



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات خاک و آب کشور

توصیه کودی گیاهان دانه روغنی گلزا، گلرنگ و کنجد در مناطق معتدل سرد کشور (ایلام، خراسان رضوی، قم، اصفهان، قزوین، تهران، کرمانشاه)

نگارندگان

فریدون نورقلی پور¹، ساناز توحیدلو²، رضا سلیمانی³، محمد میرزاپور⁴، پیمان کشاورز⁵، مجید فروهر⁶،
بصیر عطاردی⁷، نصرت اله منتجبی⁸، جعفر شهابی فر⁹، محسن سیل سپور¹⁰، کمال خلخال¹¹

¹ عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات خاک و آب کشور

² کارشناس موسسه تحقیقات خاک و آب کشور

³ عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام

⁴ عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قم

^{۵،۶،۷} عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مشهد، استان خراسان رضوی

⁸ عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

⁹ عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین

¹⁰ عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی ورامین، استان تهران

¹¹ محقق مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه

نشریه فنی: 667

1404

مشخصات اثر

عنوان: توصیه کودی گیاهان دانه روغنی کلزا، گلرنگ و کنجد در مناطق معتدل سرد کشور (ایلام، خراسان رضوی، قم، اصفهان، قزوین، تهران، کرمانشاه)
نگارندگان: فریدون نورقلی‌پور، ساناز توحیدلو، رضا سلیمانی، محمد میرزاپور، پیمان کشاورز، مجید فروهر، بصیر عطاردی، نصرت اله منتجبی، جعفر شهابی فر، محسن سیل‌سپور، کمال خلخال
ناشر: موسسه تحقیقات خاک و آب کشور
لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات اسرار علم
کارشناس انتشارات: سمانه پورمنصور
ویراستار ادبی: آرش تافته
طراح جلد: سید هادی میرغیاثی
سال انتشار: 1404
حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

این نشریه با شماره 68565 در تاریخ 1404/10/6 در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است.
نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.

نشانی: کرج، میدان استانداری، جاده مشکین‌دشت، بلوار امام خمینی (ره)، موسسه تحقیقات خاک و آب کشور

صندوق پستی: 311-31785

کد پستی: 3177993545

تلفن: 026-36201900

نمابر: 02636210121

پست الکترونیکی: info.swri@areeo.ac.ir

وب‌سایت: http://www.swri.ir

مسئولیت صحت مطالب به عهده نگارندگان است.

پیشگفتار

روغن یکی از مهم‌ترین مواد غذایی برای تغذیه انسان بوده و کمیت و کیفیت آن، تأثیر چشمگیری بر سلامت انسان دارد. امروزه منبع عمده تأمین روغن در جهان، گیاهان هستند. کشور ما ایران باوجود تولید 271 هزار تن دانه روغنی، بخش عمده‌ای از روغن مصرفی خود را از منابع خارجی، تأمین می‌نماید. بنابراین، توسعه کشت دانه‌های روغنی در کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و بدیهی است که تحقق این امر در سایه تلاش مستمر امکان‌پذیر خواهد بود.

عوامل به زراعی، نقش مؤثری در تولید محصولات دانه روغنی بر عهده دارند. در بین عوامل به زراعی، تغذیه مطلوب و بهینه نیز دارای اهمیت است. راهنمای پیش رو برای مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه کلزا، کنجد و گلرنگ ارائه شده است. لزوم مدیریت تغذیه بر اساس مراحل فنولوژیکی رشد گیاه، توصیه کود برای مناطق مختلف استان‌ها، استفاده از کودهای نوین، حفظ تناوب زراعی و کاربرد کود سبز در توصیه کودی، تولید محصول مغذی و باکیفیت، جنبه زیستی حاصلخیزی خاک، قابلیت کاربرد در اقلیم‌های مختلف و قابلیت تبدیل سریع به دستورالعمل‌های منطقه‌ای، بولتن‌های ترویجی و پیام‌های تلویزیونی از مزایای این دستورالعمل محسوب می‌شود. در سال‌های 1393 و 1398 دستورالعمل‌های توصیه کودی محصولات کلزا، گلرنگ و کنجد بر اساس نتایج آزمون خاک و اقلیم‌های مختلف و با در نظر گرفتن پتانسیل تولید مزارع توسط محققین مؤسسه تحقیقات خاک و آب و محققین استان‌های کشور نگارش و چاپ شد. در نسخه فعلی این دستورالعمل‌ها مورد بازنگری قرار گرفته است. در تهیه دستورالعمل فعلی، استان‌ها بر اساس اقلیم‌های مختلف در گروه‌های مختلفی قرار گرفتند و استان‌هایی که در هر دو اقلیم قرار داشتند، مساحت کشت مناطق در اقلیم‌ها در نظر گرفته شد.

در بازدیدهای میدانی برای توصیه، کارشناس باید اطلاعاتی از خاک مزارع منطقه داشته باشد تا در مواقعی که نتایج آزمون خاک مزرعه تهیه نشده است بتواند توصیه کودی بهتری ارائه نماید (اگرچه توصیه دقیق با نتایج آزمون خاک، برگ و آب انجام‌پذیر است). از طرفی، اجرای پایلوت‌های مزرعه‌ای دانه‌های روغنی و پروژه‌های شناخت وضعیت عناصر غذایی استان‌ها از سال 1395 شناخت بهتری از سطح استان‌ها به کارشناسان و محققین ارائه نمود. در این دستورالعمل برای مواقعی که آزمون خاک مزارع تهیه نشده است نیز مطالبی ارائه شده است. البته، هر چه نمونه‌برداری بیشتری از سطح مزارع دانه روغنی کشور، انجام گیرد دستورالعمل نیز دقیق‌تر خواهد شد.

از کلیه همکاران استانی و محققین و کارشناسان (همکاران دفتر دانه‌های روغنی وزارت جهاد
کشاورزی و همکاران استانی در بخش اجرای پایلوت‌های مزرعه‌ای در استان‌ها) که در تهیه این
نوشتار مشارکت داشتند، سپاسگزاریم.

فهرست مطالب

1.....	مقدمه
--------	-------

5..... قسمت اول

5.....	توصیه کودی گیاهان کلزا، گلرنگ و کنجد باتوجه به نتایج آزمون خاک
5.....	توصیه کودی گیاه کلزا باتوجه به نتایج آزمون خاک
17.....	توصیه کودی گیاه گلرنگ باتوجه به نتایج آزمون خاک
18.....	توصیه کودی فسفر در گیاه گلرنگ
19.....	توصیه کودی پتاسیم در گیاه گلرنگ
21.....	توصیه کودی عناصر کم مصرف (بور، آهن، منگنز، مس و روی) در گیاه گلرنگ
23.....	کاربرد کودهای آلی در زراعت گلرنگ
23.....	کاربرد کودهای زیستی در زراعت گلرنگ
23.....	توصیه کودی گلرنگ در شرایط دیم
25.....	توصیه کودی گیاه کنجد باتوجه به نتایج آزمون خاک

33..... قسمت دوم

33.....	توصیه های کودی منطقه ای گیاهان کلزا ، گلرنگ و کنجد
33.....	خراسان رضوی
42.....	استان ایلام
50.....	استان اصفهان
54.....	استان قزوین
63.....	استان قم
70.....	استان تهران (منطقه ورامین)
74.....	استان کرمانشاه
66.....	منابع
86.....	پیوست ها

مقدمه

بعد از غلات، دانه‌های روغنی بیشترین انرژی در جیره غذایی انسان‌ها را تأمین می‌کنند. دانه‌های روغنی، بخش مهمی از پروتئین و ویتامین‌ها را نیز برای بشر، فراهم می‌نمایند. گلرنگ رتبه هشتم را از لحاظ تولید دانه روغنی جهان بعد از سویا (*Glycine max* L.)، بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.)، کلزا (*Brassica napus* L.)، آفتابگردان (*Helianthus annus* L.)، کنجد (*Sesamum indicum* L.)، کتان (*Linum usitatissimum* L.) و کرچک (*Ricinus communis* L.) دارد.

کلزا (*Brassica napus* L.) به‌عنوان 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، قابلیت گسترش در طیف وسیعی از خاک‌ها (از خاک‌های شنی تا خاک‌های آهکی و رسی) را در سامانه‌های کشت و تناوب‌ها پیدا کرده است. در سال زراعی 1401-1402 سطح زیر کشت این محصول در کشور حدود 154 هزار هکتار بود (آمارنامه کشاورزی، 1402).

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

اقلیم گرم و مرطوب: شامل مناطقی از کشور است که دارای آب‌وهوای گرم و مرطوب بوده و حداقل دمای هوا در زمستان بیشتر از 7- درجه سانتی‌گراد می‌باشد که شامل مناطقی چون گیلان، مازندران، گلستان و مغان می‌باشد. در این اقلیم، میزان بارندگی در اکثر مناطق (به‌جز دشت مغان و شرق گلستان) نیاز آبی کلزا را در اغلب سال‌ها تأمین می‌کند. در این استان‌ها کلزا را می‌توان در تناوب با گندم، برنج (شالیزار)، آیش و همچنین در مناطق میان‌بند دامنه‌های شمالی رشته‌کوه البرز کشت نمود (شیرانی راد و همکاران، 1399). در بسیاری از سال‌ها این اقلیم و مناطقی مثل گنبد، کلالة و شمال استان گلستان که حدود 30 درصد از کل کلزای کشور در این مناطق کشت می‌شود برای کشت به‌موقع و همچنین دوره پر شدن دانه، نیازمند آبیاری می‌باشد.

اقلیم گرم و خشک: شامل مناطقی از کشور است که دارای آب‌وهوای گرم و خشک بوده و حداقل دمای هوا در زمستان بالاتر از 7- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. ازجمله این مناطق می‌توان استان‌های خوزستان، بوشهر، سیستان و بلوچستان، هرمزگان و مناطق گرم استان‌های کرمانشاه، ایلام، لرستان، خراسان، کهگیلویه و بویراحمد، 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 سانتی‌گراد می‌باشد و ارتفاع آن‌ها از سطح دریا غالباً کمتر از 1000 متر می‌باشد. ازجمله این مناطق می‌توان به استان‌های تهران (کرج، ورامین و هشتگرد)، مرکزی (ساوه)، فارس (مرودشت، زرکان، شیراز)، کرمانشاه (کرمانشاه، اسلام‌آباد و ماهیدشت)، لرستان (خرم‌آباد و بروجرد)، سمنان (گرمسار و سمنان)، زاهدان (خاش)، خراسان (نیشابور، مشهد و تربت‌حیدریه)، اصفهان، یزد و کرمان اشاره نمود.

اقلیم سرد: شامل مناطقی از کشور است که داری زمستان‌های سرد بوده و حداقل دمای هوا در زمستان به پایین‌تر از 14- درجه سانتی‌گراد می‌رسد و ارتفاع آن‌ها از سطح دریا غالباً بالاتر از 1000 متر می‌باشد. ازجمله این مناطق می‌توان به استان‌های آذربایجان، آذربایجان شرقی، زنجان، همدان، کردستان، چهارمحال و بختیاری و مناطق سرد استان‌های 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 (خادمی و همکاران، 1379).

در مورد گلرنگ کشورهای مکزیک، آمریکا، ایتویپی، آرژانتین و استرالیا 99 درصد از سطح زیر کشت و تولید گلرنگ جهان را در اختیاردارند (Cartwright و Craufurd, 1989). در سال 2003 بیشترین مقدار تولید مربوط به کشور قرقیزستان و پس‌از آن هند بوده است (Hussain و همکاران، 2016). در ایران گلرنگ از گذشته در فارس، خراسان، آذربایجان و اصفهان به‌صورت زراعت فرعی و به‌منظور تهیه ماده رنگی کارتامین و استفاده از آن برای رنگ غذا، رنگ‌آمیزی پارچه و ابریشم، کشت می‌شده است. سطح زیر کشت این گیاه روغنی بومی در کشور حدود 22 هزار هکتار است که در افق 1404 قرار است به 40 هزار هکتار نیز برسد. دلیل افزایش کشت گلرنگ در کشور بخصوص در استان‌های فارس و اصفهان، خشک‌سالی سال‌های اخیر و شوری زمین‌های کشاورزی است. گلرنگ نیز با خصوصیات مطلوب زراعی نظیر تحمل نسبی به شوری خاک و خشکی هوا، تحمل بالا به سرمای زمستانه (تیپ پاییزه) همواره به‌عنوان یک دانه روغنی باارزش جهت کشت در مناطق خشک کشور موردتوجه بوده است (جباری و همکاران، 1398).

کنجد گیاهی روغنی با نام علمی *Sesamum indicum* از خانواده *Pedaliaceae* است که آب‌وهوای گرمسیری و نیمه‌گرمسیری را ترجیح می‌دهد. این گیاه یکی از قدیمی‌ترین دانه‌های روغنی است که آدمی آن را شناخته و مصرف کرده است (El-Nakhlawy و Shaheen, 2009) و

به عنوان ملکه دانه های روغنی معرفی شده است (Langham و همکاران، 2006). هرچند زیستگاه این دانه روغنی آفریقا بوده است اما به سرعت به هندوستان، چین و ژاپن پراکنده شد و این کشورها خود به مراکز انتشار ثانوی، تبدیل شدند. در حال حاضر کشور چین، بزرگترین تولیدکننده کنجد در دنیا می باشد.

بر اساس منابع موجود، کنجد حداقل چهارهزار سال پیش در ایران، کشت شده است (شهیدی و همکاران، 1387). اکنون نیز زراعت کنجد در نواحی مختلف کشور از جمله استان های خراسان، مرکزی، خوزستان، بوشهر، اصفهان، کرمان، فارس و گلستان گسترده است.

کنجد به عنوان کشت تابستانه می تواند در تناوب با غلات قرار گرفته و در برنامه ریزی توسعه کشاورزی پایدار مناطق، کارآمد باشد. در حال حاضر کنجد از لحاظ مساحت کشت پس از کلزا، دومین محصول دانه روغنی در ایران می باشد (39660 هکتار که 39185 هکتار آبی و 475 هکتار دیم در سال زراعی 1400-1401) (آمارنامه کشاورزی، 1402).

کشت کنجد بیشتر در استان های گرم و معتدل از جمله بوشهر، خوزستان، کرمان و مناطق گرم استان های فارس، هرمزگان، منطقه مغان، خراسان رضوی و شمالی و منطقه جیرفت در فصل تابستان انجام می شود (شهیدی و همکاران، 1387). در دیگر استان ها نیز در مساحت کم، کشت این گیاه انجام می شود. عدم امکان کشت دیگر محصولات زراعی در این فصل از سال در بسیاری از مناطق تحت کشت آن، امکان بهره برداری از منابع خاک و آب را فراهم نموده است. این موضوع، مزید بر دیگر ارزش های اقتصادی و غذایی دانه کنجد است.

تأمین عناصر غذایی به مقدار بهینه یکی از عوامل مهم در افزایش عملکرد کمی و کیفی دانه های روغنی می باشد. بهترین عملیات مدیریتی کودها برای این محصولات را می توان در چهار اصل زیر بیان نمود:

- 1) تعیین مقدار مورد نیاز عنصر یا عناصر غذایی
- 2) تعیین منبع مناسب عنصر غذایی
- 3) تعیین زمان مناسب کاربرد
- 4) روش مناسب کاربرد

این دستورالعمل باهدف بهبود فرایند کود دهی و توصیه کودی تهیه شده است. اطلاعات خاک، آب و گیاه مزارع از اجرای پایلوت های مزرعه ای در سطح استان ها تهیه شده است. توصیه ها برای هر استان جداگانه ارائه شده است.

در قسمت اول این دستورالعمل موارد توصیه کودی برای سه محصول دانه روغنی کلزا، گلرنگ و کنجد بر اساس آزمون خاک ارائه شده است و در قسمت دوم انجام توصیه باتوجه به وضعیت حاصلخیزی خاک استانها و نمونههای تهیه شده از پایلوتهای مزرعه ای استانها ارائه شده است.

قسمت اول

توصیه کودی گیاهان کلزا، گلرنگ و کنجد باتوجه به نتایج آزمون خاک

توصیه کودی گیاه کلزا باتوجه به نتایج آزمون خاک

برای برآورد توصیه کودی کلزا بر اساس آزمون خاک در وهله اول عملکرد مورد انتظار تعیین می‌گردد. سپس در جدول‌ها بر اساس مقدار عنصر قابل‌استفاده، توصیه کودی ارائه خواهد شد. در جدول (1) حدود بحرانی عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف در خاک ارائه شده است. البته خصوصیات اقلیمی نیز در برآورد کود موردنیاز مؤثر خواهد بود.

جدول 1- حد بحرانی عناصر غذایی (میلی گرم در کیلوگرم) در خاک‌های زیر کشت کلزا
(نورقلی پور و همکاران، 1393)

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

جدول 2- برآورد پتانسیل تولید مزرعه برای تولید کلزا (خادمی و همکاران، 1379)

بافت خاک	شوری عصاره خاک (دسی‌زیمنس بر متر)	درصد گرینات کلسیم	تعداد نوبت آبیاری	شوری آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر)	عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار)
لوم، لوم رسی، رسی	مساوی یا کمتر از 2	کمتر از 15	9	مساوی یا کمتر از 1/3	بیش از 3400
لوم، لوم رسی، رسی	3	15 - 19/9	9	2	3400
لوم، لوم رسی، رسی	4	20 - 24/9	9	2/7	3200
لوم، لوم رسی، رسی	5	25 - 29/9	9	3/3	3000
لوم شنی، سیلت	6	30 - 34/9	9	4	2800
لوم رس سیلتی	7	35 - 39/9	9	4/7	2600
رس شنی، رس سیلتی	8	40 - 44/9	8	5/3	2400
شن لومی، رس سیلتی متراکم	9	45 - 49/9	7	6	2200
شن لومی، رس سیلتی متراکم	9	50 - 54/9	6	6	2000
شن لومی، رس سیلتی متراکم	10	55 - 59/9	5	6/7	1800
شن لومی، رس سیلتی متراکم	10	55 - 59/9	4	6/7	1600
شن لومی، رس سیلتی متراکم	11	55 - 59/9	4	7/3	1400
شن لومی، رس سیلتی متراکم	11	60	4	7/3	1200
شن، رسی متراکم	مساوی یا بیشتر از 12	بیشتر از 60	کمتر از 4	مساوی یا کمتر از 8	کمتر از 1000

تجزیه گیاه

یکی دیگر از روش‌های ارزیابی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه استفاده از آزمون گیاه می‌باشد. در جدول 3 نرم‌های DOP¹ (شاخص انحراف از حد بهینه) برای گیاه کلزا ارائه شده است. نمونه گیاه تهیه شده، مربوط به مرحله شروع ساقه‌دهی و کل اندام هوایی کلزا می‌باشد.

جدول 3 - نرم‌های DOP برای مزارع کلزا (نورقلی پور و همکاران، 1400)

نیترژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	گوگرد	منیزیم	بور	روی	منگنز	مس	آهن
درصد					میلی گرم در کیلوگرم					
3/68	0/412	2/472	1/562	0/444	0/382	54	56	92	8/4	260

جدول 4 - حدود بهینه عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف در دانه کلزا (ملکوتی و همکاران، 1384)

عناصر پرمصرف	نیترژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم
(درصد)	3/60	0/90	0/85	0/24	0/36
عناصر کم‌مصرف	آهن	منگنز	روی	مس	
(میلی گرم در کیلوگرم)	60 - 80	30 - 50	25 - 35	3/5 - 4/0	

توصیه مصرف نیترژن

در مقایسه با بسیاری از گیاهان دانه‌ای، کلزا نیاز بیشتری به مواد غذایی برای دستیابی به عملکردهای بالا دارد به نحوی که در مقایسه با گندم، 25 درصد نیترژن، فسفر و پتاسیم بیشتر و بیش از دو برابر نسبت به گندم، گوگرد بیشتری نیاز دارد (Norton، 2013).

اغلب تنها 10-20 درصد کل نیترژن موردنیاز برای گیاهان پر محصول از طریق نیترژن آزادسازی شده از مواد آلی، تأمین می‌گردد. بنابراین، لازم است از طریق مصرف کودهای نیترژن و کودهای آلی بقیه نیاز نیترژنی گیاه را تأمین نمود. ریشه‌ی کلزا قادر است نیترژن را از عمق 60 سانتی‌متری یا بیشتر جذب کند. کود نیترژن موردنیاز در کلزا برای دستیابی به عملکردی مطلوب بسته به وضعیت خاک از 50 تا 240 کیلوگرم نیترژن در هکتار، متفاوت است. واکنش گیاه نسبت به این کود تحت تأثیر نوع خاک، رطوبت و تعادل سایر عناصر غذایی می‌باشد.

¹ Deviation from optimum percentage (DOP)

زمان و نحوه مصرف کود نیتروژن

در مورد زمان و چگونگی مصرف کودهای نیتروژنی در زراعت کلزا بایستی گفت که تقسیم کودهای نیتروژنی و مصرف کودها مطابق با نیاز حداکثری گیاه و توجه به مرحله رشدی آن می‌تواند روش خوبی برای کاهش هدررفت نیتروژن و افزایش کارایی آن باشد. به‌طور کلی، نیتروژن مورد نیاز کلزا بهتر است در سه نوبت: پایه، ابتدای ساقه رفتن و قبل از مرحله گلدهی مصرف شود. البته این نحوه تقسیم یک توصیه عمومی بوده و نتایج تحقیقات انجام شده در نقاط مختلف کشور نشان داده که فرمول‌های دیگر تقسیم نیز باتوجه به موقعیت اقلیمی نقاط، متفاوت عمل می‌نمایند. باتوجه به کمبود مواد آلی در خاک‌های ایران، عدم کود دهی نیتروژن در مراحل اولیه رشد به‌خصوص در مناطق سرد و یا در کشت‌های تأخیری، باعث کاهش رشد گیاهچه کلزا شده و به دنبال آن افزایش خسارت ناشی از تنش سرما خواهد شد. برای کاهش هدر روی کود می‌توان کود نیتروژن را پس از آبیاری اول و همراه با آبیاری دوم یا سوم مصرف نمود.

