه و بویر احمد، فارس و کرمان را نام برد.
 - **اقلیم معتدل سرد:** شامل مناطقی از کشور است که حداقل دمای هوا در زمستان در آنها تا 14- درجه سانتی گراد می باشد و ارتفاع آنها از سطح دریا در بیشتر موارد کمتر از 1000 متر می باشد. از جمله این مناطق می توان به استان های تهران (کرج، ورامین و هشتگرد)، مرکزی (ساوه)، فارس (مرودشت، زرقان، شیراز)، کرمانشاه (کرمانشاه، اسلام آباد و ماهیدشت)، لرستان (خرم آباد و بروجرد)، سمنان (گرمسار و سمنان)، زاهدان (خاش)، خراسان (نیشابور، مشهد و تربت حیدریه)، اصفهان، یزد و کرمان اشاره نمود.
 - **اقلیم سرد:** شامل مناطقی از کشور است که داری زمستان های سرد بوده و حداقل دمای هوا در زمستان به پایین تر از 14- درجه سانتی گراد می رسد و ارتفاع آنها از سطح دریا در بیشتر موارد بالاتر از 1000 متر می باشد. از جمله این مناطق می توان به استان های آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، زنجان، همدان، کردستان، چهارمحال و بختیاری و مناطق سرد استان های لرستان (ازنا، الیگودرز، درود)، کرمانشاه (صحنه، کنگاور، سنقر و روانسر)، سمنان (شاهرود)، خراسان (قوچان، شیروان و بجنورد)، فارس (اقلید)، اصفهان (داران و گلپایگان) مرکزی (اراک، خمین و شازند)، کرمان (بردسیر) اشاره نمود.
- اهمیت و ضرورت تولید روغن و افزایش ضریب خوداتکایی، ویژگی های زراعی کلزا، به ویژه در تناوب با غلاتی همانند گندم و پایداری تولید، لزوم توجه جدی تر به کشت این دانه روغنی را بیش از پیش نمایان می سازد. تغذیه گیاهی و مدیریت کود از جمله روش های مؤثر در افزایش تولید کلزا می باشد که در این نوشتار مورد توجه قرار گرفته است.

راهنمای مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه کلزا/3

برای درک بهتر و مدیریت مناسب مزارع کلزا، دانستن مراحل رشد گیاه کلزا ضروری است. مراحل رشد گیاه کلزا را می‌توان به طور خلاصه به صورت زیر تشریح نمود:

- **جوانه‌زنی¹:** جوانه‌زنی شامل جذب آب، تورم، شکافتن پوسته بذر و خروج نوک ریشه می‌باشد. ریشه اصلی رشد کرده و ریشه‌های جانبی آن گسترش می‌یابد. ساقه جدید یا هیپوکوتیل رشد کرده و تولید دو برگ قلبی شکل تشکیل می‌شود. این اندام شبیه برگ، کوتیلدن نامیده می‌شود.

- **دانه‌رست²:** 4 تا 10 روز بعد از بذرکاری، دانه رست ها یک ساقه $1/25$ تا $2/5$ سانتی‌متری تولید می‌کنند (شکل 1). کوتیلدن‌ها در نوک هیپوکوتیل توسعه یافته و به رنگ سبز در می‌آیند تا تغذیه گیاه در حال رشد را فراهم نمایند.



شکل 1- مرحله دانه رست

روزت³ و شروع رشد رویشی: چندین روز پس از رویش دانه رست‌ها، نخستین برگ حقیقی ظاهر می‌شود. این مرحله در گیاه زمانی ایجاد می‌شود که به غیر از 2 برگ کوتیلدون، برگ‌های دیگر ظاهر شوند (شکل 2). گیاه به سرعت یک روزت با برگ‌های پیر در پایین که در حال بزرگ شدن هستند و برگ‌های کوچک و جوان‌تر که در مرکز آن در حال رشد هستند، ایجاد می‌نماید. طول ساقه بدون تغییر باقی مانده و ضخامت آن افزایش می‌یابد. سیستم ریشه‌ای به رشد و گسترش ادامه می‌دهد و ریشه‌های ثانویه به سمت اطراف و پایین

1- Germination

2- Seedling

3- Rosette

4 / برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

ریشه اصلی، توسعه می‌یابند. پس از پایان مرحله روزت، گیاه به رشد شدید رویشی متمایل شده و شروع به ساقه‌دهی، می‌نماید. در این مرحله میان گره‌ها قابل دیدن هستند.