منابع متفاوتی برای تأمین نیتروژن کلزا به کار می‌روند، هرچند که بیشترین منبع مورد استفاده اوره می‌باشد، اما منابع دیگر شامل سولفات آمونیوم (تأمین نیتروژن و گوگرد) و نیترات آمونیوم می‌باشد. یادآور می‌گردد، آنچه بین منابع مختلف در انتخاب نوع کود تفاوت ایجاد می‌کند، هزینه حمل و نقل کود در واحد عنصری کود، کارایی کود و نیز مقدار کاربرد است. در جدول‌های زیر توصیه مقدار کود اوره مورد نیاز کلزا بر اساس عملکرد مورد انتظار، اقلیم و میزان کربن آلی خاک ارائه شده است.

جدول 5- توصیه کودی اوره برای کلزا در اقلیم معتدل سرد (کیلوگرم در هکتار)

(نورقلی پور و همکاران، 1393)

درصد کربن آلی خاک						عملکرد مورد انتظار
1/5-1/8	1/2-1/5	0/9-1/2	0/6-0/9	0/3-0/6	0/1-0/3	(کیلوگرم در هکتار)
145	145-155	155-170	160-175	185-200	200-210	1000
145-155	155-165	170-175	185-195	200-210	210-250	1400
155-165	165-175	175-195	195-205	210-250	250-290	1800
165-175	175-185	195-205	205-230	250-270	290-330	2200
175-185	185-195	205-215	230-270	270-310	330-370	2600
185-195	195-205	215-255	270-310	310-350	370-410	3000
195-210	205-230	255-285	310-350	350-390	410-450	>3400

توصیه مصرف فسفر

از آنجاکه کلزا نیاز بالایی به فسفر دارد، رشد گیاه در خاک‌های با فسفر کم ضعیف است. برای توصیه کودی فسفر از آزمون خاک استفاده می‌شود. متداول‌ترین و بهترین عصاره‌گیر برای خاک‌های آهکی مشابه کشور ایران، روش اولسن (بی‌کربنات سدیم) می‌باشد.

کودهای فسفر بیشترین قابلیت استفاده را بلافاصله بعد از کاربرد دارند. کلزا در مراحل اولیه رشد به سرعت این عنصر را جذب کرده و تا هشت هفته این جذب ادامه دارد؛ بنابراین، کود فسفر باید هم‌زمان با کاشت مصرف شود. کاربرد نواری و در زیر بذر کودهای فسفر در خاک‌های آهکی بسیار مفید است، زیرا سطح تماس کود و خاک را کاسته و سرعت تبدیل فسفر به ترکیبات با حلالیت کم را کاهش می‌دهد. در این حالت میزان مصرف را می‌توان تا نصف کاهش داد. در غیر این صورت پخش سطحی و دیسک زدن، بهترین روش مصرف می‌باشد. منابع مورد استفاده فسفر، سوپر فسفات تریپل، سوپر فسفات ساده، مونو آمونیوم فسفات و دی آمونیوم فسفات می‌باشند. منابع مایع فسفر مثل آمونیوم پلی فسفات یا اسید فسفریک به‌ویژه در خاک‌های قلیایی با ظرفیت بافری بالا نیز مورد توجه می‌باشند. کمبود فسفر در کلزا توسعه و بلوغ ریشه را به تأخیر می‌اندازد. تغذیه ضعیف و حتی ملایم فسفر همچنین، توانایی محصول را در پاسخ دادن به مواد غذایی نظیر نیتروژن و گوگرد، می‌تواند کاهش دهد. در مناطق سرد کشور کاربرد فسفر پیش از کشت تا سطح 17 میلی گرم در کیلوگرم خاک نیز می‌تواند صورت گیرد، چراکه این عنصر برای رشد اولیه سریع و رسیدن به مرحله رشدی شش تا هشت برگی قبل از فرارسیدن زمستان می‌تواند مؤثر باشد. یکی از راهکارهای مناسب برای کاهش مصرف کود فسفر علاوه بر روش جایگذاری کود، استفاده از ارقام فسفر کارا می‌باشد. مقدار برآورد کود فسفر باتوجه به جدول پتانسیل تولید در اقلیم معتدل سرد در جدول 6 ارائه شده است.

جدول 6- توصیه کود فسفری مورد نیاز کلزا برای اقلیم معتدل سرد (کیلوگرم سوپر فسفات تریپل

در هکتار) (نورقلی پور و همکاران، 1393)

فسفر قابل استفاده خاک به روش اولسن (میلی گرم در کیلوگرم)				عملکرد مورد انتظار (کیلوگرم در هکتار)
11-15	7-11	3-7	1-3	
0-50	50	50-100	100-130	1000
0-50	50-70	70-130	130-160	1400
50	50-100	100-160	160-190	1800
50-70	70-130	130-190	190-210	2200
50-100	100-160	160-210	210-230	2600
70-130	130-190	190-230	230-240	3000
160-100	160-210	210-240	240-250	>3400

توصیه مصرف پتاسیم

میزان پتاسیم موردنیاز کلزا به روش مصرف خاکی و بر اساس مقدار سولفات پتاسیم برای اقلیم معتدل سرد کشور برآورد گردیده است (جدول 7).

جدول 7- توصیه کود پتاسیمی موردنیاز کلزا در اقلیم معتدل سرد (کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار) (نورقلی پور و همکاران، 1393)

پتاسیم قابل استخراج توسط روش استات آمونیوم (میلی گرم در کیلوگرم)						عملکرد مورد انتظار (کیلوگرم در هکتار)
220-200	160-200	120-160	80-120	40-80	<40	
0	10-40	25-65	70-100	95-125	125	1000
0	20-50	45-80	90-120	120-150	150	1500
0	30-60	65-100	115-145	145-175	175	2000
30	40-70	85-120	140-170	170-200	200	2500
50	50-80	105-140	160-190	195-225	225	3000
60	60-90	125-160	180-210	215-240	250	3500
65	105	165	215	245	275	≥4000

یادآوری: اعداد جداول فوق برای خاک‌های با بافت سبک تا متوسط است. در خاک‌های با بافت سنگین (مقدار رس بیش از 30 درصد) مقدار 10 درصد به ارقام فوق اضافه گردد.

توصیه مصرف گوگرد

گوگرد چهارمین عنصر غذایی موردنیاز کلزا می‌باشد که برای رشد کافی و مناسب کلزا ضروری است. هر تن کلزا چهار تا پنج برابر گندم، گوگرد از خاک خارج می‌کند. مقدار کافی گوگرد به شکل سولفات در خاک به صورت قابل توجهی رشد رویشی و تولید ماده خشک را افزایش می‌دهد و سبب افزایش تعداد خورجین و عملکرد بذر با افزایش مقدار پروتئین در بذرها می‌گردد. گیاه گوگرد را به صورت سولفات از خاک جذب می‌کند. تغذیه گوگرد بستگی بسیار زیادی به معدنی شدن مواد آلی خاک دارد. تأمین گوگرد کافی برای زراعت بستگی به برخی عوامل مانند مقدار گوگرد جذب شده از اتمسفر و مقدار سولفات موجود در آب آبیاری نیز دارد. معمولاً، بیشتر گوگرد موجود در خاک به شکل آلی بوده و قابل جذب سریع گیاه نیست. با توجه به اینکه معدنی شدن یک فرآیند زیستی (بیولوژیک) است، بنابراین با شرایط محیطی از جمله جمعیت ریز جانداران اکسیدکننده گوگرد (که از عمده آن‌ها می‌توان باکتری‌های خانواده تیوباسیلوس را نام برد) رطوبت، دما و ماده آلی مرتبط می‌باشد.

گوگرد مایع

مصرف گوگرد عنصری جامد، مشکل، وقت گیر و پرهزینه است. از این رو، فرم محلول گوگرد به دلیل اثرگذاری بیشتر و سهولت استفاده آن با آب آبیاری و قابلیت محلول پاشی در مراحل مختلف رشد گیاه، دارای مزایا و کارایی بیشتری نسبت به گوگرد جامد بوده و استفاده آن بسیار آسان است. گوگرد مایع به دلیل این که با حجم بیشتری از خاک و ریز جانداران اکسیدکننده گوگرد موجود در خاک در تماس است، در صد بیشتری از آن اکسایش می یابد.

در سال های اخیر تولید و مصرف گوگرد مایع افزایش قابل توجهی داشته است. گوگرد مایع به فرم های تیوسولفات، عنصری، سولفید و دیگر شکل های محلول تولید می شود و دارای خواص تغذیه ای و قارچ کشی می باشد. از مزایای گوگرد مایع نسبت به فرم جامد آن این است که پس از کاشت محصول نیز به راحتی با آب آبیاری قابل مصرف است؛ بنابراین، می توان فرم مایع گوگرد را در زمان حداکثر نیاز گیاه با سیستم آبیاری مصرف کرد. از دیگر مزایای گوگرد مایع این است که می توان آن را با ترکیبات نیتروژن، کلسیم، پتاسیم و بعضی از اسیدهای آلی غنی سازی کرد. از طرفی برگ پاشی گوگرد عنصری مایع نسبت به فرم جامد آن بسیار راحت تر است. در صورت عدم مصرف گوگرد در مرحله پیش کشت، می توان از کود گوگرد مایع به مقدار سه تا پنج لیتر در هکتار با 400 لیتر آب در مرحله خروج از ریز و یا قبل از غنچه دهی (به صورت محلول پاشی) و یا به صورت کودآبیاری به مقدار 10-15 لیتر در هکتار از طریق شیر بشکه در مرحله 5-6 برگی و قبل از غنچه دهی استفاده نمود.

مقدار مصرف گوگرد

استفاده از گوگرد عنصری در حالت پودری و یا به شکل پاستیل قابل توصیه است. به علاوه، می توان از گوگرد آلی گرانوله نیز استفاده کرد. این کودها پیش از کشت مصرف می گردند. در صورت استفاده از گوگرد عنصری می بایست شرایط لازم برای اکسیداسیون آن در خاک فراهم گردد. در این صورت کاربرد گوگرد به همراه باکتری های تیوباسیلوس توصیه می شود. در صورتی که کود سولفات آمونیوم در دسترس باشد می توان 100 کیلوگرم در هکتار کود سولفات آمونیوم را در مرحله کاشت جایگزین 50 کیلوگرم در هکتار کود اوره نمود. البته، باید توجه داشت در صورتی که برای جبران کمبود عناصر در خاک مثل پتاسیم، منیزیم روی، منگنز و مس از شکل سولفات این عناصر استفاده گردد می تواند تأمین کننده گوگرد مورد نیاز گیاه نیز باشد. بررسی های موجود نشان

داده که کاربرد گوگرد به مقدار 250 تا 500 کیلوگرم در هکتار در مناطقی مثل شهرکرد به همراه تیوباسیلوس، باعث واکنش مثبت گیاه و افزایش معنی‌دار عملکرد کلزا شده است.

توصیه کاربرد عناصر کم‌مصرف (روی، منگنز، آهن و مس)

در مواردی که کمبود شدید عناصر کم‌مصرف به‌ویژه روی وجود داشته باشد، مصرف خاکی و محلول‌پاشی هر دو باید انجام گیرد. محلول‌پاشی با غلظت سه تا پنج در هزار سولفات روی می‌تواند در زمانی که بوته‌ها 30 سطح زمین را پوشانده (مرحله پنج تا هشت‌برگی) انجام گیرد. ضمن اینکه در صورت لزوم، در دو مرحله خروج از ریزش و قبل از گلدهی نیز می‌تواند تکرار شود. یادآور می‌گردد، مصرف خاکی آن 30 کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات روی می‌باشد.

در خاک‌های دارای کمبود بور که دارای کمتر از 0/8 میلی‌گرم در کیلوگرم بور هستند، مقدار 10-15 کیلوگرم در هکتار اسیدبوریک به‌صورت پخش یکنواخت توصیه می‌شود. هرگز بور به‌صورت نواری استفاده نگردد. چنانچه بیشتر از مقدار موردنیاز بور مصرف شود برای گیاه ایجاد سمیت خواهد کرد. تأکید می‌شود که فقط در صورت کمبود بور در خاک می‌توان بور (اسیدبوریک) مصرف نمود. در توصیه کودی بور علاوه بر مقدار آن در خاک (به‌خصوص در خاک‌های شور "بیش از چهار دسی‌زیمنس بر متر") باید مقدار آن در آب آبیاری نیز مدنظر قرار گیرد، چراکه ممکن است مقدار آن در آب آبیاری کمبود در خاک را جبران نماید.

کنترل کمبود منگنز: اگرچه دادن سولفات منگنز به خاک می‌تواند مؤثر واقع شود، ولی محلول‌پاشی آن کارایی بیشتری دارد. معمولاً، محلول‌پاشی سه تا پنج در هزار سولفات منگنز در هنگامی که بوته‌ها 30 درصد زمین را پوشانده باشند کافی است؛ اما در موارد کمبود شدید منگنز در زراعت‌های پاییزه، محلول‌پاشی در اوایل بهار ممکن است ضروری باشد. برای مقابله با کمبود آهن می‌توان از شیوه‌های زیر سود جست:

- 1- انتخاب ارقام مقاوم در برابر کلروز آهن
 - 2- در مناطق دچار کمبود کاربرد کلات آهن در طی کشت توصیه می‌گردد. ازجمله این روش‌ها استفاده از کلات Fe-EDDHA در خاک می‌باشد؛ اما گرانی این کودهای آلی مصرف آن را محدود می‌سازد. مواد دیگری نیز همچون سولفات آهن در خاک قابل استفاده می‌باشد، اما باتوجه به عدم کارایی این کود در خاک‌های آهکی، مصرف آن توصیه نمی‌شود.
- محلول‌پاشی گیاهان دچار کلروز در دو تا سه نوبت بافاصله 15 روز با محلول چهار در هزار سولفات آهن بسیار مؤثر است؛ یعنی چهار کیلوگرم سولفات آهن (FeSO_4) در 1000 لیتر آب

حل شده و سپس استفاده گردد. استفاده از غلظت‌های بالاتر اغلب سبب سوختگی برگ‌ها می‌شود. عنصر مس در فعال‌سازی آنزیم‌های مختلف نقش برجسته‌ای دارد. کمبود عنصر مس در زراعت کلزا به‌ندرت حادث می‌شود. چون کلزا در مقایسه با دیگر گیاهان زراعی نظیر گندم، جو، چاودار، کتان و پیاز، قابلیت تحمل بیشتری در برابر کمبود عنصر مس دارد. چنانچه سایر زراعت‌های حساس‌تر نظیر غلات تحت‌تأثیر کمبود مس قرار گیرند، ممکن است کمبود در گیاه کلزا نیز بروز نماید (Agriculture and Food, 2019). به دلیل این که مس عنصری کم‌تحرک است علائم کمبود آن ابتدا در برگ‌های جوان نمایان می‌شود. از جمله این علائم می‌توان به مورد زیر اشاره نمود:

کلروز بین رگبرگی (اندکی پس از جوانه‌زنی) برگ‌های بزرگ‌تر از معمول، پژمرده شدن برگ‌ها، تأخیر در گلدهی با ساقه گل‌دهنده کوتاه شده (canola council of Canada, 2024).

غلظت بحرانی عنصر مس در گیاه کلزا حدود 2 تا 5 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک است. برای رفع کمبود عنصر مس، می‌توان ترکیباتی نظیر سولفات مس یا اکسی کلرید مس را به صورت اختلاط با خاک و یا به صورت محلول‌پاشی با غلظت سه در هزار در مرحله شروع ساقه دهی استفاده نمود. در صورت کمبود شدید در خاک می‌توان 10-15 کیلوگرم در هکتار سولفات مس قبل از کشت مصرف نمود.

کاربرد کودهای آلی در تولید کلزا

کودهای آلی نه‌تنها تأمین‌کننده بخشی از نیاز گیاه به عناصر غذایی می‌باشد بلکه با تشدید فعالیت زیستی در خاک به چرخش بهتر مواد غذایی کمک می‌کند، از سویی، مصرف مواد آلی در خاک، منجر به بهبود وضعیت فیزیکی خاک نیز می‌گردد که این امر به نوبه خود به رشد و نمو بهتر گیاه کمک می‌کند.

میزان مصرف کودهای آلی از جمله کود گوسفندی، گاوی، اسبی و یا مرغی بستگی به درجه پوسیدگی، میزان عناصر غذایی، نسبت کربن به نیتروژن و نوع آن دارد (صفاری و همکاران، 1400). اگر کود آلی نپوسیده باشد بهتر است چند ماه جلوتر با خاک مخلوط و با اعمال رطوبت مناسب پوسانده شود. اگر کود آلی درجه رسیدگی کافی داشته باشد می‌توان هم‌زمان با کشت آن را مصرف نمود. بهتر است کود آلی در عمق مؤثر ریشه با خاک کاملاً مخلوط شود. در صورتی که استفاده از کودهای آلی پیش از کشت گیاه کلزا به‌ازای مصرف هر تن کود مرغی از میزان مصرف نیتروژن و فسفر به ترتیب 20 و 10 کیلوگرم و به‌ازای مصرف هر تن کود گاوی یا گوسفندی از میزان مصرف نیتروژن و فسفر به ترتیب 10 و 5 کیلوگرم کاسته شود (صفاری و همکاران، 1400). مقدار مصرف

برای کود گوسفندی 10-25 تن در هکتار، کود مرغی 2 تا 5 تن در هکتار، کود مرغی مایع 20 تا 30 لیتر در هکتار، کود گاوی 10-25 تن در هکتار می‌باشد (مشیری و همکاران، 1400). غلظت عناصر در کودهای آلی در جدول پیوست 2 در انتهای متن نشریه ارائه شده است.

کاربرد کودهای زیستی در زراعت کلزا

کودهای زیستی به مواد جامد (عمدتاً پودری)، مایع و یا در برخی موارد ژله‌مانند اطلاق می‌شود که قادر است جمعیت انبوه از یک یا چند نوع ارگانیزم مفید خاکزی و یا فرآورده متابولیک آن‌ها را روی یک ماده نگاه‌دارنده یا حامل از زمان تولید تا زمان مصرف نگهداری نماید. این دسته از کودها به‌منظور تأمین عناصر غذایی موردنیاز گیاهان و یا افزایش رشد و عملکرد آن‌ها، استفاده می‌شوند. انواع متفاوتی از کودهای زیستی امروزه در دنیا معرفی شده است که توسط زارعین برای کشت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کودهای زیستی حاوی باکتری‌های محرک رشد گیاه در کلزا

کودهای زیستی حاوی باکتری‌های محرک رشد گیاه از مهم‌ترین انواع کودهای زیستی قابل استفاده در کشت کلزا می‌باشند. باکتری‌هایی مانند سودوموناس، فلاوباکتریوم، باسیلوس، ازتوباکتر و آزوسپیریوم از انواع شناخته‌شده باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌باشند. باکتری‌های محرک رشد گیاه به‌وسیله سازوکارهای مختلف، به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم رشد گیاهان را افزایش می‌دهند.

مقدار و نحوه مصرف کودهای زیستی محرک رشد گیاه، بستگی زیادی به نوع فرمولاسیون آن‌ها دارد. این کودها عموماً به شکل مایع و یا پودری و به‌ندرت به‌صورت گرانول تولید می‌شوند. برحسب نوع فرمولاسیون هر کود نحوه مصرف آن به شرح زیر می‌باشد:

الف - کودهای زیستی محرک رشد گیاه با فرمولاسیون مایع

بذر مال: ابتدا مقدار معینی از بذر داخل ظرف مناسب تمیزی ریخته می‌شود. سپس متناسب با مقدار بذر مصرفی، کود زیستی مایع به آن اضافه‌شده و برای چند دقیقه محتویات ظرف به‌خوبی تکان داده می‌شود تا از آغشته شدن کلیه بذر به کود زیستی اطمینان حاصل گردد. سپس بذرهای برای کاشت آماده هستند. در صورت آماده نبودن شرایط کاشت، بذرهای در مکان مناسب تمیزی (دور از نور مستقیم خورشید و ترجیحاً هوای سرد و خشک) نگهداری می‌شوند.

نگهداری بذور در این شرایط بیش از 24 ساعت توصیه نمی‌شود. بهتر است از مرطوب نمودن بیش از حد بذرها اجتناب گردد.

مقدار کود بیولوژیک مایع مصرفی بستگی به میزان و نوع بذر دارد. در مورد کلزا به ازای هر یک کیلوگرم بذر کاربرد 100 میلی لیتر از مایه تلقیح مایع توصیه می‌گردد.

ب - کودهای بیولوژیک محرک رشد گیاه با فرمولاسیون پودری

میزان مصرف کودهای زیستی پودری نیز بستگی به میزان و نوع بذر دارد. همچنین، این کودها برای استقرار بهتر بر روی بذر نیازمند به استفاده از یک ماده چسباننده می‌باشند. بعضی از شرکت‌های معتبر در فرمولاسیون خود از مواد چسباننده استفاده کرده‌اند و در نتیجه در خصوص این کودها نیازی به ماده چسباننده وجود ندارد؛ ولی عموماً تولیدکننده‌ها یا در کنار کود خود این ماده چسباننده را قرار داده و یا مصرف‌کننده را به استفاده از ماده چسباننده راهنمایی می‌کنند.

به‌منظور تلقیح بذر با کودهای پودری ابتدا بذر موردنیاز به داخل ظرف مناسب تمیزی منتقل می‌شود. سپس متناسب با مقدار بذر درون ظرف، مقدار مشخصی از محلول ماده چسباننده به آن اضافه‌شده و به‌خوبی به هم زده می‌شود. پس از اطمینان کافی از چسبناک بودن کلیه بذور، کود زیستی اضافه‌شده و مجدداً به‌خوبی به هم زده می‌شود. در صورت امکان بهتر است قبل از کشت، بذرها اندکی هوا خشک‌شده (در سایه و در سطح تمیز) و سپس کشت شوند. برای چسبناک کردن بذور از مواد متعددی استفاده می‌شود. محلول 40 درصد صمغ عربی، 20 درصد شکر، 4 درصد متیل اتیل سلولز نمونه‌ای از این مواد می‌باشند. مقدار مواد چسباننده مصرفی بسیار مهم می‌باشد چراکه اگر ماده چسباننده بیش از نیاز اضافه گردد موجب چسبیدن بذرها به یکدیگر شده و در حالتی که کمتر از نیاز اضافه گردد مقدار کود اندکی را بر روی خود خواهد داد. در مورد کلزا کاربرد 40 میلی لیتر محلول چسباننده و حدود 50 گرم مایه تلقیح پودری توصیه می‌گردد.

مدیریت تغذیه گیاه کلزا در شرایط تنش‌های محیطی

مدیریت تغذیه گیاه کلزا در شرایط شور

با افزایش شوری خاک، رشد ریشه گیاه کاهش یافته و در نتیجه سطح جذب ریشه کم می‌شود؛ لذا برای تأمین مواد غذایی، لازم است غلظت عنصر غذایی نسبت به شرایط غیر شور تا حدودی افزایش یافته و از این دیدگاه برای رسیدن به یک تولید معین در شرایط شور نسبت به شرایط غیر شور مقدار بیشتری کود بایستی مصرف گردد. از سوی دیگر، یکی از دلایل کاهش عملکرد در

خاک‌های شور، کوتاه‌شدن دوره رشد بیان شده است.

در نتایج پژوهش‌های میرزاپور (1388) با افزایش شوری، نیاز به کاربرد بیشتر کودهای نیتروژن و فسفر وجود داشت. به نظر می‌رسد شوری خاک با محدود کردن رشد ریشه، باعث کاهش جذب فسفر به‌وسیله گیاه می‌شود و لذا، برای رسیدن به سطح کافی فسفر در گیاه، باید مقادیر بیشتری فسفر در مقایسه با شرایط غیر شور مصرف کرد. ضمن آن‌که در شوری‌های بالای آب آبیاری، مقدار قابل‌توجهی از فسفر رسوب می‌نماید (میلانی، 1378) و بنابراین، نیاز است تا مقادیر فسفر مصرفی بیشتر از شرایط غیر شور باشد. در شرایط شور، جذب عناصر غذایی کم‌مصرف به دلیل کاهش حجم ریشه و خاصیت ضدیتی (آنتاگونیستی) بین عناصر غذایی و یون‌های سمی، کاهش می‌یابد. برخی تحقیقات نشان داده، کاهش جذب عناصر کم‌مصرف در شرایط شور، ناشی از جذب بیشتر عناصری مانند کلسیم، منیزیم و سدیم است و از این‌رو، محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف برای رفع نیاز گیاه در این شرایط توصیه می‌گردد. انتخاب رقم متحمل به شوری از مواردی است که کشاورز در زمان مواجهه با خاک و آب‌شور، در پیش می‌گیرد.

تأثیر شرایط خشکی بر نیاز غذایی کلزا و پتانسیل تولید

تنش خشکی یکی از محدودکننده‌ترین عوامل تولید کلزا در نواحی خشک و نیمه‌خشک است. تنش خشکی به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن آب کافی در محیط ریشه وجود ندارد. اثر تنش خشکی بر کلزا بسته به رقم، شدت و دوام تنش و شرایط آب‌وهوایی و همچنین به دلیل ارتباط نزدیک نیازهای غذایی و آبی به شرایط حاصلخیزی خاک نیز مرتبط است. تنش خشکی علاوه بر کاهش جذب مواد غذایی بر فرایندهای دیگری نظیر فتوسنتز، تورم سلولی و رشد سلول‌ها اثر منفی دارد. تنش خشکی به‌طور کلی باعث کاهش جذب مواد غذایی می‌شود. یک اثر مهم کمبود آب، تأثیر بر جذب مواد غذایی توسط ریشه و انتقال آن به اندام‌ها بالای گیاه است. جذب کاسته شده توسط ریشه می‌تواند ناشی از تداخل در جذب مواد غذایی و سازوکارهای بارگیری مواد غذایی و کاهش جریان تعرق باشد. همچنین، تأثیر خشکی بر جذب مواد غذایی ممکن است مرتبط با محدودشدن قابلیت دسترسی انرژی برای آلی سازی نیترات، آمونیوم، فسفات و سولفات باشد (Farooq و همکاران، 2008).

بررسی‌های صورت‌گرفته نشان می‌دهد که وقوع تنش خشکی در مرحله رشد طولی ساقه کلزا و مرحله گلدهی (به‌ویژه) به‌شدت بر اجزا عملکرد و عملکرد دانه کلزا، اثر منفی دارد؛ بنابراین وقوع تنش خشکی در مراحل گفته‌شده منجر به کاهش تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در

خورجین می‌گردد (Robertson و همکاران، 2004؛ Ahmadi و Bahrani، 2006).

سازوکارهای پیشنهادی برای کاهش اثرات تنش خشکی بر کلزا عبارت‌اند از: توسعه ارقامی با کارایی و توانایی بالا برای مقاومت در شرایط تنش خشکی، انجام آبیاری تکمیلی در مراحل حساس رشد و بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک به‌خصوص در مورد نیتروژن، پتاسیم و فسفر، آماده‌سازی بذر برای جوانه‌زدن (seed priming)، استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد (نظیر اسید جیبرلیک) و استفاده از حفاظ‌های اسمزی مثل پرولین (Farooq و همکاران، 2009).

بر اساس مطالعات رجایی و همکاران (1400) مصرف محرک‌های رشد سبب بهبود جذب عناصر غذایی در هر دو هر شرایط رطوبتی (دارای تنش و بدون تنش) شد. به‌عنوان مثال برای پتاسیم که عنصری شاخص در شرایط تنش خشکی است در داراب نتایج تجزیه دوساله نشان داد که فقط مصرف تلفیقی مواد محرک رشد سبب افزایش معنی‌دار غلظت پتاسیم در شرایط بهینه رطوبتی شد و این غلظت را از $1/3$ به $1/57$ درصد رساند. اعمال تنش رطوبتی سبب کاهش غلظت پتاسیم در تمامی تیمارهای محرک رشد نسبت به شرایط بهینه رطوبتی شد و این غلظت‌ها را به زیر حدود بهینه رساند (به‌عنوان مثال از $1/3$ به $0/85$ درصد در تیمار بدون مواد محرک رشد). در شرایط تنش رطوبتی فقط کاربرد اسیدآمین و مصرف تلفیقی مواد محرک رشد تأثیر معنی‌داری برافزایش غلظت پتاسیم نسبت به شاهد داشت (به ترتیب از $0/85$ به $1/18$ و $1/19$) که البته بازهم این غلظت‌ها زیر حدود بهینه بودند. روند مشابهی هم در ایلام و اربیل مشاهده شد با این تفاوت که در تمامی تیمارها غلظت پتاسیم در شرایط معمول و تنش رطوبتی برای تمام مواد محرک رشد فراتر از سه درصد و تقریباً در حد بهینه بود. درمجموع مصرف محرک‌های رشد چه در شرایط آبیاری نرمال و چه در شرایط تنش خشکی سبب بهبود رشد گیاه شد. به دلیل اثرات مثبت این محرک‌های رشد بر بهبود عملکرد گیاه در شرایط نرمال و تنش خشکی مصرف این ترکیبات با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی قابل توصیه است.

تأثیر شرایط سرما بر نیاز غذایی کلزا و پتانسیل تولید

ازجمله تنش‌های غیرزیستی تنش سرما می‌باشد. این عارضه در فصل زمستان و یا اوایل بهار و به‌خصوص در کشت‌های تأخیری ایجاد می‌شود.

بر اساس مطالعات نورقلی‌پور و همکاران (1402) باتوجه‌به خصوصیات اقلیمی مناطق، مواد محرک رشد مختلف، تأثیر متفاوتی بر عملکرد دانه کلزا در مناطق مختلف داشتند، ولی می‌توانند به‌عنوان ترکیباتی برای بهبود رشد گیاه در بازه زمانی آزمایش شده در کشت‌های تأخیری، در نظر

گرفته شوند. باتوجه به هزینه و مقدار کودهای مصرفی، کاربرد اسیدآمین و عصاره جلبک دریایی در شرایط عادی و کشت تأخیری، بیشترین نسبت سود به هزینه را داشت (به ترتیب 15 و 5/3 برای اسیدآمین و 14 و 6 برای جلبک). کاربرد تیمار عصاره جلبک دریایی و اسیدآمین، عملکرد دانه را در کشت تأخیری به ترتیب 25 و 18 درصد نسبت به شاهد بهبود بخشید یا خسارت ناشی از تنش سرما را در بازه زمانی مشخص شده کاهش داد.

توصیه کودی گیاه گلرنگ باتوجه به نتایج آزمون خاک

از میان روش‌های مختلف ارزیابی حاصلخیزی خاک، آزمون خاک سریع، کم‌خرج و دقیق بوده و می‌تواند به موقع انجام شده و پایه و اساس توصیه‌های کودی، قرار گیرد. در جدول (8) حدود بحرانی عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف، بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده در کشور و جمع‌بندی بررسی منابع سایر کشورها ارائه شده است.

جدول 8- حد بحرانی عناصر غذایی (میلی گرم در کیلوگرم) در خاک‌های زیر کشت گلرنگ (بایبوردی و نورقلی پور، 1399)

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

یکی دیگر از روش‌های ارزیابی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه، استفاده از آزمون گیاه می‌باشد. در این روش بخش‌های معینی از گیاه، در زمان معین، نمونه‌برداری شده و پس از خشک کردن و هضم (به روش خشک یا تر) نسبت به اندازه‌گیری عناصر موردنظر در آن اقدام می‌شود. بهترین زمان برای تعیین وضعیت عناصر غذایی در گیاه گلرنگ، برگ‌های جدیداً بالغ شده در قسمت وسط ساقه در مرحله رشد قبل گلدهی می‌باشد (اولین غنچه‌ها قابل مشاهده). می‌توان 40 نمونه برگ برای تجزیه برداشت نمود. در جداول زیر حدود بهینه عناصر غذایی در برگ گلرنگ، ارائه شده است.

جدول 9- حدود بهینه عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف در برگ‌های جدید بالغ شده (اولین غنچه‌ها قابل مشاهده) (بایبوردی و نورقلی پور، 1399)

عناصر پرمصرف (درصد)	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
	2/2- 3	0/15- 0/3	2/2- 2/8

* مقادیر می‌تواند باتوجه به نوع رقم، منطقه (گرمسیر و سردسیر) و مرحله رشد تغییر یابد.

توصیه کودی نیتروژن در گیاه گلرنگ

نیتروژن عموماً محدودکننده‌ترین عنصر برای تولید محصول به شمار می‌رود و به‌عنوان گلوگاه رشد محسوب می‌شود. گلرنگ نیتروژن را بیشتر از هر عنصر دیگری جذب می‌کند. آزمایش‌ها نشان داده است که مصرف نیتروژن باعث افزایش مقدار محصول و مقدار پروتئین دانه می‌شود. گلرنگ در اوایل رشد به کودهای آمونیومی عکس‌العمل مناسبی نشان می‌دهد و در مراحل بعدی با توسعه ریشه کودهای نیتراته برای رشد و توسعه آن مناسب هستند.

اگر مصرف نیتروژن با آب کافی همراه باشد، عملکرد به مقدار زیادی افزایش می‌یابد. ولی همین مقدار نیتروژن در صورت محدود بودن مصرف آب، افزایش کمتری را موجب می‌شود و بالاخره اگر مصرف نیتروژن تغییر نکند، ولی آب مصرفی بسیار کمتر شود، اثر بر روی عملکرد بسیار اندک خواهد بود. افزایش آب مصرفی بدون کود نیتروژن نیز عملکرد را کاهش می‌دهد.

باتوجه به اینکه هدف کشت دانه‌های روغنی مانند گلرنگ، افزایش روغن قابل‌استحصال است، نه پروتئین دانه، بایستی مناسب‌ترین مقدار توصیه نیتروژن برای حداکثر روغن باتوجه به دستورالعمل ارائه‌شده (جدول 10)، مصرف گردد و از مصرف مازاد آن اجتناب گردد.

بر اساس بررسی‌های انجام‌گرفته در مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نیاز غذایی گلرنگ به نیتروژن در مناطق سرد کشور در عملکرد یکسان، بیشتر از مناطق گرم می‌باشد. نیاز غذایی گلرنگ به نیتروژن در مناطق گرم کشور برای هر 100 کیلو دانه 6-10 کیلوگرم نیتروژن می‌باشد. نیاز غذایی گلرنگ به نیتروژن در مناطق سرد کشور برای هر 100 کیلو دانه 6/4-6/6 کیلوگرم نیتروژن می‌باشد (نورقلی‌پور و همکاران، 1396).

مطالعات میدانی انجام‌شده به‌صورت پایلوت‌های تغذیه گیاهی در استان‌های مختلف کشور نشان داد که این گیاه بیشتر از هر عنصر دیگری نیاز به مدیریت مصرف نیتروژن دارد و واکنش کمتری به کاربرد کودهای تکمیلی نشان می‌دهد (نورقلی‌پور و همکاران، 1402).

توصیه کودی فسفر در گیاه گلرنگ

فسفر یکی از عناصر اصلی موردنیاز گیاه است. حداکثر میزان جذب فسفر نسبت به نیتروژن یا پتاسیم کم بوده و برای گلرنگ بهاره بین 40 و 60 کیلوگرم در هکتار (P_2O_5) می‌باشد. درحالی‌که گلرنگ پائیزه مقادیر کمتری فسفر، در حدود 20 تا 30 کیلوگرم در هکتار جذب می‌کند. حداکثر میزان جذب معمولاً در مرحله رسیدن محصولات به‌دست‌آمده است. جذب فسفر در پائیز به یک تا 10 کیلوگرم در هکتار بالغ می‌شود. در مناطق با زمستان ملایم، در سراسر زمستان، فسفر به‌آرامی

جذب می‌شود، اما مقدار آن در اسفند و فروردین ممکن است بسیار متفاوت باشد. میزان جذب در بالاترین مقدار خود، به طور فراوانی نسبت به نیتروژن و پتاسیم کمتر است.

مصرف کود فسفر بایستی به صورت نواری و در مجاورت بذر (بدون تماس با بذر) باشد. تأثیر مقدار فسفر خاک بر میزان واکنش گیاه به روشنی مشخص گردیده است و در مناطقی که مقدار فسفر قابل استخراج به روش اولسن از 15 میلی گرم در کیلوگرم بیشتر باشد، میزان واکنش به کود فسفر کم است. اطلاعات موجود در زمینه مقدار فسفر مورد نیاز برای دستیابی به حداکثر عملکرد یا میزان بهینه آن متفاوت می‌باشد. اگرچه مصرف 30 تا 60 کیلوگرم در هکتار P_2O_5 اغلب رضایت بخش می‌باشد. در خاک‌هایی که از نظر فسفر خیلی فقیر می‌باشند، کاربرد کافی کود فسفر مورد نیاز است تا از درصد روغن و نیز عملکرد رضایت بخش اطمینان حاصل شود. کود فسفر تأثیر کمی بر ترکیب اسیدهای چرب روغن گلرنگ دارد. کود فسفر بر میزان پروتئین گلرنگ کمتر تأثیر می‌گذارد. شواهدی وجود دارد که کود فسفر برخی مواقع می‌تواند بر ترکیبات نیتروژن دار تأثیرگذار باشد. مصرف کود فسفر در شرایط کمبود گوگرد، میزان اسیدهای آمینه آزاد به ویژه پرولین و آرژنین را افزایش می‌دهد. بر اساس تحقیقات انجام گرفته در مؤسسه تحقیقات خاک و آب در منطقه گرم، مقدار مصرف فسفر بیشتر از منطقه سرد می‌باشد (نورقلی پور و همکاران، 1396). در منطقه سرد (از جمله در آذربایجان شرقی) کاربرد 50 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل جوابگوی نیاز گیاه بود، اگرچه مقدار فسفر خاک کمتر از 10 میلی گرم در کیلوگرم یا بیشتر از آن بود. اما، رقم در این مورد تأثیر زیادی داشت. در منطقه گرم (با فسفر بیش از 5 میلی گرم در کیلوگرم) به طور متوسط 100 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل به عنوان توصیه عمومی می‌تواند در نظر گرفته شود، به استثنای زابل که به دلیل کمبود شدید (زیر 5 میلی گرم) کاربرد تا 150 کیلوگرم در هکتار می‌تواند افزایش یابد.

توصیه کودی پتاسیم در گیاه گلرنگ

پتاسیم به عنوان یک عنصر غذایی، نقش مهمی در افزایش عملکرد و کیفیت گلرنگ دارد. گلرنگ در زراعت‌های پر محصول، مقادیر زیادی پتاسیم جذب می‌کند. انتقال پتاسیم به دانه نسبت به کل جذب، بسیار اندک بوده و کود پتاسیم موقعی عملکرد گلرنگ را افزایش می‌دهد که پتاسیم خاک کم باشد و این افزایش در موارد دیگر به ندرت روی می‌دهد. بی شک کمبود شدید پتاسیم اثرات منفی مهمی بر رشد، عملکرد و کیفیت گلرنگ خواهد داشت. نقش پتاسیم در گلرنگ، عمدتاً فعال کردن مقدار زیادی از سیستم‌های آنزیمی می‌باشد. سهم زیادی از پتاسیم

جذب شده به ساقه اختصاص می یابد. میزان پتاسیم ریشه، الگوی متفاوتی داشته و از 2/68 درصد ماده خشک در پائیز به 3/78 درصد در بهار افزایش یافته و سپس کاهش می یابد. میزان پتاسیم دانه نسبت به اندام های رویشی اندک می باشد و طبق گزارش ها در محدوده 0/66 تا 1/34 درصد ماده خشک را شامل می گردد؛ بنابراین نسبت به اندام های دیگر، تغییرات کمتری دارد. بر اساس تحقیقات انجام گرفته در مؤسسه تحقیقات خاک و آب با انتقال از مناطق گرم به مناطق سرد، حداقل پتاسیم لازم برای تولید عملکرد بهینه، افزایش می یابد (نورقلی پور و همکاران، 1396).

جدول 10- توصیه مصرف بهینه کود بر اساس عملکرد مورد انتظار در شرایط آبی (بایبوردی و نورقلی پور، 1399)

عملکرد مورد انتظار (کیلوگرم در هکتار)	نیتروژن خالص توصیه شده (کربن آلی کمتر از 0/8 درصد) (کیلوگرم در هکتار)	فسفر خالص مصرفی (کیلوگرم در هکتار)	پتاسیم خالص مصرفی (کیلوگرم در هکتار)
میزان فسفر قابل جذب در خاک (میلی گرم در کیلوگرم)	میزان پتاسیم قابل جذب در خاک (میلی گرم در کیلوگرم)		
0-5	6-10	11-15	0-100
17	11	10	25
22	12	10	30
22	17	10	35
28	17	11	40
35	25	12	45
40	25	13	50
45	30	14	55
50	30	15	60
56	35	16	65
65	40	18	70
75	40	20	75
500	50		110-200
800	70		20
1200	90		25
1500	100		30
1800	110		35
2100	120		40
2400	130		45
2700	140		50
3000	145		55
3500	150		60
4000	155		60

* مقادیر ارائه شده در جدول برای عنصر خالص است نه کود و مقادیر ارائه شده باتوجه به جدول پیوست یک قابل تبدیل به کودهای مختلف می باشد.

توصیه کودی گوگرد در گیاه گلرنگ

گوگرد برای گلرنگ همانند سایر زراعت های خانواده براسیکا و لگوم یک ماده غذایی مهم بشمار می رود. واکنش مثبت عملکرد به کاربرد گوگرد در بسیاری از کشورها از جمله کانادا، فرانسه و سوئد، گزارش شده است. مقدار گوگرد دانه از 0/36 تا 1/80 درصد ماده خشک در زراعت هایی که گوگرد دریافت کرده اند، تغییر می کند. بر مبنای محاسبه متوسط یک درصد گوگرد در ماده خشک، میزان انتقال گوگرد، 11 کیلوگرم به ازای تولید هر تن دانه با 10 درصد رطوبت می باشد (Dahnke و همکاران، 1990). کود نیتروژن می تواند در واکنش گلرنگ به گوگرد مؤثر باشد. استفاده از نیتروژن بدون گوگرد باعث می شود که گیاه رشد رویشی و گلدهی قابل توجهی داشته

باشد، اما تشکیل دانه کاهش یافته و گلدهی به طور نامحدود تا پائیز ادامه یابد (Dahnke و همکاران، 1990).

رایج ترین نحوه مصرف گوگرد استفاده از آن به صورت سولفات در کودهای مختلف می باشد. در موارد اطمینان از کمبود گوگرد و یا مشکوک بودن به کمبود آن، استفاده از کود سولفات آمونیوم نسبت به نترات آمونیوم یا اوره و استفاده از سوپر فسفات ساده نسبت به سوپر فسفات تریپل یا فسفات آمونیوم و استفاده از سولفات پتاسیم نسبت به کلرید پتاسیم یا سایر مواد گوگرددار، برتری دارد. تمام کودهای فوق حاوی سولفات های قابل حل در آب می باشند که گیاه می تواند به آسانی آن را جذب کند. استفاده از گوگرد عنصری نیز پیش از کشت می تواند در نظر گرفته شود، ولی باتوجه به اینکه فرایند معدنی شدن آن اغلب نسبتاً به کندی صورت می گیرد، استفاده از باکتری های تیوباسیلوس همراه با کاربرد گوگرد جهت تسهیل امر اکسیداسیون آن، توصیه می شود. زمان مصرف گوگرد بایستی مدتی قبل از کشت باشد تا زمان کافی برای اکسیدشدن توسط اکسیدکننده ها را داشته باشد. ضمناً بایستی رطوبت و مواد آلی در حد مناسبی باشد تا فرایند معدنی شدن آن به خوبی صورت گیرد.

توصیه کودی عناصر کم مصرف (بور، آهن، منگنز، مس و روی) در گیاه گلرنگ

محلول پاشی عناصر کم مصرف از طریق افزایش اجزای عملکرد به ویژه تعداد دانه در بوته، سبب افزایش عملکرد دانه گلرنگ می گردد (نادری و همکاران، 1384).