شکل 2- مرحله روزت

غنچه‌دهی¹: با طولانی شدن روزها و افزایش درجه حرارت غنچه‌ها تشکیل می‌شوند. خوشه‌ای از غنچه‌های گل در مرکز روزت قابل مشاهده بوده و ساقه نیز شروع به رشد و بلند شدن می‌نماید (شکل 3). خوشه‌های غنچه‌های گل با رشد طولی ساقه، بزرگتر شده و گل‌های باز نشده بزرگتر می‌شوند. شاخه‌های ثانویه از جوانه‌هایی که در محور اصلی برگ‌های بالایی ساقه اصلی قرار دارند، منشاء می‌گیرند. ساقه اصلی به 30 تا 60 درصد طول خود قبل از گلدهی می‌رسد. همچنین 30 تا 60 درصد حداکثر ماده خشک نیز در این مرحله، تولید می‌شود.



شکل 3- مرحله غنچه‌دهی

1- Budding

راهنمای مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه کلزا/5

گلدهی¹: گلدهی با باز شدن پایین‌ترین غنچه بر روی ساقه اصلی، شروع می‌شود و به سمت بالا ادامه می‌یابد شکل (4). سه روز بعد از باز شدن، نخستین گل روی ساقه اصلی ظاهر می‌شود. در طی گلدهی، شاخه‌ها به رشد ادامه داده و طولی‌تر می‌شوند و غنچه‌ها به گل و گل‌ها به خورجین تبدیل می‌شوند.



شکل 4- مرحله گلدهی

- شکل‌گیری خورجین و رسیدگی²: این مرحله بسته به وضعیت رشد خورجین‌ها به 5 مرحله، تقسیم می‌شود که طی آن طول خورجین‌ها به مرور از کمتر از 2 سانتی‌متر به حدود 4 سانتی‌متر افزایش یافته و سرانجام خورجین‌ها به صورت توده‌ای در روی گیاه دیده می‌شوند. رسیدگی با افتادن گلبرگ‌ها شروع می‌شود. در طی هفته‌های اول رشد بذر، پوسته بذر گسترش می‌یابد تا به اندازه کامل خود برسد. بذر در این مرحله همانند یک بالون پر از آب می‌باشد. در این مرحله جنین شروع به رشد کرده و در داخل پوسته بذر شروع به رشد می‌کند. وزن بذر افزایش می‌یابد. حدود 35 تا 45 روز بعد از شروع گلدهی، پر شدن بذر کامل می‌شود. بذره‌ای نارس وقتی پر می‌شوند که حاوی 40 درصد رطوبت باشند. سپس پوست بذر از رنگ سبز به زرد یا قهوه‌ای می‌گراید. رطوبت بذر به سرعت به میزان 2 تا 3 درصد در روز کاهش می‌یابد. 40 تا 60 روز بعد از نخستین

1- Flowering

2- Ripening

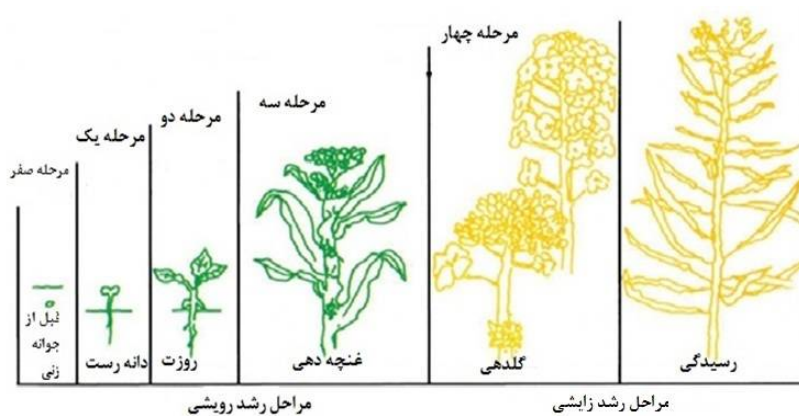
6 / برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

گلدهی، بذرهاي خورجین‌های پایینی می‌رسند.



شکل 5- مرحله رسیدگی

در شکل زیر مراحل مختلف رشد کلزا با هم مقایسه شده اند.



شکل 6- مراحل مختلف رشد کلزا

2- روشهای تشخیص کمبود عناصر غذایی

روشهای مختلفی برای ارزیابی وضعیت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه وجود دارد که در سه گروه کلی (1) آزمون خاک، (2) تجزیه گیاه و (3) علایم کمبود دسته‌بندی می‌شوند.

راهنمای مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه کلزا/7

هر یک از این روشها جایگاه و مزایا و کاستی‌های خود را دارد که در زیر اشاره می‌شود.