عنصر آهن

عنصر آهن در ساختمان سیتوکروم ها به عنوان ناقل الکترون در فتوسنتز، تنفس و چرخه های اکسیداسیون و احیا و سنتز کلروفیل مورد نیاز گیاهان می باشد. کمبود آهن در زراعت گلرنگ تنها در خاک های به شدت آهکی مورد انتظار می باشد. علائم کمبود آهن همانند سایر محصولات بروز کلروز شدید برگ ها می باشد (سلیمانی و همکاران، 1396). معمولاً محلول پاشی با غلظت چهار در هزار سولفات آهن در هنگامی که بوته ها 30 درصد زمین را پوشانده باشند، انجام می گیرد، اما در موارد کمبود شدید در زراعت های پاییزه، محلول پاشی مجدد در اوایل بهار ممکن است ضروری باشد.

عنصر منگنز

گلرنگ نسبت به کاربرد منگنز در مواردی که قابلیت انحلال آن در خاک اندک بوده و یا انتقال به گیاه، دچار اختلال گردد، واکنش نشان می دهد. گرچه دادن مقادیر زیاد سولفات منگنز به خاک می تواند در کنترل کمبود مؤثر واقع شود؛ ولی محلول پاشی آن کارائی بیشتری دارد. معمولاً

محلول پاشی با غلظت چهار در هزار سولفات منگنز در هنگامی که بوته‌ها 30 درصد زمین را پوشانده باشند، کافی است، اما در موارد کمبود شدید منگنز در زراعت‌های پائیزه، محلول پاشی مجدد در اوایل بهار ممکن است ضروری باشد. در ضمن مصرف خاکی آن به مقدار 30-40 کیلوگرم در هکتار توصیه می‌گردد.

عنصر روی

بوته‌های کامل حاوی 100 میلی‌گرم در کیلوگرم روی هستند که بیشترین مقدار آن در گل‌ها و برگ‌ها است و دانه حاوی 50 میلی‌گرم در کیلوگرم روی می‌باشد. کمبود روی را می‌توان با محلول پاشی سولفات روی با غلظت سه تا چهار در هزار، هنگامی که بوته‌ها 30 درصد سطح زمین را پوشانده‌اند برطرف کرد. در مورد مصرف خاکی نیز کاربرد 40-50 کیلوگرم سولفات روی، هر سه سال یک‌بار کمبود این عنصر را در خاک‌ها برطرف می‌کند (Dahnke و همکاران، 1990). بیشترین میزان جذب و کارایی کود سولفات روی در اوایل دوره رشد گلرنگ می‌باشد (Kamali و همکاران، 2008)؛ اما اضافه نمودن مقدار زیاد سولفات روی به خاک احتمالاً در نتیجه تأثیر منفی آن بر قابلیت جذب سایر عناصر، می‌تواند موجب کاهش عملکرد دانه گردد.

جدول 11- توصیه مصرف عناصر کم‌مصرف روی و منگنز (به‌صورت سولفات) به صورت خاک کاربرد بر اساس عملکرد مورد انتظار (بایبوردی و نورقلی پور، 1399)

عملکرد مورد انتظار (کیلوگرم در هکتار)		کل روی مصرفی (کیلوگرم در هکتار)		کل منگنز مصرفی (کیلوگرم در هکتار)	
		میزان روی قابل جذب در خاک (میلی‌گرم بر کیلوگرم)		میزان منگنز قابل جذب در خاک (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	
0-0/2	0/3 - 0/4	0/5 - 0/8	0-4	5-6	7-8
500	5	3	2	4	3
800	5	3	2	4	3
1200	8	5	3	5	4
1500	10	8	5	5	4
1800	12	10	7	6	5
2100	12	10	8	6	5
2400	15	12	10	7	6
2700	15	12	12	10	7
3000	18	15	13	15	8
3500	20	18	15	18	10
4000	22	20	18	20	15

*نوع منبع کود برای عناصر روی و منگنز سولفات این ترکیبات است

عنصر مس

کمبود مس در گیاه گلرنگ در برگ‌های جوان ظاهر شده و معمولاً رنگ‌پریدگی و لکه‌های سوختگی در بخش‌هایی از برگ از نشانه‌های آن می‌باشد. کمبود مس را می‌توان با محلول‌پاشی سولفات مس با غلظت سه در هزار در مرحله خروج از روزت (ابتدای ساقه‌دهی) برطرف کرد. در صورت کمبود شدید در خاک می‌توان 10-15 کیلوگرم در هکتار سولفات مس قبل از کشت مصرف نمود (بایبوردی و نورقلی پور، 1399). در صورتی که برای کنترل علف‌های هرز از سموم تری فلورالین، متولاکیر، باربان، پروفلورالین و پاراکوات استفاده شده باشد می‌تواند تأمین‌کننده مس گیاه گلرنگ باشد (Bölükbaşı و همکاران، 2023).

کاربرد کودهای آلی در زراعت گلرنگ

بهتر است کود آلی در عمق مؤثر ریشه با خاک کاملاً مخلوط شود (صفاری و همکاران، 1400). مقدار مصرف برای کود گوسفندی 10-25 تن در هکتار، کود مرغی 2 تا 5 تن در هکتار، کود مرغی مایع 20 تا 30 لیتر در هکتار، کود گاوی 10-25 تن در هکتار می‌باشد (مشیری و همکاران، 1400). اگر از کود آلی قبل از کشت استفاده شده است به‌ازای مصرف هر تن کود مرغی از میزان مصرف نیتروژن و فسفر به ترتیب 20 و 10 کیلوگرم و به‌ازای مصرف هر تن کود گاوی یا گوسفندی از میزان مصرف نیتروژن و فسفر به ترتیب 10 و 5 کیلوگرم کم شود. کاربرد کود آلی به‌عنوان یکی از راهکارهای کاهش تنش سرما در گیاه گلرنگ در نظر گرفته می‌شود.

کاربرد کودهای زیستی در زراعت گلرنگ

کودهای زیستی می‌توانند به‌صورت بذر مال در زمان کشت گلرنگ، استفاده گردند.

توصیه کودی گلرنگ در شرایط دیم

در کشت دیم مقدار نیاز کودی باتوجه‌به عملکرد مورد انتظار کم، حدود 40 تا 60 درصد کمتر از کشت آبی است (سلیمانی و همکاران، 1396). در کشت پاییزه مصرف 120 کیلوگرم اوره و 50 کیلوگرم فسفات آمونیوم مناسب است. این کودها در کشت بهاره (در مناطق سرد اواسط اسفند یا اوایل فروردین و در مناطق معتدل سرد اوایل تا اواسط اسفند) (جبّاری و همکاران، 1398) به 80 کیلوگرم اوره و 40 کیلوگرم فسفات آمونیوم تقلیل می‌یابد. میزان کود مصرفی می‌تواند تحت تأثیر بارندگی و نیز وضعیت خاک از نظر وجود این عناصر قرار گیرد. نکته اساسی در مصرف کودهای

نیترژن این است که بذر گلرنگ نباید در تماس با کود باشد، زیرا سطح سبز را بشدت کاهش می‌دهد. مصرف کود سرک اوره به میزان 50 کیلوگرم در هکتار در اوایل بهار برای مناطقی با بارندگی بیش از 400 میلی‌متر و بارندگی‌های مناسب بهاره (100-150 میلی‌متر)، توصیه می‌گردد. میزان بارندگی و نیز دوره رشد در مناطق معتدل گرمسیر، بیشتر بوده و از آنجائی که عملکرد گلرنگ در این مناطق بیشتر است، بالطبع نیاز غذایی آن نیز بیشتر خواهد بود، به همین علت مصرف 140 کیلوگرم اوره و 60 کیلوگرم فسفات آمونیوم در هکتار توصیه می‌شود (جباری و همکاران، 1398). در آزمایش‌های بررسی ارقام، مقدار عملکرد رقم سینا 1347 کیلوگرم در هکتار و برای رقم فرامان 1097 کیلوگرم در هکتار به دست آمد لذا اعداد توصیه‌شده باتوجه‌به نتایج به‌دست‌آمده برای این ارقام است (پورداد 1396؛ الف و ب).

توصیه کودی و سرمازدگی در گلرنگ

مدیریت تغذیه ازجمله عوامل مهم در کاهش خسارت ناشی از سرما محسوب می‌شود. مقدار مصرف کود نیترژن در جلوگیری از خطر سرمازدگی می‌تواند مؤثر باشد. گیاهانی که دارای کمبود نیترژن هستند، اغلب از نظر تاریخ غوزه رفتن تفاوتی با گیاهانی که نیترژن کافی دریافت داشته‌اند، ندارند؛ اما ظاهر گیاه کوچک‌تر و عملکرد آن پایین‌تر می‌باشد. مصرف کود نیترژن موجب افزایش رشد رویشی و شادابی گیاه گردیده، ساقه‌ها آبدار و مستعد سرمازدگی می‌شوند. کاربرد کودهای نیترژنی به‌صورت سرک لازم است در کنار کودهای پتاسیمی باشد، اگرچه پیش از کشت کود پتاسیم مصرف‌شده باشد (به‌ازای هر 50 کیلو اوره مقدار 5 تا 10 کیلو کود پتاسیم محلول به آن اضافه گردد).

جدول 12- دستورالعمل کود دهی گلرنگ برای مقاوم‌سازی و باز توانی گیاه پس از سرمازدگی

درکشت آبی

مرحله رسیدگی	مرحله	گلدھی (آغاز گرده‌افشانی در گل آذین‌های انتهایی ساقه اصلی در ده درصد پونه‌ها آغاز شده)	مشاهده غوزه (نکمه دهی)	روزت	دومین آبیاری و سبز شدن	قبل از کاشت	مراحل فنولوژیکی نوع کود
		10 درصد بیشتر از دستورالعمل*	10 درصد بیشتر از دستورالعمل*		مطابق دستورالعمل		کود نیترژنی
						مطابق دستورالعمل	کود فسفوری
						مطابق دستورالعمل	کود پتاسیمی
		محلول پاشی*	محلول پاشی*		بذر مال - مصرف خاکی		کودهای حاوی عناصر غذایی که مصرف به‌ویژه روی

ادامه جدول 12- دستورالعمل کود دهی گلرنگ برای مقاومسازی و باز توانی گیاه پس از سرمازدگی

در کشت آبی

مراحل فنولوژیکی						نوع کود
مرحله رسیدگی	گلدهی (آغاز گرده افشانی در گل آذین های انتهایی ساقه اصلی در ده درصد پوته ها آغاز شده)	مشاهده غوزه (تکمه دهی)	روزت	دومین آبیاری و سبز شدن	قبل از کاشت	
محلول پاشی *		5 تا 10 کیلوگرم در هکتار کودآبیاری *	5 تا 10 کیلوگرم در هکتار کودآبیاری * یا محلول پاشی *			کودهای قابل حل با پتاسیم بالا
	محلول پاشی *	5 تا 10 کیلوگرم در هکتار کودآبیاری *		کودآبیاری		کودهای قابل حل با فسفر بالا
					توسط دیسک با خاک مخلوط شود	کودهای آلی
					بذر مال	کودهای زیستی
			3 تا 5 لیتر در هکتار کودآبیاری *		بذر مال	اسیدهای هیومیک

توجه: در صورت بروز خسارت سرمازدگی، مواردی که در جدول بالا با ستاره نشان داده شده است برای احیاء محصول پس از مساعد شدن شرایط اقلیمی و شروع رشد گیاه، اولویت دارند. غلظت سولفات عناصر کم مصرف از جمله روی برای محلول پاشی سه تا چهار در هزار، برای ترکیب فسفر و پتاسیم بالا غلظت سه تا پنج در هزار است. در صورتی که قبل از کشت، کودهای پتاس و فسفات مصرف شده است، نیاز به کاربرد کودهای فسفر بالا و پتاسیم بالا نخواهد بود.

برای باز توانی گلرنگ پس از وقوع سرمازدگی بهتر است برای جبران از بین رفتن اندام هوایی گیاه، پس از شروع رشد در اواخر زمستان، نسبت به مصرف نیتروژن، اقدام نمود. در این وضعیت برای جبران خسارت در هر مرحله حدود 10 تا 15 درصد نیتروژن بیشتر توصیه می شود تا حرکت گیاه تسریع گردد. در زمینه انتخاب نوع کود فسفر و پتاسیمی برای سرکدهی حتماً با کارشناس هماهنگ گردد تا کودی که قابلیت حل مناسب داشته باشد برای این مرحله انتخاب گردد.

توصیه کودی گیاه کنجد با توجه به نتایج آزمون خاک

از میان روش های مختلف ارزیابی حاصلخیزی خاک، آزمون خاک سریع، کم خرج و دقیق بوده و می تواند به موقع انجام شده و پایه و اساس توصیه های کودی، قرار گیرد.

همانند دیگر محصولات زراعی، برآورد توصیه کودی کنجد بر اساس آزمون خاک (تجزیه خاک) انجام می شود. حدود بحرانی عناصر فسفر و پتاسیم خاک برای کنجد به ترتیب 15 و 200 میلی گرم در کیلوگرم خاک و میانگین حدود بحرانی عناصر غذایی کم مصرف به طور عمومی مطابق جدول شماره (13) گزارش شده است (زلفی و همکاران، 1399). در مورد نیتروژن

باتوجه به خشک و نیمه خشک بودن اقلیم مناطق اصلی کشت این گیاه در ایران و کم بودن ماده آلی در این خاکها که عمده ترین منبع ذخیره این عنصر است، معمولاً مقدار توصیه این عنصر بر اساس مقدار کربن آلی خاکها است (جدول 16). توصیه های کودی نیتروژن برای این گیاه باتوجه به مطالعات تحقیقاتی انجام شده در استان های عمده کشت، هم از لحاظ مقدار و هم از لحاظ مرحله مصرف، به روز رسانی شده است (نورقلی پور و همکاران، 1392).

جدول 13- حد بحرانی عناصر غذایی (میلی گرم در کیلوگرم) در خاک های زیر کشت کنجد (زلفی و همکاران، 1399)

فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس	بور
15	200	5	0/7	5	0/77	0/7

نمونه برداری گیاه برای اطلاع از وضعیت عناصر غذایی در گیاه کنجد

غلظت بحرانی عناصر غذایی در برگ های گیاهان دانه روغنی در جدول (14) ارائه شده است. در غلظت های کمتر از حدهای ارائه شده در این جدول کمبود عناصر ایجاد خواهد شد. این جدول به صورت عمومی برای گیاهان دانه روغنی ارائه شده و جدول (15) برای دانه و ساقه کنجد به صورت اختصاصی است. مقدار زیادی از پتاسیم در ساقه گیاه قرار داشته و در صورتی که این اجزا از مزرعه خارج شوند نیاز به تجدید در کود دهی های بعدی وجود خواهد داشت. بیشترین مقدار جذب از بین عناصر کم مصرف مربوط به عنصر آهن و پس از آن روی است.

جدول 14- غلظت بحرانی عناصر غذایی در گیاهان دانه روغنی (Havlin و همکاران، 2003)

عناصر پر مصرف	درصد	عناصر کم مصرف	میلی گرم بر کیلوگرم
N	3/5	Cu	5
P	0/3	Zn	20
K	2/5	Fe	50
S	0/5	Mn	30
Ca	0/4	Mo	0/3
Mg	0/2	B	25

* برگ های تازه بالغ شده در مرحله گل کامل (3 تا 4 برگ مانده به گل از انتهای شاخه)

جدول 15- غلظت و جذب عناصر غذایی در دانه و ساقه گیاه کنجد (Aulakh و همکاران، 1985)

قسمت گیاه	غلظت عناصر									
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Mn	Fe
	درصد						میلی گرم در کیلوگرم			
دانه	3/85	0/8	0/52	1/27	0/31	0/36	52	19	15	145
ساقه	0/32	0/3	1/29	0/6	0/31	0/2	29	25	25	162
دانه و ساقه	جذب عناصر									
	کیلوگرم در هکتار						گرم در هکتار			
	62	24	64	45	19	14	202	140	138	952

توصیه مصرف نیتروژن برای گیاه کنجد

واکنش گیاه نسبت به کود نیتروژن تحت تأثیر نوع خاک، رطوبت و تعادل دیگر عناصر غذایی است. مقدار مصرف نیتروژن تابع پتانسیل تولید خاک منطقه و مدیریت زارع است. رابطه مستقیمی بین میزان کربن آلی خاک و میزان مصرف کود نیتروژن وجود دارد. به طوری که با افزایش کربن آلی خاک نیاز به مصرف کود نیتروژن، کاهش می یابد. مقدار زیاد آهک در خاک نیز به دلیل تشدید واکنش های شیمیایی و بیوشیمیایی سبب تبدیل نیتروژن موجود در کودهای شیمیایی به شکل گازهای نیتروژن می شود. انجام این واکنش ها سبب هدر روی نیتروژن به شکل گازهای نیتروژن و خروج آن از محیط خاک شده و سرانجام کارایی کودهای نیتروژن را کاهش می دهد. لازم به ذکر است که آب و هوای گرم سبب افزایش سرعت واکنش های فوق شده و هدررفت نیتروژن را تشدید می نماید. شوری منابع خاک و آب نیز به دلایل متفاوتی مصرف بیشتر کودهای نیتروژن را ضروری می نماید.

باتوجه به گرم و خشک بودن مناطق تحت کشت کنجد، مقدار کربن آلی خاک های این مناطق بسیار کم و به علت معمول نبودن مصرف کودهای دامی در زراعت کنجد، این عامل تأثیر چندانی در نوسان مقدار مصرف نیتروژن ندارد. از دیگر عوامل مؤثر در تعیین مقدار و زمان مصرف نیتروژن در زراعت کنجد، شوری منابع خاک و آب، بافت خاک و مدیریت زارع است.

در صورت استفاده از کودهای آلی پیش از کشت گیاه کنجد به ازای مصرف هر تن کود مرغی از میزان مصرف نیتروژن و فسفر به ترتیب 20 و 10 کیلوگرم و به ازای مصرف هر تن کود گاوی یا گوسفندی پوسیده از میزان مصرف نیتروژن و فسفر به ترتیب 10 و 5 کیلوگرم کم شود.

جدول 16- توصیه کودی نیتروژن (مقدار اوره) گیاه کنجد بر اساس آزمون خاک (زلفی و همکاران، 1399)

نیتروژن	
کربن آلی خاک (درصد)	اوره (کیلوگرم در هکتار)
$< 0/2$	300
0/21- 0/5	200-150
0/51-0/8	150-100
$>0/8$	50

نتایج آزمایش‌ها در بسیاری از مناطق نشان داد که کاربرد نیتروژن در دو یا سه تقسیط تأثیر معنی‌داری در اکثر پارامترهای اندازه‌گیری شده گیاه کنجد نداشت؛ بنابراین می‌توان برای صرفه‌جویی در هزینه‌ها و عملیات کارگری، نیتروژن را در دو تقسیط مصرف کرد (مگر آنکه بافت خاک سبک باشد که در آن صورت مصرف سه تقسیطی توصیه می‌گردد. بافت سبک خاکی است که مقدار درصد شن آن بیشتر باشد). مصرف نیتروژن در هنگام کپسول دهی ممکن است سبب تحریک رشد رویشی و اختلال در فاز زایشی گیاه شود، لذا مصرف آن قبل از این فاز باید اتمام یابد.

توصیه مصرف فسفر برای گیاه کنجد

برای توصیه کودی فسفر از آزمون خاک استفاده می‌شود. کنجد در مراحل اولیه رشد به سرعت این عنصر را جذب می‌نماید، از این رو کود فسفر باید هم‌زمان با کاشت بذر کنجد مصرف شود. کاربرد نواری و در زیر بذر در خاک‌های آهکی بسیار مفید است؛ زیرا سطح تماس کود و خاک را کاسته و سرعت تبدیل فسفر به ترکیبات با حلالیت کم را کاهش می‌دهد؛ در این حالت میزان مصرف را می‌توان تا نصف کاهش داد. در غیر این صورت پخش سطحی و دیسک زدن، بهترین روش مصرف است. منابع کودی که برای فسفر استفاده می‌شود عبارت‌اند از: سوپر فسفات ساده، سوپر فسفات تریپل، مونو آمونیوم فسفات و دی آمونیوم فسفات و از منابع مایع فسفر مانند آمونیوم پلی فسفات یا اسید فسفریک می‌توان در خاک‌های قلیایی با ظرفیت بافری بالا استفاده کرد. در صورتی که در خاک‌های دچار کمبود فسفر در مرحله پیش از کشت کود فسفره مثل سوپر فسفات تریپل مصرف نشده باشد، می‌توان قبل از مرحله گلدهی با استفاده از کودآبیاری یا محلول‌پاشی کود 10-52-10 کمبود را جبران نمود. کمبود فسفر در کنجد توسعه و بلوغ ریشه را به تأخیر می‌اندازد. همچنین تغذیه ضعیف و حتی متوسط فسفر، توانایی محصول را در پاسخ‌دادن به مواد غذایی مانند نیتروژن و گوگرد، کاهش می‌دهد. یکی از راهکارهای مناسب برای کاهش

مصرف کود فسفره علاوه بر روش جایگذاری کود، استفاده از ارقام فسفر کارا است (نورقلی پور و همکاران 1392). برای انجام توصیه کودی فسفر در گیاه کنجد می‌توان از جدول (17) استفاده نمود.

جدول 17- توصیه کودی فسفر برای گیاه کنجد بر اساس آزمون خاک (زلفی و همکاران، 1399)

فسفر خاک	سوپر فسفات تریپل
میلی گرم در کیلوگرم	کیلوگرم در هکتار
< 5	200
5-10	150
11-15	100
> 15	0

توصیه مصرف پتاسیم برای گیاه کنجد

در میان عناصر غذایی، پتاسیم دارای نقش‌های ویژه‌ای است. این عنصر در افزایش مقاومت به خشکی گیاه از طریق تنظیم باز و بسته‌شدن روزنه‌ها و کاهش تعرق مؤثر است. در جدول (18) مقدار پتاسیم قابل توصیه برای گیاه کنجد باتوجه به نتیجه آزمون خاک و براساس مقدار سولفات پتاسیم ارائه شده است. مقدار مصرف کودهای پتاسیمی تحت تأثیر ویژگی‌های خاک ازجمله بافت و ظرفیت تبادل کاتیونی و نیز نوع رقم بوده و تنها براساس آزمون خاک، تعیین می‌شود. در خاک‌های با بافت سبک مقدار مصرف پایه، 20 درصد از مقدار توصیه جدول کاهش یابد و 50 درصد آن از منبع پتاسیم محلول در آب به صورت سرک مصرف شود. در خاک‌های با مقدار رس بیش از 30 درصد، مقدار مصرف 25 درصد افزایش یابد.

جدول 18- توصیه کودی پتاسیم (سولفات پتاسیم) گیاه کنجد بر اساس آزمون خاک (زلفی و همکاران، 1399)

پتاسیم خاک	سولفات پتاسیم
میلی گرم در کیلوگرم	کیلوگرم در هکتار
< 150	200
151-200	150
201-250	50
>250	0

توصیه کاربرد عناصر کم‌مصرف در گیاه کنجد

کمبود عناصر غذایی آهن، روی، منگنز و مس در خاک‌های استان‌های عمده کشت نمایان بوده و مصرف آن‌ها در مزارع به ترتیب اولویت ذکر شده، ضروری است. مقدار مصرف کودهای شیمیایی حاوی عناصر غذایی کم‌مصرف تنها بر پایه آزمون خاک قابل توصیه است.

عنصر آهن

برای عناصر غذایی روی، منگنز و مس، منبع سولفات‌ها مهم‌ترین راهکار تأمین مصرف خاکی است، اما برای رفع کمبود آهن، منبع کلات آن مؤثر است. بایستی دقت نمود که در صورت مصرف خاکی، از کودهای کلات آهن با پایداری کافی در خاک‌ها، مانند کلات دارای بنیان EDDHA استفاده شود. مقدار مصرف عناصر کم‌مصرف بر پایه آزمون خاک برای گیاه کنجد در جدول (19) ارائه شده است. در صورت استفاده از کلات آهن، مصرف دو کیلوگرم در هکتار آن برای کنجد، کفایت می‌نماید. انتخاب ارقام مقاوم در برابر کلروز آهن نیز مؤثر خواهد بود. محلول‌پاشی گیاهان دچار کلروز در دو تا سه نوبت با فاصله 15 روز با محلول چهار در هزار سولفات آهن بسیار مؤثر است؛ یعنی چهار کیلوگرم سولفات آهن (FeSO_4) در 1000 لیتر آب حل شده و سپس استفاده شود. استفاده از غلظت‌های بالاتر، سبب سوختگی برگ‌ها می‌شود.

جدول 19- توصیه کودی عناصر کم‌مصرف برای گیاه کنجد (زلفی و همکاران، 1399)

عنصر غذایی	حد بحرانی (میلی گرم در کیلوگرم)	مقدار مصرف منبع سولفات‌ها عناصر در صورتی که قابلیت استفاده آن‌ها کمتر از حد بحرانی باشد (کیلوگرم در هکتار)	ملاحظات
آهن	4	*	در صورتی که قابلیت استفاده
روی	1	15	عناصر خیلی کمتر از حد بحرانی
منگنز	7	20	نباشد، محلول‌پاشی در 2-3
مس	0/5	7	مرحله و با غلظت میانگین 3 در هزار در رفع نیاز مؤثر است.

* کاربرد خاکی کلات آهن یا محلول‌پاشی سولفات آهن

عنصر روی

در مواردی که کمبود شدید عناصر کم‌مصرف به‌ویژه روی وجود داشته باشد، مصرف خاکی و محلول‌پاشی هر دو باید انجام گیرد. محلول‌پاشی با غلظت سه تا پنج در هزار سولفات روی می‌تواند در مراحل پیدایش گل‌های اولیه و 15 روز بعد طی دو تا سه مرحله انجام گیرد و مصرف خاکی

سولفات روی به میزان 30 کیلوگرم در هکتار است.

عنصر منگنز

اگرچه دادن سولفات منگنز به خاک می‌تواند مؤثر واقع شود؛ ولی محلول‌پاشی آن کارایی بیشتری دارد. محلول‌پاشی سه تا پنج در هزار سولفات منگنز در مرحله‌ای که بوته‌ها 30 درصد زمین را پوشانده باشند، کافی است اما در موارد کمبود شدید منگنز، محلول‌پاشی در مرحله پیدایش گل‌های اولیه ممکن است ضروری باشد.

عنصر مس

دانه کنجد محتوی $4/08 - 1/5$ میلی گرم در 100 گرم عنصر مس می باشد (Wei و همکاران، 2022) و مقدار آن در برگ 2 میلی گرم بر کیلوگرم است (Datti و همکاران، ۲۰۲۰). برای رفع کمبود عنصر مس، می‌توان ترکیباتی نظیر سولفات مس را به صورت محلول‌پاشی با غلظت سه در هزار در مرحله قبل گلدهی در گیاه کنجد استفاده نمود.

توصیه کودی عمومی عناصر کم‌مصرف برای مناطق کشت کنجد در صورتی که آزمون خاک وجود نداشته باشد و منطقه سابقه کمبود را در کشت‌های پیشین نشان داده باشد، کاربرد دو مرحله محلول‌پاشی کود عناصر کم‌مصرف کامل با غلظت سه در هزار است که نخستین مرحله محلول‌پاشی در زمان 6برگی و مرحله دوم قبل از باز شدن گل‌های اولیه است. در مناطق شور از کود کامل میکرو بدون بور استفاده گردد.

قسمت دوم

توصیه‌های کودی منطقه‌ای گیاهان کلزا، گلرنگ و کنجد

در ادامه متن، توصیه‌ها برای هر استان به صورت جداگانه برای دو محصول کلزا و گلرنگ و در برخی استان‌ها برای گیاه کنجد ارائه شده است.

خراسان رضوی

مشخصات محل‌های کشت دانه‌های روغنی در استان خراسان رضوی

در استان خراسان رضوی مناطق کشت دانه‌های روغنی در شهرستان‌های مشهد، قوچان، جوی، جغتای، داورزن، بردسکن، تایباد، تربت‌حیدریه، نیشابور، صالح‌آباد و تربت‌جام قرار دارد. عمده کشت کلزا در هشت منطقه مشهد، جوی، جغتای، بردسکن، تایباد، تربت‌حیدریه، نیشابور و تربت‌جام می‌باشد. مناطق عمده کشت گلرنگ در شهرستان‌های خوشاب، تربت‌حیدریه و قوچان و مناطق عمده کشت کنجد در شهرستان‌های داورزن، جغتای، درگز و صالح‌آباد می‌باشد. در سال‌های اخیر سطح زیر کشت و میانگین عملکرد کلزا در مناطق عمده کشت این محصول به شرح جدول 13 متغیر بوده است. بیشترین رکورد عملکرد کلزا در این سال‌ها در بین مزارع کشاورزان (بدون احتساب کشت و صنعت‌ها) در شهرستان‌های مشهد، تربت‌حیدریه، فریمان و نیشابور به ثبت رسیده است.

جدول 13- مناطق عمده کاشت کلزا در خراسان رضوی (1401)

میانگین عملکرد ($t ha^{-1}$)	سطح زیر کشت (ha)	شهرستان
2/4	400 تا 500	مشهد
3/3	400 تا 500	جوی
2/3	27	جغتای
1/9	326	بردسکن
1/4	99	تایباد
2/6	100	تربت‌حیدریه
2/1	234	نیشابور
2/1	293	تربت‌جام

The figure consists of two maps. The left map shows the administrative divisions of Chaharmahal and Bakhtiari province, with Gachsaran County highlighted in orange. The right map shows the location of the province within Iran, with the province's outline highlighted in gray and its position relative to the Persian Gulf and Caspian Sea indicated.

شکل 1- موقعیت جغرافیایی استان خراسان رضوی در کشور ایران و شهرستان‌های استان خراسان رضوی

نتایج تجزیه نمونه‌های خاک مناطق کشت کلزا، گلرنگ و کنجد در استان خراسان رضوی در قسمت زیر نتایج نمونه‌های خاک تهیه‌شده از مزارع کلزا و کنجد ارائه شده است. این نمونه‌ها به منظور آشنایی از وضعیت عناصر غذایی، وضعیت شوری و آهکی بودن و وضعیت بافت خاک و... ارائه شده است.

جدول 14 - نتایج تجزیه خاک مزارع کلزا در استان خراسان رضوی

بافت	K _(ave)	P _(ave)	N _{Total}	O.C	T.N.V	EC (dS m ⁻¹)	pH	نام کشاورز	منطقه
	mg kg ⁻¹			%					
SiL	315/74	13/4	0/105	1/22	15/5	11/73	7/7	کاشانی	مشهد - رضویه
L	315/74	17/9	0/081	0/95	0/35	10/52	7/8	حسین قربانی	مشهد - بخش مرکزی
SL	270/7	19/2	0/058	0/67	22/3	13/04	7/8	صفورا خزایی	ترتیدر به جلگه رخ
SL	189/02	16/2	0/065	0/71	24/5	3/71	7/9	ارباب سلجوقی	ترتیدر به جلگه رخ
L	159/48	5/3	0/024	0/28	0/18	3/26	0/8	جواد زراعتی	نیشابور
L	589/94	45/5	0/091	1/10	2/18	6/20	7/6	مزرعه هلال احمر راه چمنی	نیشابور
L	204/46	7/3	0/041	0/49	0/16	3/84	0/8	عبدالوهاب عزیزی	تایباد
SL	270/7	5/4	0/028	0/35	17/3	13/21	7/8	جواد شیبانی	تایباد

جدول 15- میانگین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزارع کلزا در استان خراسان رضوی

S.A.R	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	B	Cu	Zn	Mn	Fe	K(ave)	P(ave)	N(Total)	Clay	Silt	Sand	O.C	T.N.V	EC (dS m ⁻¹)	pH	منطقه
meq L ⁻¹			mg kg ⁻¹					%										
5	30	4	1/23	0/64	0/71	5/26	1/03	215	14	0/07	18	42	40	0/71	17	6/56	7/78	مشهد
--	--	--	--	0/51	0/53	3/3	1/24	215	11	0/05	16	31	53	0/57	16	2/11	7/88	جوین
8	79	4	1/02	0/38	0/93	5/5	0/76	314	24	0/08	27	45	28	0/98	20	4/26	7/82	تریت حیدریه
8	20	5	2/46	0/76	0/68	3/69	0/83	250	8	0/06	21	41	37	0/67	16	6/44	7/90	نیشابور
11	35	8	2/72	0/60	1/02	3/25	0/6	106	8	0/03	9	34	57	0/38	18	3/32	8/04	تریت جام
--	--	--	3	0/8	0/56	3	0/9	196	7.6	0/04	23	40	37	0/35	18	7/55	7/8	تایباد
--	--	--	--	0/7	0/44	6/52	5/11	200	11	0/04	Loam			0/36	17	6/55	7/6	گناباد

نتایج تجزیه نمونه‌های آب مناطق کشت در خراسان رضوی

نتایج تجزیه آب آبیاری در بعضی از مناطق کاشت کلزا و سایر دانه‌های روغنی در جدول 16 ارائه شده است.

جدول 16- نتایج تجزیه آب آبیاری مورد استفاده در کشت کلزا در استان خراسان رضوی

S.A.R	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	(Ca+Mg) ²⁺ meq L ⁻¹	(SO ₄) ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	pH	Ec (dS m ⁻¹)	مشخصات
4/3	9/4	4/9	4/8	9/7	4/1	7/8	4/1	7/7	1/69	مشهد - بخش مرکزی - حسین قرایی
8/5	24/3	6/8	9/4	16/2	3/8	26/4	3/8	7/5	3/79	مشهد - رضویه - کاشانی
7/8	12/5	11/7	3/6	15/3	3/8	30/4	3/8	7/9	3/51	تربت حیدریه جلگه رخ - صفورا خزایی - چاه 3 بارانی
7/1	1/8	2	0/6	2/6	4/7	6/4	4/7	8/3	1	تربت حیدریه جلگه رخ - ارباب سلجوقی
4/6	11/7	5	7/6	12/6	4/3	11/5	4/3	7/5	2/14	نیشابور - هلال احمر
5	6/8	1/8	1/9	3/7	5/8	3/8	5/8	8	0/94	نیشابور - جواد زراعتی
12/6	41/4	12/2	9/4	21/6	4/3	40/2	4/3	7/5	5/94	تایباد - جواد شبانی
9/6	14/1	1/7	2/6	4/3	4/3	9/6	4/3	7/3	1/76	تایباد - عبدالوهاب عزیزی
1/7	3/2	--	--	6/6	2/9	3*2	3/9	7/2	1/05	مشهد - طرق

نمای کلی وضعیت خاک استان خراسان رضوی

کربن آلی: خاک‌های این استان با فقر شدید کربن آلی مواجه‌اند. میانگین کربن آلی خاک استان از میانگین کشوری کمتر است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که مقدار کربن آلی در 99 درصد خاک‌های استان کمتر از یک درصد است (68 درصد خاک‌ها کمتر از 0/5 درصد و 31 درصد خاک‌ها بین 0/5 تا 1 درصد کربن آلی دارند). این در حالی است که مقدار کربن آلی در یک خاک متوسط باید دست کم بیش از یک درصد باشد. تنها مناطق محدودی از استان (کمتر از یک درصد خاک‌ها) در اطراف چناران به دلیل وجود دامداری‌ها و مصرف کودهای آلی در این ناحیه بین 1 تا 1/5 درصد کربن آلی دارند.

شوری: به‌غیر از قوچان و درگز در شمال استان، خاک‌های شور تقریباً در بقیه نقاط استان خراسان رضوی پراکنده هستند. نزدیک به 61 درصد از خاک‌های استان کمتر از چهار دسی‌زیمنس بر متر، 16 درصد از خاک‌ها دارای شوری چهارتا شش دسی‌زیمنس بر متر، 12

درصد از خاک‌ها دارای شوری شش تا 10 و 12 درصد هم دارای شوری بیش از 10 دسی‌زیمنس بر متر دارند.

آهک: مقدار آهک (کربنات کلسیم معادل) در خاک‌های استان از حدود 3 تا 40 درصد متغیر بوده و میانگین آن 18 درصد است. در سه درصد از خاک‌ها، مقدار آهک کمتر از 10 درصد است. مقدار آهک در 73 درصد خاک‌های استان بین 10 تا 20 درصد و در 21 درصد از خاک‌ها بین 20 تا 30 درصد می‌باشد. سه درصد از خاک‌ها نیز بیش از 30 درصد آهک دارند. کمترین میزان کربنات کلسیم خاک در کلات و درگز و بیشترین آن در مشهد مشاهده شد.

واکنش خاک: حدود 96 درصد از خاک‌های استان pH بین 7/5 تا 8/5 دارند. pH در یک درصد از خاک‌ها 7 تا 7/5 و در سه درصد از خاک‌های استان بیش از 8/5 است. بر این اساس، میانگین pH خاک در کل اراضی کشاورزی استان 7/9 برآورد شده است.

بافت خاک: در بین کلاس‌های بافتی خاک، بافت لوم در خاک‌های کشاورزی این استان غالب است. خاک اغلب مناطق استان کمتر از 20 درصد رس دارد (66 درصد خاک مناطق مورد بررسی) که حاکی از توان ضعیف این خاک‌ها در حفظ و تأمین عناصر غذایی برای گیاه است. خاک‌های قسمت‌هایی از مناطق جویین، اطراف چناران، تایباد، فریمان، تربت‌جام و نیشابور کمتر از 10 درصد رس دارند. میانگین مقدار رس خاک در کل اراضی کشاورزی استان حدود 18 درصد برآورد شده است.

خاک اغلب مناطق استان بین 30 تا 45 درصد سیلت دارد. این در حالی است که خاک‌های مناطقی در شمال استان نظیر کلات، قوچان، درگز، مشهد، چناران همچنین کاشمر و باختر در مناطق مرکزی و جنوبی بیش از 45 درصد سیلت دارند. میانگین مقدار سیلت خاک در اراضی کشاورزی نمونه‌برداری شده استان حدود 38 درصد برآورد شده است. نیمی از خاک‌های مناطق نمونه‌برداری شده استان بیش از 40 درصد شن دارد. این خاک‌ها بیشتر در شرق، غرب و جنوب استان قرار دارند. مناطق شمالی استان نظیر کلات، درگز، قوچان، چناران و مشهد غال با کمتر از 40 درصد شن دارند. میانگین مقدار شن خاک در اراضی کشاورزی نمونه‌برداری شده استان حدود 43/6 درصد برآورد شده است.

فسفر: 94 درصد خاک‌های مورد بررسی در خراسان رضوی کمتر از 15 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک فسفر دارند و به درجات مختلف نیازمند مصرف کود فسفر هستند. فسفر قابل جذب در 3/5 درصد خاک‌ها بین 15 تا 25 و در 2/1 درصد خاک‌ها بیش از 25 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک است. میانگین فسفر قابل‌استفاده خاک در کل اراضی کشاورزی استان حدود 8/1 میلی‌گرم

در کیلوگرم برآورد شده است. به غیر از بخش‌هایی از تایباد، باخزر و چناران خاک‌های با فسفر پایین تقریباً در همه نقاط استان خراسان رضوی پراکنده هستند.

پتاسیم: 54 درصد خاک‌های بررسی شده در خراسان رضوی دارای پتاسیم قابل جذب کمتر از 250 میلی گرم بر کیلوگرم بوده و به درجات مختلف نیازمند مصرف کود پتاس می‌باشند. در 31 درصد خاک‌ها مقدار پتاسیم قابل جذب 250 تا 300 و در 14 درصد خاک‌ها بیش از 300 می‌باشد. به طور کلی، خاک مناطق شرق و جنوبی استان همچنین کلات و اطراف مشهد از مناطقی هستند که کمترین مقدار پتاسیم را دارند.

خلاصه محدودیت‌های خاک مناطق اقلیمی مختلف استان در جدول 17 ارائه شده است.

جدول 17- خلاصه محدودیت‌های خاکی در مناطق اقلیمی مختلف استان

نوع اقلیم	شهرستان (ها)	محدودیت‌های خاک
بسیار سرد	-جلگه رخ	1- فقر کربن آلی خاک
	-کدکن	2- بافت سبک به صورت موضعی
	-سر ولایت نیشابور	3- کمبود فسفر پتاسیم
سرد	-قوچان	1- به جز مناطقی از چناران (به علت کثرت دامداری‌ها) بقیه دچار فقر کربن آلی خاک
	-فریمان	2- به جز قوچان، شوری متوسط در سایر شهرستان‌ها. 3- آهک زیاد در بخش‌هایی از مشهد و چناران 4- فقر فسفر و پتاسیم به جز بخش‌هایی از چناران 5- غالب بودن درصد سیلت در بافت خاک و فرسایش پذیری بالا و نفوذپذیری ضعیف؛ و مستعد سله بندی
	-چناران	
	-مشهد (مرکزی و احمدآباد)	
	-نیشابور (سایر)	
معتدل سرد	- تربت حیدریه (سایر)	
	- تربت جام، تربت حیدریه (مرکزی)، نیشابور (مرکزی)	1- فقر کربن آلی خاک
		2- به جز درگز و بخش‌هایی از کلات، شوری متوسط تا نسبت زیاد
	-مشهد (سایر)، فیروزه، جوین، جغتای، خوشاب، سبزوار، کلات، صالح آباد، رشتخوار (مرکزی)	3- آهک زیاد در مناطقی از مشهد
	-درگز (درونگر و میانکوه)	4- غالب بودن درصد سیلت در بافت خاک و فرسایش پذیری بالا و نفوذپذیری ضعیف؛ و مستعد سله بندی
معتدل گرم	-بردسکن، رشتخوار (جنگل)، خواف، تایباد، سرخس، سبزوار، گناباد، داورزن	5- فقر فسفر و پتاسیم
		1- فقر ماده آلی خاک
		2- به جز درگز، شوری زیاد خاک و شور و سدیمی بودن خاک
		3- به جز بخش‌هایی از تایباد، فقر فسفر خاک
	درگز (سایر)	4- فقر پتاسیم

توصیه کودی گیاه کلزا در استان خراسان رضوی

جدول 18- توصیه کودی عمومی کلزا در استان خراسان رضوی

زمان مصرف کود (کیلوگرم - لیتر / هکتار)					طرز تهیه بذرمال برای 100 کیلو بذر کلزا
اواخر غنچه‌دهی تا ابتدای گلدهی	خروج از روزت	4 تا 6 برگی	آب اول بعد از خاک آب (قبل از سبز شدن یا اوایل سبز شدن)	کود پایه بلافاصله قبل از کاشت یا هم‌زمان با کاشت	
کودآبیاری: 50 کیلوگرم سولفات آمونیوم + 125 کودآبیاری: 125 کیلوگرم اوره + 7 کیلوگرم سولوفتاس 4 لیتر گوگرد مایع	کودآبیاری: 50 کیلوگرم سولفات آمونیوم + 125 کیلوگرم اوره + 7 کیلوگرم سولوفتاس 4 لیتر گوگرد مایع	کودآبیاری: 5 کیلوگرم اسید بوریک + 3 لیتر اسید هیومیک + 4 لیتر گوگرد مایع	کودآبیاری: 50 کیلو سولفات آمونیوم + 75 کیلو اوره + 3 لیتر اسید هیومیک + 5 کیلوگرم سولفات روی	سوپر فسفات تریپل 150-100 کیلوگرم + سولفات پتاسیم 150-100 کیلوگرم	1 لیتر اسید هیومیک 200+ گرم سولفات روی پودری + 1 لیتر آب
محلول‌پاشی: 1 لیتر اسیدآمین مایع	محلول‌پاشی: 1/5 کیلوگرم کود کامل میکرو + 1 لیتر در هکتار اسیدآمین مایع	-	-	-	

ملاحظات: توصیه کودی فوق برای عملکرد سه تن در هکتار و عدم محدودیت آبیاری و رعایت سایر نکات مدیریتی در مزرعه اعم از انتخاب رقم مناسب، تهیه بستر مناسب، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز می‌باشد.