2-1- آزمون خاک

خاک مخزن طبیعی عناصر غذایی می‌باشد. عناصر غذایی اغلب به شکلی هستند که بلافاصله قابل جذب توسط گیاه نیستند، زیرا به شکل‌هایی چون جذب شده بر روی سطوح ذرات خاک، موجود در ساختمان کانی‌های خاک یا مواد آلی خاک می‌باشند. فرآیندهایی که منجر به آزادسازی عناصر غذایی و قابلیت استفاده آن‌ها در خاک می‌شوند عبارتند از:

1- تجزیه میکروبی مواد آلی (معدنی شدن)

2- واکنش شیمیایی بر روی کانیهای خاک (هوادیدگی)

3- رهاسازی از سطح ذرات خاک

اما نکته مهم این است که این آزادسازی عناصر به کندی صورت می‌گیرد و چنانچه مقدار برداشت شده توسط گیاه، مجدداً به نحو مناسبی جایگزین نگردد، خاک از عناصر غذایی، تخلیه می‌گردد.

آزمون خاک در مفهوم کلی شاید به تعیین خصوصیات مختلف فیزیکی و شیمیایی خاک اطلاق می‌گردد، ولی در معنی دقیق‌تر آن، عبارت از اندازه‌گیری‌های شیمیایی سریع خاک به منظور تعیین مقدار قابل استفاده عناصر غذایی گیاه باشد. امروزه تفسیر نتایج حاصله و ارزیابی نتایج و توصیه‌های کودی که براساس این آزمایش‌های شیمیایی انجام می‌گیرد را نیز جزئی از آزمون خاک می‌دانند. آزمون خاک برای عناصر کم مصرف در مقایسه با عناصر پر مصرف از قابلیت اعتماد کمتری، برخوردار است. از این رو، ممکن است برای تشخیص پاسخ گیاه به عناصر کم مصرف، استفاده از آزمون بافت گیاه نیز لازم باشد.

از میان روش‌های مختلف ارزیابی حاصلخیزی خاک، آزمون خاک سریع، کم خرج و دقیق بوده و می‌تواند به موقع انجام شده و پایه و اساس توصیه‌های کودی، قرار گیرد. برنامه آزمون خاک معمولاً دارای چهار مرحله اجرایی زیر است:

1) نمونه‌برداری درست خاک مزرعه

2) تعیین روش مناسب عصاره‌گیری و تعیین عناصر غذایی قابل جذب در عصاره استخراج شده

8 / برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

(3) واسنجی¹ نتایج آزمایشگاهی با استفاده از آزمایش‌های گلخانه‌ای

(4) تفسیر و توصیه‌های کودی

موفقیت برنامه آزمون خاک مستلزم دقت عمل در هر یک از مراحل و آگاهی از خطاهای احتمالی در آن‌ها می‌باشد. برای برآورد توصیه کودی کلزا بر اساس آزمون خاک (تجزیه خاک) در وهله اول عملکرد مورد انتظار تعیین می‌گردد (جدول پیوست 4). سپس در جدول‌ها براساس مقدار عنصر قابل استفاده، توصیه کودی ارائه خواهد شد. در جدول (1) حد بحرانی عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف ارائه شده است. البته خصوصیات اقلیمی نیز در برآورد کود مورد نیاز مؤثر خواهد بود.

جدول 1- حد بحرانی عناصر غذایی (میلی گرم در کیلوگرم) در خاک‌های زیر کشت کلزا

فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس	بور
15	200	5/0	1/0	5/0	0/8	0/8

2-2- تجزیه گیاه

یکی دیگر از روش‌های ارزیابی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه استفاده از تجزیه گیاه می‌باشد. در این روش بخش(های) معینی از گیاه، در زمان معین نمونه‌برداری شده و پس از خشک کردن و هضم (به روش خشک یا تر) نسبت به اندازه‌گیری عناصر مورد نظر در آن اقدام می‌شود. مقایسه غلظت عناصر با مقادیر بهینه می‌تواند در شناسایی وضعیت تغذیه‌ای عنصر مورد نظر کمک بسیاری نماید. بهترین زمان برای تعیین وضعیت عناصر غذایی در گیاه کلزا کاملترین برگ جوان در ابتدای گلدهی می‌باشد. در جداول (2) و (3) حدود بهینه عناصر غذایی در برگ کلزا آمده است.

جدول 2- حدود بهینه عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف در برگ کاملاً توسعه یافته بر روی

ساقه اصلی در ابتدای طویل شدن ساقه کلزا

عناصر پر مصرف	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	گوگرد
(درصد)	4/0 – 5/5	0/3 – 0/5	3/0 – 4/5	1/0 – 2/2	0/1 – 0/2	0/5 – 0/7
عناصر کم مصرف	آهن	منگنز	روی	مس	بور	مولیبدن
(میلی گرم در کیلوگرم)	100-200	50-100	40-70	5-10	20-40	0/5 – 0/7

1 - Calibration