یادآوری‌ها

- 1- برای بذر مال کردن بذور، کیسه بذر را روی یک پلاستیک بزرگ خالی کنید و مقدار مناسب از بذر مال تهیه‌شده با دستور جدول را داخل سم‌پاش کوچک یا افشانه‌های دستی بریزید و به آرامی روی بذور اسپری کنید و بذور را هم بزنید تا یک‌لایه نازک از بذر مال روی آن‌ها را بپوشاند. سپس بذور را روی پلاستیک در سایه پهن کنید و یکتا 2 ساعت صبر کنید تا هوا خشک‌شده و مناسب انتقال به بذرکار شوند. سپس برای کشت اقدام کنید.
- 2- برای کودآبیاری در سیستم قطره‌ای زمان شروع تزریق تانک کود در 80 درصد میانی زمان آبیاری می‌باشد و تا یک ساعت قبل از پایان آبیاری باید پایان یابد.
- 3- برای کودآبیاری در سیستم بارانی نیز تزریق تانک کود در تمام 80 درصد میانی زمان آبیاری می‌باشد (10 درصد زمان در اول آبیاری و 10 درصد زمان در آخر آبیاری، آب بدون کود باشد).

5- کودآبیاری مزارع در سیستم نشتی (جوی و پشته) با استفاده از بشکه شیردار انجام می‌شود. زمان باز کردن شیر بشکه در یک‌سوم پایانی زمان آبیاری کرت موردنظر می‌باشد.

توصیه کودی گیاه گلرنگ (آبی) در استان خراسان رضوی

کشت گیاه گلرنگ در مناطق سردسیر به‌صورت بهاره در اوایل اردیبهشت و در مناطق گرمسیر به‌صورت پائیزه در مهر یا آبان می‌باشد. قبل از کشت از بذر مال با فرمول 1 لیتر اسید هیومیک + 200 گرم سولفات روی پودری + 1 لیتر آب برای هر 100 کیلوگرم بذر استفاده گردد. برای مزارع با میانگین عملکرد 1500 تا 2000 کیلوگرم در هکتار توصیه کودی ذیل پیشنهاد می‌شود:

• مصرف کود اوره

- 1- در مرحله استقرار 40 کیلوگرم در هکتار + 40 کیلوگرم در هکتار سولفات آمونیوم
- 2- روزت و ابتدای ساقه‌دهی 50 کیلوگرم در هکتار در اقلیم سرد؛ 75 کیلوگرم در هکتار اقلیم گرم
- 3- اواسط ساقه‌دهی 70 کیلوگرم در هکتار در اقلیم سرد؛ 40 کیلوگرم در هکتار اقلیم گرم
- 3- شروع گلدهی 80 کیلوگرم در هکتار در اقلیم سرد؛ 40 کیلوگرم در هکتار اقلیم گرم

- مصرف کود سوپر فسفات تریپل: 75 کیلوگرم در هکتار همراه با کشت و به‌صورت نواری یا 100 کیلوگرم به‌صورت پخش سطحی
- مصرف کود سولفات پتاسیم: 100 کیلوگرم در هکتار همراه با کشت و به‌صورت نواری یا 125 کیلوگرم به‌صورت پخش سطحی
- کودآبیاری اوره فسفات پنج کیلوگرم در هکتار در هر یک از مراحل استقرار، خروج از روزت یا ابتدای ساقه‌دهی، قبل گل‌دهی
- کودآبیاری سولوپتاس پنج کیلوگرم در هکتار در هر یک از مراحل ابتدای ساقه‌دهی و قبل گلدهی
- کودآبیاری اسید هیومیک مایع، چهار لیتر در هکتار در هر یک از مراحل استقرار، ابتدای ساقه‌دهی و قبل گلدهی
- قبل از ساقه‌دهی، محلول‌پاشی 1/5 لیتر در هکتار کود کامل عناصر غذایی کم مصرف به همراه دو لیتر اسیدآمینو مایع در یک تانکر با حجم آب 300 لیتر در هر هکتار

جدول 19- توصیه کودی عمومی گیاه کنجد در استان خراسان رضوی

زمان مصرف کود (کیلوگرم - لیتر / هکتار)					نوع کود	روش مصرف
اواسط گلدهی	ابتدای گلدهی	6 تا 8 برگی	همراه با آب دوم	همراه با کشت (با کودکار)		
-	-	-	-	100	سوپر فسفات تریپل	کودکار
-	-	-	-	50	سولفات پتاسیم	
-	50	50	50	-	اوره	کودآبیاری
-	-	25	25	-	سولفات آمونیوم	
-	5	-	5	-	فسفر ویژه کودآبیاری	
5	5	-	-	-	سولوپتاس / کلرور پتاسیم	
-	10	10	10	-	کود آلی مایع	
-	-	-	5	-	سولفات روی	
-	-	4	4	-	اسید هیومیک مایع	
-	-	1/5	-	-	کود کامل میکرو	محلول پاشی
-	-	2	-	-	اسیدآمینو مایع	

ملاحظات: قبل از کشت از بذر مال با فرمول 1 لیتر اسید هیومیک + 200 گرم سولفات روی پودری + 1 لیتر آب برای هر 100 کیلوگرم بذر استفاده گردد. برای پخش سطحی مقدار کود سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم در پیش کشت به ترتیب به 125 و 75 کیلوگرم در هکتار افزایش یابد.

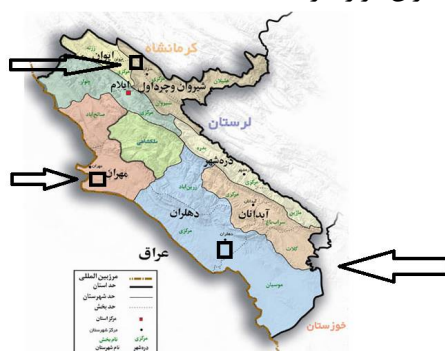
استان ایلام

مشخصات محل‌های کشت دانه‌های روغنی در استان ایلام

به‌طور کلی کلزا در ایلام به‌صورت آبی کشت می‌شود، اما در سطح کم و در شمال استان کشت دیم کلزا نیز انجام می‌شود. بر اساس آمارنامه سال زراعی 1401-1402 سطح زیر کشت کلزای آبی در استان ایلام 8785 هکتار و متوسط عملکرد در شرایط آبی 1671 کیلوگرم در هکتار بود (آمارنامه کشاورزی، 1402). سطح زیر کشت دیم نیز 20 هکتار با عملکرد 700 کیلوگرم در هکتار بود. از آنجا که کلزا دارای تیپ رشد پاییزه، بهاره و بینابینی است، کشت آن در اقلیم‌های مختلف استان ایلام قابل انجام است. مقدار کود موردنیاز کلزا به عوامل زیر بستگی دارد:

- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک
- اقلیم
- عملکرد مورد انتظار
- مدیریت مزرعه

در استان ایلام مناطق کشت دانه‌های روغنی در شهرستان‌های دهلران، مهران و چرداول قرار دارد. عمده کشت کلزا در شهرستان‌های دهلران، مهران و چرداول و مناطق عمده کشت گلرنگ در شهرستان‌های چرداول و دهلران قرار دارد.



شکل 2- موقعیت شهرستان‌های استان ایلام

در منطقه دهلران به‌عنوان منطقه‌ای با اقلیم گرم، کلزا جزء گیاهانی است که در الگوی کشت معرفی شده توسط وزارت جهاد کشاورزی قرار دارد. در سال زراعی 1401-1402، سطح 8785 هکتار از اراضی استان ایلام به کشت کلزا اختصاص یافت. متوسط عملکرد در شرایط آبی 1671 کیلوگرم در هکتار بود. سطح زیر کشت دیم نیز 20 هکتار با عملکرد 700 کیلوگرم در هکتار بود.

در سال‌های گذشته یکی از عوامل مهم کاهش سطح کشت کلزا، گسترش گل جالیز است که باعث خسارت به مزارع می‌گردد.

منطقه مهران، اقلیم گرم و معتدل داشته و در سال زراعی 1401-1402، 1025 هکتار زیر کشت کلزای آبی با میانگین عملکرد 2500 کیلوگرم در هکتار داشت. کشت دیم کلزا در منطقه مهران و دهلران انجام نمی‌شود. در منطقه چرداول، با اقلیم معتدل در سال زراعی 1401-1402، 455 هکتار زیر کشت کلزای آبی با میانگین عملکرد 2600 کیلوگرم در هکتار و حدود 20 هکتار کلزای دیم با متوسط عملکرد 700 کیلوگرم در هکتار کشت شد.

در این استان، مناطق عمده کشت گلرنگ در دو منطقه دهلران و چرداول است. سطح زیر کشت گلرنگ در سال زراعی 1401-1402، 145 هکتار آبی و 31 هکتار دیم بود. میانگین عملکرد آبی و دیم گلرنگ در استان ایلام به ترتیب 810 و 431 کیلوگرم در هکتار بود (آمارنامه کشاورزی سال 1402). به‌طور کلی مناطق شمالی استان از جمله منطقه چرداول در اقلیم معتدل و مناطق جنوبی استان از جمله مهران و دهلران در اقلیم گرم قرار دارند.

نتایج نمونه‌های خاک مناطق کشت کلزا و گلرنگ در استان ایلام

در حالت کلی در مزارع کلزا، اسیدیته کمی بیشتر از حالت خنثی بوده و شوری خاک کمتر از چهار دسی‌زیمنس بر متر است. این دو ویژگی از خاک برای کشت کلزا محدودکننده نیست. هر چند در برخی از مناطق جنوب غربی استان، شوری بالاتر خاک و اراضی دارای مشکل شور-سدیمی هم قابل مشاهده است. ماده آلی در جنوب استان در حدود یک درصد و کمتر از آن و در شمال استان بیشتر از یک درصد است. آهک خاک در جنوب استان در حدود 20% و در شمال استان مقادیر آهک بیشتر از 20% هم به‌وفور یافت می‌شود. فسفر قابل جذب خاک و عناصر کم‌مصرف به‌ویژه آهن و روی در مناطق جنوبی استان کمتر از مناطق شمال استان است (جدول 20). این وضعیت در مزارع گلرنگ نیز مشاهده می‌گردد.

جدول 20- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزارع کلزا در استان ایلام

منطقه	pH	EC dS m ⁻¹	SP	T.N.V	OC	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	بافت
				%					mg kg ⁻¹			
دهلران	7/71	1/62	42	19/6	0/61	8/31	238	8/74	0/74	10/1	0/85	SL
مهران	7/35	1/46	47	16/3	0/48	6/93	209	6/43	0/61	7/30	0/81	SL
چرداول	7/41	0/76	44	29/2	0/91	10/08	326	7/14	1/05	8/65	1/14	SCL

جدول 21- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزارع گلرنگ در استان ایلام

منطقه	pH	EC dSm ⁻¹	SP	T.N.V %	OC	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	بافت
mg kg ⁻¹												
دهلران	7/41	1/56	40	24/3	0/60	8/25	268	6/31	0/75	8/85	1/12	Loam
چرداول	7/23	0/76	44	19/2	0/88	9/08	326	7/14	1/05	8/65	1/14	Silty Clay Loam

نتایج نمونه‌های آب مناطق کشت کلزا در استان ایلام

شوری آب به‌جز در بخش‌هایی از جنوب استان در جنوب غربی دهلران مناطقی از جمله برتش، عامل محدودکننده برای کشت کلزا نیست.

جدول 22- نتایج تجزیه آب آبیاری مورد استفاده در کشت کلزا در استان ایلام

منطقه	EC dS m ⁻¹	pH	SAR	CO ₃ ⁻²	H CO ₃ ⁻¹	Cl ⁻¹	SO ₄ ⁼	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
						Meq L ⁻¹				
دهلران	0/60	7/5	0/94	0/5	2/1	0/7	1/8	4/12	1/9	
مهران	0/45	7/45	0/89	1/0	1/9	0/6	1/7	3/02	1/55	
چرداول	0/23	7/21	0/61	0	0/85	0/3	0/85	1/51	0/75	

نتایج نمونه‌های گیاهی

جدول 23- وضعیت غلظت عناصر در اندام هوایی کلزا در استان ایلام (نمونه کل گیاه کف بر قبیل از گلدهی)

منطقه	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس
%				mg kg ⁻¹			
دهلران	2/89	0/29	2/94	202	30/1	70/2	4/27
	3/41	0/33	2/82	215	37/2	75/3	5/32
مهران	2/73	0/28	2/67	196	35/3	56/2	4/56
	3/21	0/34	2/91	228	39/2	62/3	4/69
دره شهر	3/06	0/31	2/70	206	30/1	54/4	3/89
	3/43	0/36	2/94	232	34/3	60/6	4/23

توصیه کودی گیاه کلزا و گلرنگ در استان ایلام

مدیریت کود نیتروژن در کشت کلزای ایلام

درصد کربن آلی یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های هر خاک زراعی برای کشت محسوب می‌گردد. باتوجه به نتایج آزمایشگاهی متعدد از مناطق مختلف استان ایلام، مقدار کربن آلی در عمق سطحی

خاک‌ها بین 0/2 تا 2/2 درصد متغیر است. مقادیر حداقل، در جنوب غربی استان و حداکثر آن در شمال استان اندازه‌گیری شده است. مقادیر توصیه‌شده کود نیتروژن با تقسیط در مراحل کشت، اوایل ساقه رفتن و قبل از گلدهی بکار برده شوند. بدیهی است که ویژگی‌های خاک مانند بافت خاک، منابع استفاده از نیتروژن و اقلیم هر منطقه و همچنین عملکرد مورد انتظار، سبب تغییراتی در مقدار کود توصیه‌شده خواهد شد. همواره استفاده از تنوعی از کودهای دارای نیتروژن اثر بیشتری بر افزایش عملکرد کلزا داشته است. در شرایط شور، کارایی کود اوره کاهش‌یافته و بهتر است از منابع نیترا ته یا سولفات ه استفاده نمود. همچنین انتظار عملکرد و پتانسیل آن در هر مزرعه به‌ویژه باتوجه به شرایط مدیریتی حاکم بر مزرعه (مانند دسترسی به آب و نوع سامانه آبیاری) در توصیه کودی اثرگذار است.

جدول 24- توصیه کاربرد نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار) در زراعت کلزا در شرایط آبی برای استان ایلام باتوجه به وضعیت کلی ماده آلی و اقلیم (در صورت استفاده از کود اوره باتوجه به 46% نیتروژن خالص، اعداد جدول در 2/17 ضرب می‌شوند)

عملکرد مورد انتظار (کیلوگرم در هکتار)	مناطق شمالی استان	مناطق جنوبی استان
1500	100	130
2000	110	140
2500	120	150
3000	130	160
3500	140	170
4000 و بیشتر	150	180

فسفر

نتایج آزمایش‌های مختلف در استان ایلام نشان داد که بیش از 60 درصد اراضی قابل کشت در جنوب استان نیاز به مصرف فسفر برای رسیدن به عملکرد بالاتر دارند. البته فسفر قابل استفاده به فاصله کمی از منبع کودی به صورت پخشیدگی تحرک جزئی دارد؛ بنابراین، کودهای فسفوری باید به فاصله پنج سانتی‌متر از بذر به‌ویژه در زیر بذر و به صورت نواری استفاده شود. هرچند نیاز خالص کلزا به فسفر تنها حدود 15 تا 20 کیلوگرم در هکتار است، اما باتوجه به غلظت فسفر در خاک و پایین بودن قابلیت استفاده کودها به‌ویژه در خاک‌های آهکی استان، باید 100 کیلوگرم در هکتار

سوپر فسفات تریپل (برای خاکی با حدود 15 درصد آهک و غلظت فسفر کمتر از 8 میلی گرم در کیلوگرم) یا مقادیر بیشتر، از منابع سوپر فسفات ساده و فسفات آمونیوم مصرف نمود. مصرف ترکیبی کودهای دارای فسفر، همواره بهتر از یک نوع کود است. در صورتی که علائم کمبود فسفر مانند رشد کند کلزا و کوتاه ماندن گیاهچه ایجاد شد، بایستی نسبت به کاربرد کودهای قابل حل با فسفر بالا مانند 10-52-10 با روش کودآبیاری (در دو مرحله در زمان 4-5 برگی و مرحله خروج از روزت) به میزان 10 کیلوگرم در هکتار در هر مرحله یا محلول پاشی (در دو مرحله با غلظت 4 در هزار در زمان خروج از روزت و قبل از گلدهی) اقدام نمود.

جدول 25- توصیه کود فسفوری موردنیاز کلزا در شرایط آبی در استان ایلام (کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار)

فسفر قابل استفاده خاک به روش اولسن (mg kg^{-1})				عملکرد مورد انتظار (کیلوگرم در هکتار)
11-15	7-11	3-7	1-3	
0	0	50-100	90-120	1000
0	30-70	70-120	110-140	1400
0	50-90	90-140	140-170	1800
0-50	70-110	110-170	170-200	2200
50-90	90-140	140-200	200-220	2600
70-110	110-170	170-220	220-240	3000
90-140	140-200	200-240	240-260	>3400

پتاسیم

در مناطق جنوبی استان ایلام، خاک‌های با درصد شن زیاد وجود دارند که کمبود پتاسیم در آن‌ها مشهود است. بلافاصله پس از خروج گیاهچه بایستی پتاسیم به اندازه کافی در محیط ریشه باشد تا گیاهچه با کمک پتاسیم بتواند بر تنش‌های محیطی از جمله تفاوت بین درجه حرارت شب و روز غلبه کرده و روابط آبی خود را نیز تنظیم نماید؛ بنابراین، مصرف پتاسیم هم‌زمان با کشت توصیه می‌شود. منبع سولفات پتاسیم به دلیل تأمین گوگرد و به مقدار 100 کیلوگرم در هکتار برای خاکی با بافت لوم و پیش‌بینی بیش از سه تن در هکتار توصیه می‌گردد. توجه به مقدار و نوع رس بر توصیه مقدار کود پتاسیمی بسیار اثرگذار است. در زمان رشد سریع در اوایل ساقه روی و همچنین در مرحله گلدهی نیاز کلزا به پتاسیم دوباره افزایشی شده و بایستی از کودهای

پتاسیم بالا همچون 36-12-12 همراه با آب آبیاری (در دو مرحله و در هر مرحله 10 کیلوگرم در هکتار) استفاده نمود.

گوگرد

گوگرد جزئی از اسیدهای آمینه بوده و علائم کمبود آن مشابه نیتروژن بوده؛ اما برعکس نیتروژن، زردی و رنگ‌پریدگی ابتدا در برگ‌های جوان و سپس در کل گیاه ظاهر می‌گردد. همچنین کوچک ماندن، فنجانی شدن برگ‌ها و درنهایت تعداد دانه کمتر در غلاف از دیگر علائم کمبود گوگرد می‌باشد. شکل گوگرد عنصری، باید توسط باکتری‌های تیوباسیلوس به‌مرورزمان به شکل سولفات درآید تا قابل‌استفاده گیاه گردد و در صورت بروز علائم کمبود، این شکل از گوگرد نمی‌تواند به‌سرعت نیاز گیاه را تأمین کند. توصیه عمومی این کود حدود 200 کیلوگرم همراه با باکتری تیوباسیلوس است. نکته مهم در مصرف کودهای گوگردی، حفظ توازن بین نسبت نیتروژن به گوگرد و گوگرد به منیزیم برای توازن تغذیه‌ای و افزایش عملکرد و درصد روغن دانه می‌باشد. مصرف کودهایی مانند سولفات آمونیوم، سولفات پتاسیم، سولفات روی و سولفات منگنز در هنگام کاشت می‌تواند بخشی از نیاز گوگردی گیاه کلزا را تأمین کند. به‌عنوان مثال می‌توان از کود سولفات آمونیوم به‌عنوان منبع نیتروژن استفاده نمود.

کودهای کم‌مصرف

در حالت کلی، عناصر کم‌مصرفی مانند روی، آهن، منگنز، مس و بور برای فعالیتهای آنزیمی و هورمون‌ها لازم بوده و برخی از آنها از جمله روی و بور برای تشکیل دانه ضروری هستند. در صورت کمبود روی، آهن و منگنز، محلول‌پاشی این عناصر با غلظت سه تا پنج در هزار پس از ظهور کامل برگ‌ها و ایجاد سطح سبز تا قبل از گلدهی به‌دفعات منظم و بافاصله حداقل دوهفته‌ای انجام شود. در مورد سولفات روی می‌توان 30 کیلوگرم در هکتار به‌صورت خاکی و نواری قبل از کشت مصرف نمود. همچنین در شرایط کمبود آهن در خاک، کلات آهن (3 تا 5 کیلوگرم در هکتار) مورد‌استفاده قرار می‌گیرد. کودهای دارای عنصر بور به‌صورت نواری مصرف نمی‌گردند و تنها در صورت کمبود آن، به‌صورت پخش سطحی از منبع اسید بوریک به میزان 10 تا 15 کیلوگرم در هکتار (در شرایط آب‌و‌خاک غیر شور) می‌توان مصرف نمود. در آب‌و‌خاک شور به دلیل فراوانی بور، کود حاوی آن مصرف نمی‌گردد.

جدول 26- توصیه کاربرد پتاسیم خالص (کیلوگرم در هکتار) در زراعت کلزا در شرایط آبی برای**استان ایلام باتوجه به وضعیت خاک و اقلیم**

عملکرد مورد انتظار (کیلوگرم در هکتار)	مناطق شمالی استان	مناطق جنوبی استان
1500	0	20
2000	25	30
2500	35	40
3000	40	50
3500	45	60
4000 و بیشتر	50	70

توصیه کودی گیاه گلرنگ در استان ایلام

توصیه‌های ارائه شده با وضعیت قابل جذب عناصر در خاک، آب در دسترس و عملکرد مورد انتظار تغییر می‌کند. در مصرف کودهای دارای نیتروژن، به دلیل صدمه ناشی از آزادسازی گاز آمونیاک، بذر گلرنگ نباید در تماس مستقیم با کود قرار بگیرد. در مصرف پایه، نیتروژن کاربردی باید به صورت جایگذاری عمقی در زیر بستر بذر باشد. در شرایطی که دستگاه مورد نظر در دسترس نباشد نیتروژن کاربردی بر اساس مراحل رشد گیاه مصرف شده و در شرایط عمومی به صورت تقسیط در مراحل پایه، خروج از روزت و قبل از گلدهی خواهد بود. کود سرک نیز باید در شرایط رطوبت مناسب مصرف شود. کاربرد فسفر باتوجه به نتیجه آزمون خاک انجام خواهد شد و حدود 60 درصد از اراضی استان ایلام نیاز به مصرف کود فسفات دارند. حد بحرانی پتاسیم حدود 220 میلی گرم در کیلوگرم خاک بوده و در خاک‌هایی با مقدار پتاسیم کمتر از این مقدار مصرف پتاسیم توصیه می‌شود. در صورت کمبود شدید پتاسیم، باید مصرف کودهای پتاسیمی هم به صورت پایه و هم سرک (با کودهای قابل حل با پتاسیم بالا) باشد. همچنین مصرف 200 کیلوگرم گوگرد در هکتار همراه با تیوباسیلوس به گیاه در رسیدن به رشد مناسب کمک می‌کند.

جدول 27- توصیه کاربرد نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار) در زراعت گلرنگ در شرایط آبی**برای استان ایلام باتوجه به وضعیت کلی ماده آلی و اقلیم**

عملکرد مورد انتظار (کیلوگرم در هکتار)	مناطق شمالی استان	مناطق جنوبی استان
1000	70	90
1500	80	100
2000	90	110
2500	100	120
3000 و بیشتر	110	130

جدول 28- توصیه مصرف بهینه کود براساس عملکرد مورد انتظار

عملکرد مورد انتظار (کیلوگرم در هکتار)		کل فسفر مصرفی (کیلوگرم در هکتار)		کل پتاسیم مصرفی (کیلوگرم در هکتار)		کل نیتروژن قابل مصرف در خاک (کربن آلی کمتر از 0/8 درصد)	
میزان فسفر قابل جذب در خاک (میلی گرم در کیلوگرم)		میزان پتاسیم قابل جذب در خاک (میلی گرم در کیلوگرم)		میزان نیتروژن قابل جذب در خاک (میلی گرم در کیلوگرم)		میزان نیتروژن قابل جذب در خاک (میلی گرم در کیلوگرم)	
0-5	6-10	10-15	0-100	110-200	201-300		
17	11	10	25	20	10	500	
22	12	10	30	25	20	800	
22	17	10	35	30	25	1200	
28	17	11	40	35	30	1500	
35	25	12	45	40	35	1800	
40	25	13	50	45	40	2100	
45	30	14	55	50	45	2400	
50	30	15	60	55	50	2700	
56	35	16	65	60	55	3000	
65	40	18	70	65	60	3500	
75	40	20	75	70	60	4000	

* مقادیر ارائه شده در جدول برای عنصر خالص است نه کود و مقادیر ارائه شده باتوجه به جدول پیوست یک قابل تبدیل به کودهای مختلف می باشد (منبع: بایوردی و نورقانی پور، 1398)

جدول 29- توصیه کاربرد فسفر خالص (کیلوگرم در هکتار) در زراعت گلرنگ در شرایط آبی برای استان ایلام باتوجه به وضعیت کلی خاک و اقلیم

عملکرد مورد انتظار (کیلوگرم در هکتار)	مناطق شمالی استان	مناطق جنوبی استان
1000	15	20
1500	20	25
2000	25	30
2500	30	35
3000 و بیشتر	35	40

جدول 30- توصیه کاربرد پتاسیم خالص (کیلوگرم در هکتار) در زراعت گلرنگ در شرایط آبی برای استان ایلام باتوجه به وضعیت خاک و اقلیم

عملکرد مورد انتظار (کیلوگرم در هکتار)	مناطق شمالی استان	مناطق جنوبی استان
1000	0	0
1500	0	20
2000	15	30
2500	25	40
3000 و بیشتر	35	50

در جدول زیر نتایج نمونه‌های خاک تهیه‌شده از مزارع کلزا و گلرنگ مناطق که در پنج سال گذشته تهیه‌شده ارائه شده است.

جدول 32- نتایج تجزیه خاک مزارع کلزا در استان اصفهان

منطقه	نام کشاورز	موقعیت جغرافیایی	pH	EC dS m ⁻¹	T.N.V	OC	K	P	Fe	Zn	Mn	Cu	بافت
					%						mg kg ⁻¹		
شاهین شهر	توکی	3668460 عرض 533546 طول	8	4/78	37	0/2	258	5/6	0/54	1/08	1/18	0/14	سیلتی لوم
تیران و کرون	کمیته امداد	-	7/48	1	28/5	0/78	244	32	2/73	0/60	1/88	/26	لوم رسی
کاشان	سپاه پاسداران	3755803 عرض 542710 طول	8/46	3/24	44/7	0/36	467	11/88	8/5	1/82	20/66	<0/1	لوم رسی شنی
کمیته امداد			8/12	0/72	24/3	0/60	850	56/9	0/74	2/36	3	0/68	لوم رسی شنی
اصفهان کشت			7/14	2/22	31/4	0/52	320	15/5	1/32	1/8	8/48	0/52	لوم شنی
شرکت اباذر			7/44	6/15	35	0/27	263	10/64	0/06	0/46	10/4	0/52	لوم شنی
امیرعباس پور سخی			7/03	7/92	22/5	0/46	281	14/57	6/48	0/38	0/60	0/40	سیلتی لوم

توصیه کودی گیاه کلزا در استان اصفهان

در صورت نداشتن نتایج آزمون خاک، باتوجه به وضعیت اقلیمی و حاصلخیزی خاک و پتانسیل تولید مزرعه برای عملکرد سه تن در هکتار، کودهای مصرفی به شرح زیر برای استان اصفهان پیشنهاد می شود.

قبل از کاشت، 300 کیلوگرم در هکتار گوگرد عنصری، 100 تا 150 کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و همین مقدار سولفات پتاسیم مصرف شود.
مقدار 300 تا 350 کیلوگرم در هکتار اوره؛ 100 کیلوگرم با آبیاری دوم - 100 کیلوگرم خروج از روزت و 100 کیلوگرم در مرحله طویل شدن ساقه تا غنچه دهی مصرف شود.

برای دستیابی به عملکرد بالای سه تن در هکتار می توان موارد زیر را در مزرعه کلزا استفاده نمود (باتوجه به خصوصیات خاک و آب و پتانسیل تولید مزرعه عملکرد چهار تا پنج تن در هکتار):

- 50 کیلوگرم سولفات منیزیم به صورت پیش کشت، چهار تا پنج لیتر در هکتار اسید هیومیک با آبیاری دوم یا سوم، 50 کیلوگرم در هکتار سولفات آمونیوم با آبیاری دوم یا سوم و 100 کیلوگرم در مرحله ساقه رفتن با آبیاری مصرف شود.
- 15 لیتر در هکتار کود گوگردی مایع در هر یک از مراحل خروج از روزت و قبل از گلدهی مصرف شود.

عناصر کم مصرف با غلظت پنج در هزار هم زمان با مصرف سولفات آمونیوم و به مقدار دو در هزار در مراحل ساقه رفتن و غنچه دهی برگ پاشی شود (در صورتی که در سرک نیتروژن سولفات آمونیوم مصرف نگردد). اسیدهای آمینه با غلظت سه در هزار در مرحله ساقه رفتن محلول پاشی شود.

در صورتی که عنصری مثل پتاسیم یا فسفر در مرحله پیش کشت استفاده شده نیازی به تکرار کاربرد در مرحله بعد نخواهد بود (مثلاً نیاز به کاربرد ترکیبات با پتاسیم بالا یا ترکیبات فسفر بالا). کاربرد سولفات آمونیوم جوابگوی نیاز گوگردی گیاه از لحاظ تغذیه خواهد بود و در صورت استفاده از آن نیاز به تکرار کاربرد از منابع دیگر گوگرد نخواهد بود.

توصیه کودی گیاه گلرنگ در استان اصفهان

در صورت نداشتن نتایج آزمون خاک، باتوجه به وضعیت اقلیمی و حاصلخیزی خاک و پتانسیل تولید مزرعه برای عملکرد حدود سه تا پنج تن در هکتار، کودهای مصرفی به شرح زیر پیشنهاد می شود:

200 کیلوگرم در هکتار گوگرد عنصری با ماده آلی و باکتری تیوباسیلوس، 50 - 100 کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، 50 تا 100 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم مصرف شود. مقدار 300 تا 350 کیلوگرم در هکتار اوره: یک سوم با آبیاری دوم - یک سوم شروع ساقه دهی و یک سوم قبل از گلدهی مصرف شود.

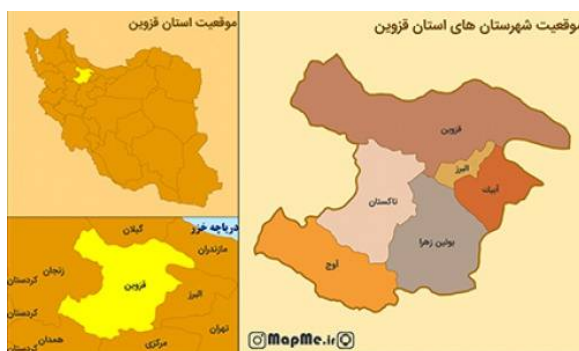
هشت تا ده لیتر در هکتار اسید هیومیک با آبیاری دوم یا سوم مصرف شود. 50 کیلوگرم در هکتار سولفات آمونیوم با آبیاری دوم و 50 کیلوگرم در مرحله ساقه رفتن و شاخه بندی با آبیاری مصرف شود.

15 لیتر در هکتار کود گوگردی مایع در هر یک از مراحل خروج از روزت و قبل از گلدهی مصرف شود.

اسیدهای آمینه با غلظت دو در هزار در مرحله ساقه رفتن محلول پاشی شود. برگ پاشی عناصر کم مصرف با غلظت پنج در هزار توأم با مصرف دو در هزار اوره در مراحل ساقه رفتن و غنچه دهی و یک روز قبل از آبیاری مزرعه انجام شود.

استان قزوین

استان قزوین در شمال غربی ایران با مرکزیت شهر قزوین واقع شده است. مساحت این استان حدود 15,820 کیلومتر مربع می باشد که بین 48 درجه و 44 دقیقه تا 50 درجه و 51 دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ و 35 درجه 24 دقیقه تا 36 دقیقه تا 36 درجه و 48 دقیقه عرض شمالی نسبت به خط استوا قرار دارد و با استان های مازندران، گیلان، همدان، زنجان، مرکزی و البرز همسایه است (شکل 4). بر اساس آمارنامه کشاورزی در سال زراعی 1402 سطح زیر کشت کلزای آبی استان قزوین برابر 2700 هکتار و مقدار تولید 5000 تن دانه بود.



شکل 4- موقعیت جغرافیایی استان قزوین در کشور و استان های هم جوار و شهرستان های محل کشت

بیشترین سطح زیر کشت کلزا در استان قزوین به منطقه آبیگ و سپس در قزوین قرار دارد پس از آن مناطق بوئین زهرا و تاکستان در رتبه های بعدی قرار می گیرند.

ویژگی های خاک برای کشت کلزا

خاک، منطقه ریشه دهی برای گیاهان بوده و به عنوان نگهدارنده گیاه و محل تبادل عناصر معدنی غذایی و محیطی عمل می کند که از طریق آن آب و هوا می توانند جریان یابند. کلزا نسبت به انواع مختلف خاک سازگاری وسیعی نشان می دهد، اما مناسب ترین اراضی بافت متوسط با زهکشی مناسب و وجود مواد آلی برای رشد آن کافی می باشد. خاک های شنی اغلب به دلیل عدم نگهداری رطوبت مناسب نمی باشند. همچنین، کلزا در خاک های شور و یا قلیایی به خوبی رشد نمی کند. برای کاشت مطلوب کلزا انتخاب خاک مناسب و همچنین تهیه بستر مناسب بذر از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

بررسی وضعیت عناصر غذایی و خصوصیات خاک اراضی زراعی آبی تحت کشت استان قزوین به تفکیک شهرستان

تغذیه متعادل یکی از عوامل مهم در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی است. در این راستا وضعیت حاصلخیزی خاک، تعیین نیاز بهینه کودی و بررسی تعادل تغذیه‌ای در محصولات تحت کشت ضروری است. آزمون خاک و اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک روش مناسبی برای ارزیابی حاصلخیزی خاک است. به‌منظور بررسی حاصلخیزی خاک اراضی تحت کشت آبی در دشت قزوین، پژوهشی تحت عنوان "تعیین پراکنش عناصر غذایی (پرمصرف و کم‌مصرف) در اراضی تحت کشت آبی استان قزوین" از سال 1387 به مدت پنج سال در مناطق تحت کشت آبی استان شامل قزوین و البرز (71 نقطه)، بوئین‌زهر (129 نقطه)، تاکستان (70 نقطه) و آبیک (85 نقطه) به اجرا درآمد. نمونه‌های خاک جمع‌آوری و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی به شرح جداول ذیل تعیین شد (شهابی فر، 1399).

بررسی پراکنش عناصر غذایی ویژگی‌های خاک اراضی تحت کشت کلزا در استان قزوین در جدول‌های زیر درصد پراکنش یا وضعیت خاک‌های شهرستان قزوین ارائه شده است.

جدول 34- پراکنش شوری خاک در اراضی تحت کشت کلزا

شوری	کمتر از 2	2-4	بیش از 4
	(دسی‌زیمنس بر متر)		
درصد پراکنش	88	12	0

جدول 35- پراکنش کربن آلی خاک در اراضی تحت کشت کلزا

کربن آلی	کمتر از 0/5	0/5-1	بیش از 1
	درصد		
درصد پراکنش	28	72	0

جدول 36- پراکنش عنصر فسفر خاک در اراضی تحت کشت کلزا

فسفر	کمتر از 5	5-10	11-15	16-20
	(میلی گرم بر کیلوگرم)			
درصد پراکنش	16	36	28	20

جدول 37- پراکنش عنصر پتاسیم خاک در اراضی تحت کشت کلزا

پتاسیم	کمتر از 150	150-200	201-300	بیش از 300
	(میلی گرم بر کیلوگرم)			
درصد پراکنش	0	0	48	52

بررسی پراکنش عناصر غذایی و ویژگی‌های خاک اراضی تحت کشت کلزا در منطقه
بوئین‌زهره

جدول 38- پراکنش شوری خاک در اراضی تحت کشت کلزا

شوری	کمتر از 2	2-4	بیش از 4
	(دسی‌زیمنس بر متر)		
درصد پراکنش	24	47	29

جدول 39- پراکنش عنصر کربن آلی خاک در اراضی تحت کشت کلزا

کربن آلی	کمتر از 0/5	0/5-1	بیش از 1
	درصد		
درصد پراکنش	39	58	3

جدول 40- پراکنش عنصر فسفر خاک در اراضی تحت کشت کلزا

فسفر	کمتر از 5	5-10	11-15	16-20
	(میلی گرم بر کیلوگرم)			
درصد پراکنش	8	29	34	29

جدول 41- پراکنش عنصر پتاسیم خاک در اراضی تحت کشت کلزا

پتاسیم	کمتر از 150	150-200	201-300	بیش از 300
	(میلی گرم بر کیلوگرم)			
درصد پراکنش	0	2	25	73

بررسی پراکنش عناصر غذایی ویژگی‌های خاک اراضی تحت کشت کلزا در منطقه تاکستان

جدول 42- پراکنش شوری خاک در اراضی تحت کشت کلزا

بیش از 8	5-8	2-4	کمتر از 2	شوری
(دسی‌زیمنس بر متر)				
2/3	22/7	27/3	47/7	درصد پراکنش

جدول 43- پراکنش عنصر کربن آلی خاک در اراضی تحت کشت کلزا

بیش از 1/5	1/1-1/5	0/5-1	کمتر از 0/5	کربن آلی
درصد				
2/3	2/3	56/8	38/6	درصد پراکنش

جدول 44- پراکنش عنصر فسفر خاک در اراضی تحت کشت کلزا

16-20	11-15	5-10	کمتر از 5	فسفر
(میلی‌گرم بر کیلوگرم)				
20/5	25	25	29/5	درصد پراکنش

جدول 45- پراکنش عنصر پتاسیم خاک در اراضی تحت کشت کلزا

بیش از 300	201-300	150-200	کمتر از 150	پتاسیم
(میلی‌گرم بر کیلوگرم)				
72/7	18/2	2/3	6/8	درصد پراکنش

بررسی پراکنش عناصر غذایی ویژگی‌های خاک اراضی تحت کشت کلزا در منطقه آبیک

جدول 46- پراکنش شوری خاک در اراضی تحت کشت کلزا

بیش از 8	5-8	2-4	کمتر از 2	شوری
(دسی‌زیمنس بر متر)				
0	5/7	25/7	68/6	درصد پراکنش

جدول 47- پراکنش عنصر کربن آلی خاک در اراضی تحت کشت کلزا

کربن آلی	کمتر از 0/5	0/5-1	1/1-1/5	بیش از 1/5
	درصد			
درصد پراکنش	88	12	0	0

جدول 48- پراکنش عنصر فسفر خاک در اراضی تحت کشت کلزا

فسفر	کمتر از 5	5-10	11-15	16-20
	(میلی گرم بر کیلوگرم)			
درصد پراکنش	8/6	25/7	22/9	42/8

جدول 49- پراکنش عنصر پتاسیم خاک در اراضی تحت کشت کلزا

پتاسیم	کمتر از 150	150-200	201-300	بیش از 300
	(میلی گرم بر کیلوگرم)			
درصد پراکنش	0	2	12	86

بر اساس یافته‌های برگرفته از نتایج طرح، تجزیه نمونه‌های خاک و دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه کلزا (نورقلی پور و همکاران، 1393) تقویم کوددهی عمومی کلزا در مناطق تحت کشت به شرح جداول ذیل می‌باشد:

جدول 50- توصیه کودی بر اساس مراحل فنولوژیکی در قزوین برای تولید عملکرد دانه 3000 کیلوگرم در هکتار کلزا در شرایط آبی

نوع کود	قبل از کشت	دانه رست	خروج از روزت	ساقه‌دهی	غنچه‌دهی	گلدهی	ملاحظات
کودهای آلی	15 تن در هکتار	-	-	-	-	-	کود دامی پوسیده
کود نیتروژنی (اوره)	90 کیلوگرم در هکتار	-	-	105 کیلوگرم در هکتار	105 کیلوگرم در هکتار	-	-
کود فسفوری (سوپر فسفات تریپل و یا دی آمونیوم فسفات)	150 کیلوگرم در هکتار	-	-	-	-	-	به صورت پخش در سطح و مخلوط با خاک سطحی، در صورت روش نواری مقادیر به نصف کاهش یابد.
کود پتاسیمی (سولفات پتاسیم)	50 کیلوگرم در هکتار	-	-	-	-	-	-
سولفات روی	25 کیلوگرم در هکتار	-	محلول پاشی با غلظت سه تا پنج در هزار	-	محلول پاشی با غلظت سه تا پنج در هزار	-	با رعایت اصول محلول پاشی
اسید بوریک	20 کیلوگرم در هکتار	-	محلول پاشی با غلظت سه در هزار	-	محلول پاشی با غلظت سه در هزار	-	با رعایت اصول محلول پاشی
کلات آهن	دو کیلوگرم در هکتار	-	-	-	-	-	محلول پاشی با سولفات آهن به غلظت سه تا پنج در هزار در مرحله خروج از روزت و غنچه‌دهی انجام پذیرد
سولفات منگنز	20 کیلوگرم در هکتار	-	محلول پاشی با غلظت سه تا پنج در هزار	-	محلول پاشی با غلظت سه تا پنج در هزار	-	-
کودهای قابل حل با پتاسیم بالا	-	-	-	-	محلول پاشی دو لیتر در 1000 لیتر آب (دو در هزار)	-	-
کودهای قابل حل با فسفر بالا	-	-	محلول پاشی دو لیتر در 1000 لیتر آب (دو در هزار)	-	-	-	-
اسید هیومیک	-	کودآبیاری شش لیتر در هکتار	-	-	کودآبیاری شش لیتر در هکتار	-	-

*در صورت استفاده از دی آمونیوم فسفات مصرف کود اوره در تقسیط اول 40 کیلوگرم کاهش یابد. اولویت توصیه کودی بر اساس آزمون خاک و برگ می‌باشد. برای تأمین عناصر غذایی کم‌مصرف می‌توان از کود کامل حاوی این عناصر به میزان 1/5 تا 2 لیتر یا کیلوگرم در هکتار در مراحل ذکر شده نیز استفاده نمود.

توصیه کودی گیاهان دانه روغنی کلزا، گلرنگ و کنجد در مناطق معتدل سرد کشور

جدول 51- توصیه کودی بر اساس مراحل فنولوژیکی در منطقه آبیک برای تولید عملکرد دانه 3000 کیلوگرم در هکتار کلزا در شرایط آبی

نوع کود	قبل از کشت	دانه رست	خروج از روزت	ساقه‌دهی	غنیچه‌دهی	گلدهی	ملاحظات
کودهای آلی	15 تن در هکتار	-	-	-	-	-	کود دامی پوسیده
کود نیتروژنی (اوره)	90 کیلوگرم در هکتار	-	-	105 کیلوگرم در هکتار	105 کیلوگرم در هکتار	-	-
کود فسفری (سوپر فسفات تریپل و یا دی آمونیوم فسفات)	190 کیلوگرم در هکتار	-	-	-	-	-	به صورت پاششی و مخلوط با خاک سطحی و در صورت مصرف به روش نواری مقادیر به نصف کاهش یابد.
کود پتاسیمی (سولفات پتاسیم)	50 کیلوگرم در هکتار	-	-	-	-	-	-
سولفات روی	25 کیلوگرم در هکتار	-	محلول پاشی غلظت پنج در هزار	-	محلول پاشی غلظت پنج در هزار	-	با رعایت اصول محلول پاشی
اسید بوریک	15 کیلوگرم در هکتار	-	محلول پاشی غلظت سه در هزار	-	محلول پاشی غلظت سه در هزار	-	با رعایت اصول محلول پاشی
کلات آهن	چهار کیلوگرم در هکتار	-	-	-	-	-	محلول پاشی با سولفات آهن به غلظت سه تا پنج در هزار انجام پذیرد
سولفات منگنز	20 کیلوگرم در هکتار	-	محلول پاشی غلظت پنج در هزار	-	محلول پاشی غلظت پنج در هزار	-	-
کودهای قابل حل با پتاسیم بالا	-	-	-	-	دو لیتر در 1000 لیتر آب (دو در هزار)	-	-
کودهای قابل حل با فسفر بالا	-	-	محلول پاشی دو لیتر در 1000 لیتر آب (دو در هزار)	-	-	-	-
اسید هیومیک	-	کودآبیاری شش لیتر در هکتار	-	-	کودآبیاری شش لیتر در هکتار	-	-

در صورت استفاده از دی آمونیوم فسفات مصرف کود اوره در قسط اول 40 کیلوگرم کاهش یابد. *اولویت توصیه کودی بر اساس آزمون خاک و برگ می‌باشد

جدول 52- توصیه کودی بر اساس مراحل فنولوژیکی در منطقه تاکستان برای تولید عملکرد دانه 3000 کیلوگرم در هکتار کلزا در شرایط آبی

نوع کود	قبل از کشت	دانه رست	خروج از روزت	ساقه‌دهی	غنچه‌دهی	گلدهی	ملاحظات
کودهای آلی	15 تن در هکتار	-	-	-	-	-	کود دامی پوسیده
کود نیتروژنی (اوره)	90 کیلوگرم در هکتار	-	-	105 کیلوگرم در هکتار	105 کیلوگرم در هکتار	-	-
کود فسفوری (سوپر فسفات تریپل و یا دی آمونیوم فسفات)	150 کیلوگرم در هکتار	-	-	-	-	-	به‌صورت پاششی و مخلوط با خاک سطحی و در صورت مصرف به روش نواری مقادیر به نصف کاهش یابد.
کود پتاسیمی (سولفات پتاسیم)	50 کیلوگرم در هکتار	-	-	-	-	-	-
سولفات روی	40 کیلوگرم در هکتار	-	محلول پاشی غلظت پنج در هزار	-	محلول پاشی غلظت 5 در هزار	-	با رعایت اصول محلول پاشی
اسید بوریک	-	-	محلول پاشی غلظت سه در هزار	-	محلول پاشی غلظت سه در هزار	-	با رعایت اصول محلول پاشی
کلات آهن	-	-	-	-	-	-	محلول پاشی با سولفات آهن به غلظت سه تا پنج در هزار انجام پذیرد
سولفات منگنز	20 کیلوگرم در هکتار	-	محلول پاشی غلظت پنج در هزار	-	محلول پاشی غلظت پنج در هزار	-	-
کودهای قابل حل با پتاسیم بالا	-	-	-	-	دو لیتر در 1000 لیتر آب (دو در هزار)	-	-
کودهای قابل حل با فسفر بالا	-	-	محلول پاشی دو لیتر در 1000 لیتر آب (دو در هزار)	-	-	-	-
اسید هیومیک	-	کودآبیاری شش لیتر در هکتار	-	-	کودآبیاری شش لیتر در هکتار	-	-

در صورت استفاده از دی آمونیوم فسفات مصرف کود اوره در قسط اول 40 کیلوگرم کاهش یابد.

*اولویت توصیه کودی بر اساس آزمون خاک و برگ می‌باشد

جدول 53- توصیه کودی بر اساس مراحل فنولوژیکی در منطقه بوبین زهرا برای تولید عملکرد دانه 3000 کیلوگرم در هکتار کلزا در شرایط آبی

نوع کود	قبل از کشت	دانه رست	خروج از روزت	ساقه دهی	غنچه دهی	گلدهی	ملاحظات
کودهای آلی	15 تن در هکتار	-	-	-	-	-	کود دامی پوسیده
کود نیتروژنی (اوره)	75 کیلوگرم در هکتار	-	-	175 کیلوگرم در هکتار	175 کیلوگرم در هکتار	-	-
کود فسفوری (سوپر فسفات تریپل و یا دی آمونیوم فسفات)	130 کیلوگرم در هکتار	-	-	-	-	-	به صورت پاششی و مخلوط با خاک سطحی و در صورت مصرف به روش نواری مقادیر به نصف کاهش یابد.
کود پتاسیمی (سولفات پتاسیم)	50 کیلوگرم در هکتار	-	-	-	-	-	-
سولفات روی	25 کیلوگرم در هکتار	-	محلول پاشی غلظت پنج در هزار	-	محلول پاشی غلظت پنج در هزار	-	با رعایت اصول محلول پاشی
اسید بوریک	-	-	-	-	-	-	-
کلات آهن	4 کیلوگرم در هکتار	-	-	-	-	-	محلول پاشی با سولفات آهن به غلظت سه تا پنج در هزار انجام پذیرد
سولفات منگنز	20 کیلوگرم در هکتار	-	محلول پاشی غلظت پنج در هزار	-	محلول پاشی غلظت پنج در هزار	-	-
کودهای قابل حل با پتاسیم بالا	-	-	-	-	دو لیتر در 1000 لیتر آب	-	-
کودهای قابل حل با فسفر بالا	-	-	محلول پاشی دو لیتر در 1000 لیتر آب	-	-	-	-
اسید هیومیک	-	کودآبیاری شش لیتر در هکتار	-	-	کودآبیاری شش لیتر در هکتار	-	-

در صورت استفاده از دی آمونیوم فسفات مصرف کود اوره در قسط اول 40 کیلوگرم کاهش یابد.

*اولویت توصیه کودی بر اساس آزمون خاک و برگ می باشد.

بر اساس مطالعات انجام شده در استان قم، بیش از 80 درصد اراضی استان دارای کربن آلی کمتر از یک درصد هستند. همچنین، در خصوص فسفر خاک، بیش از یک سوم خاک‌های استان دارای فسفری کمتر 10 میلی‌گرم در کیلوگرم، یک سوم دارای فسفر قابل دسترس 15-10 میلی‌گرم در کیلوگرم و مابقی دارای فسفر قابل جذب بالای 15 میلی‌گرم در کیلوگرم هستند. غالب خاک‌های استان (90 درصد) دارای پتاسیم قابل جذب بالاتر از 250 میلی‌گرم در کیلوگرم هستند (میرزاپور و همکاران، 1402).

جدول 54- نتایج تجزیه خاک برخی مزارع کلزا در استان قم

منطقه	نام کشاورز	موقعیت جغرافیایی	pH	EC dS/m	SP	T.N.V %	OC	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	بافت
												mg/kg		
قم رود	محمد کاشانیان	X=39 S 497868 Y=3842232	7/8	11/62	30	24/5	0/42	11/6	618	3/5	1/96	1/7	0/78	SL
قم رود	علی فرخزاد	X=39 S 508083 Y=3842816	7/9	5/66	25	24/0	0/38	16/4	428	5/6	0/61	1/7	0/7	SL
مرکزی	محمد خلیج	X=39 478368 Y=3826091	8/1	4/5	25	12/5	0/48	14/4	580	1/5	0/2	0/8	0/3	SL

نتایج نمونه‌های آب مناطق

جدول 55- نتایج تجزیه آب آبیاری مورد استفاده در کشت کلزا

منطقه	EC dS/m	pH	SAR	CO ₃ ⁻²	H CO ₃ ⁻¹	Cl ⁻¹	SO ₄ ⁼	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
										meq/L
قم رود	7/5	7/5	14/25	-	2/4	51/7	20/9	24/8	50/2	
مرکزی	6/5	7/45	13/7	-	1/8	45/6	17/6	20/8	44/2	

نتایج نمونه‌های گیاهی تهیه‌شده از منطقه

جدول 56- غلظت عناصر پرمصرف و ثانویه تیمار کودی و شاهد در کل بونه کلزا در استان قم

Mg			Ca			K			P			N		
mg/kg						%								
نام منطقه	تغذیه بهینه	توصیه کودی	عرف زارع	تغذیه بهینه	توصیه کودی	عرف زارع	تغذیه بهینه	توصیه کودی	عرف زارع	تغذیه بهینه	توصیه کودی	عرف زارع	تغذیه بهینه	توصیه کودی
قم رود	3/8	4/35	3/7	0/66	0/65	0/64	3/9	3/9	3/6	1/49	1/06	1/22	0/42	0/31
قم رود	3/8	4/95	3/9	0/64	0/73	0/64	4/9	3/9	3/6	1/3	1/1	1/3	0/34	0/31
حومه	3/6	3/9	3/6	0/67	0/71	0/66	4/7	4/9	3/5	1/0	1/1	1/3	0/36	0/39

جدول 57- غلظت عناصر کم‌مصرف در تیمار کودی و شاهد در دانه کلزا در استان قم

نام منطقه	Mn			Cu			Zn			Fe		
	mg/kg											
تغذیه تلفیقی***	توصیه کودی**	عرف زارع*	تغذیه تلفیقی	توصیه کودی	عرف زارع	تغذیه تلفیقی	توصیه کودی	عرف زارع	تغذیه تلفیقی	توصیه کودی	عرف زارع	
قم رود	66	96/3	38/3	46/3	54/7	51	6/8	7/4	5/9	88	116	60/3
قم رود	34/7	78/7	37/0	37/7	49/7	59	12/8	10/7	7/9	52/2	61/3	62/3
حومه	36/3	40/3	21/0	57/0	41/8	14/1	7/8	12/3	3/4	107/0	59/0	52/7

جدول 58- جذب عناصر پرمصرف و ثانویه تیمار کودی و شاهد در بوته کلزا در استان قم

نام منطقه	N			P			K			Ca			Mg		
	تغذیه			تغذیه			تغذیه			تغذیه			تغذیه		
	تلفیقی	کودی	زارع	تلفیقی	کودی	زارع	تلفیقی	کودی	زارع	تلفیقی	کودی	زارع	تلفیقی	کودی	زارع
قم رود	52/82	48/14	39/2	9/2	7/2	6/7	53/8	42/9	39/3	20/7	11/7	12/9	5/9	3/5	3/0
قم رود	68/7	63/1	48/4	11/65	9/3	7/9	89/6	50/6	44/3	23/8	13/8	15/4	6/1	4/0	4/5
حومه	37/9	39/2	31/8	7/2	7/2	5/8	49/4	50/1	30/7	10/5	11/3	11/8	3/8	4/0	3/3

جدول 59- جذب عناصر کم مصرف در تیمار کودی و شاهد در دانه کلزا در استان قم

نام منطقه	Fe			Zn			Cu			Mn		
	تغذیه			تغذیه			تغذیه			تغذیه		
	تلفیقی	کودی	زارع	تلفیقی	کودی	زارع	تلفیقی	کودی	زارع	تلفیقی	کودی	زارع
قم رود	91/1	106/7	40/1	64/6	60/5	53/5	9/5	8/2	6/1	122/8	128/5	63/2
قم رود	68/7	63/1	48/4	64/6	60/5	53/5	9/5	8/2	6/1	122/8	128/5	63/2
حومه	63/1	100/3	45/0	70/4	63/3	71/7	23/4	13/6	9/6	95/0	78/63	75/8

*، ** و *** به ترتیب، مصرف کود بر اساس عرف زارع، آزمون خاک و آزمون خاک به همراه مصرف برخی محرکهای زیستی از جمله اسید هیومیک، جلبک دریایی و اسیدآمین

توصیه کودی عمومی گیاه کلزا در استان قم برای دستیابی به عملکرد بهینه در واحد سطح

- مصرف 100 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل یا دی آمونیم فسفات قبل از کاشت و مخلوط با خاک سطحی با دیسک، در صورت عدم مصرف کود فوق قبل از کشت، می توان در آبیاری سوم یا اواخر مرحله ریزش از کودهای محلول در آب (حاوی فسفر بالا) به صورت کود - آبیاری (10 کیلوگرم در هکتار) و یا محلول پاشی (پنج کیلوگرم در هکتار) استفاده کرد.
- مصرف 50 تا 100 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم قبل از کاشت و مخلوط با خاک سطحی با دیسک، در صورت عدم مصرف کود فوق قبل از کشت، می توان در ابتدای غنچه دهی از کودهای محلول در آب (حاوی پتاسیم بالا) به صورت کود آبیاری (10 کیلوگرم در هکتار) و یا محلول پاشی (پنج کیلوگرم در هکتار) استفاده کرد.
- نیاز کلزا به نیتروژن بسیار بالاست، بنابراین مصرف 400 تا 450 کیلوگرم اوره در هکتار و طی سه الی چهار تقسیط (50-75 کیلوگرم در آبیاری سوم و مابقی یک - سوم در انتهای ریزش، یک - سوم در ظهور ساقه گل دهنده و یک - سوم در مرحله غنچه دهی) پیشنهاد می شود.
- مصرف 300 کیلوگرم گوگرد به همراه تیوباسیلوس و 500 کیلوگرم کود دامی دو ماه قبل از کاشت و سپس، دیسک زنی زمین پیشنهاد می شود. در صورت تأمین آب، یک آبیاری سبک برای فعالیت باکتری های اکسید کننده گوگرد توصیه می شود.
- محلول پاشی آمینوکلرات های (اسید آمینه های) حاوی عناصر کم مصرف آهن، روی، منگنز و مس با غلظت پنج در هزار، یکی در مرحله انتهای ریزش و دیگری با فاصله دو هفته بعد توصیه می شود.
- در صورت مصرف کود دی آمونیوم فسفات (دارای 18 درصد نیتروژن) قبل از کشت، نیازی به مصرف نیتروژن در آبیاری سوم نیست.
- در صورت عدم مصرف گوگرد قبل از کاشت، می توان از کود سولفات آمونیوم به میزان 100 کیلوگرم در هکتار، به عنوان سرک در مرحله دو تا سه برگگی (ابتدای رشد رویشی) و ساقه دهی استفاده کرد.
- تنش خشکی بر جنبه های مختلف رشد و نمو گیاهان (رشد رویشی، زایشی، پیدایش و تشکیل گل، گرده افشانی، لقاح و تشکیل دانه) تأثیر می گذارد.
- یکی از روش های مدیریتی بهبود تحمل تنش خشکی، کاشت ارقام مقاوم به خشکی است. رقم هایولا-50 تحمل قابل قبولی نسبت به تنش خشکی دارد.

• محلول‌پاشی کودهای حاوی آهن و روی با غلظت پنج در هزار، یکی در مرحله انتهایی روزت و دیگری با فاصله دو هفته بعد نیز یکی دیگر از راهبردهای قابل توصیه در شرایط تنش خشکی است.

▪ همچنین، کود - آبیاری کود آلی مایع حاوی اسیدآمینه، دو نوبت (هر بار 10 لیتر در هکتار) به همراه اسید هیومیک مایع (چهار لیتر در هکتار) و کلرور پتاسیم یا سولو پتاس (هفت کیلوگرم در هکتار) پیشنهاد می‌شود. در کنار موارد ذکر شده، محلول‌پاشی سولو پتاس (دو کیلوگرم در هکتار) یکی در مرحله انتهایی روزت و دیگری در مرحله ساقه‌دهی و اسیدآمینه مایع (دو لیتر در هکتار) نیز می‌تواند به تحمل گیاه به تنش کمک کند.

• *** بر اساس منابع موجود، محلول‌پاشی هورمون‌های گیاهی مانند آبسزیک اسید (با غلظت 20 میلی گرم در لیتر)، سالیسیلیک اسید (آسپرین با غلظت 69 میلی گرم در لیتر)، سلنیوم (20 میلی گرم در لیتر) و سیلیسیوم (40 میلی گرم در لیتر) (طهرانی، 1399)، در زمانی که احتمال تنش خشکی وجود دارد، قبل از وارد آمدن تنش، توصیه شده است.

▪ تنش شوری با تخریب فرایند و کارکرد گیاه و اختلال در جذب عناصر غذایی، سبب کاهش عملکرد دانه کلزا می‌شود.

▪ اولین گام در مدیریت تنش شوری، مصرف بهینه عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک است.

▪ آبیاری نمک، با افزودن 10 درصد آب اضافی در هر نوبت آبیاری، می‌تواند این مهم را انجام دهد. به شرط آن که نمک‌های شسته شده از طریق زهکش از مزرعه خارج شود.

▪ محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی با غلظت پنج گرم در لیتر در دو مرحله خروج از روزت و انتهایی ساقه‌دهی و نیز مصرف خاکی پنج کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار (20 لیتر اسید هیومیک مایع) در آبیاری سوم و خروج از روزت برای افزایش تحمل به تنش شوری توصیه می‌شود.

▪ محلول‌پاشی کودهای حاوی آهن، روی و منگنز نیز یکی دیگر از راهبردهای قابل توصیه در شرایط تنش شوری است.

▪ دمای 7- تا 15- درجه سلسیوس برای برگ‌ها کشنده است، اما گیاهانی که سامانه ریشه‌ای توسعه یافته‌ای دارند و نقاط رشدی توسط برگ‌ها پوشیده شده است، در دمای پایین‌تر نیز زنده می‌مانند.

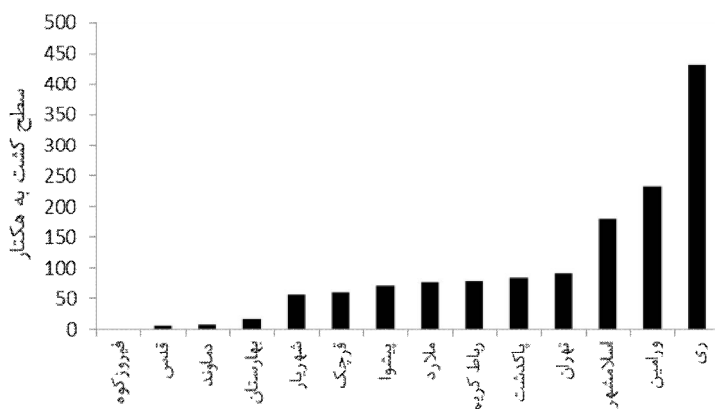
▪ در استان قم، سرماهای زودرس در آبان و یا دی‌پرس در فروردین، باعث سرمازدگی و خسارت به کلزا می‌شود.

- استفاده از ارقام مقاوم به سرما (تیپ‌های زمستانه) یکی از روش‌های مقابله با تنش سرماست.
- بذر مال بذور کلزا با ترکیبات اسید هیومیک تقویت شده با روی یا فسفر برای تسریع جوانه‌زنی و ریشه‌توسعه‌یافته قابل توصیه است (طهرانی، 1394).
- محلول‌پاشی کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف، به‌ویژه روی یکی دیگر از راهبردهای قابل‌توصیه در مدیریت تنش سرما است.
- برای بازتوانی گیاه پس از سرمازدگی، مصرف 20 درصد نیتروژن بیشتر از مقدار توصیه‌کودی، مصرف 10 کیلوگرم کود فسفر و پتاسیم قابل‌حل در آب و محلول‌پاشی اسیدآمین به-همراه عصاره‌ جلبک دریایی توصیه می‌شود.
- کودآبیاری کود آلی مایع حاوی اسیدآمین دو نوبت (هر بار 10 لیتر در هکتار) به‌همراه اسید هیومیک مایع (چهار لیتر در هکتار) پس از تنش سرمایی، پیشنهاد می‌شود.
- همچنین، محلول‌پاشی دو نوبت سولو پتاس (دو کیلوگرم در هکتار) + اسیدآمین مایع (دو لیتر در هکتار) + جلبک دریایی (یک لیتر در هکتار) + فولویک اسید (یک لیتر در هکتار) پس از تنش سرمایی توصیه می‌شود.
- آبیاری گیاهان یکی از روش‌های کاربردی برای مقابله با تنش گرمایی است.
- برای افزایش مقاومت گیاهان در برابر تنش گرمایی، محلول‌پاشی اسیدهای آمینه و سیلیکات پتاسیم پیشنهاد می‌شود. همچنین، افزایش مواد آلی خاک برای تعدیل دمای گیاه نیز توصیه می‌شود.

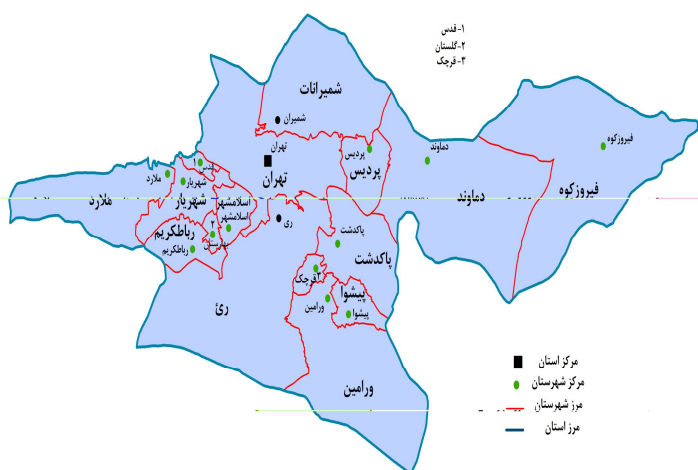
استان تهران (منطقه ورامین)

مشخصات محل‌های کشت دانه‌های روغنی در استان تهران

مناطق کشت کلزا در استان تهران در جنوب شرقی این استان مستقر است. عمده کشت کلزا در شهرستان‌های ری، ورامین، اسلام‌شهر و رباط‌کریم واقع شده است. میانگین عملکرد کلزا در استان تهران در سال زراعی 1402-1403، 1500 کیلوگرم در هکتار بوده است.



شکل 7- سطح کشت کلزای استان تهران (سال زراعی 1402-1403)



شکل 8- موقعیت شهرستان‌های استان تهران

در قسمت زیر نتایج نمونه‌های خاک تهیه‌شده از مزارع کلزا که در پنج سال گذشته تهیه‌شده آورده شده است.

Clay	Silt	Sand	P	Mg	K	OC	T.N.V	EC	pH	محل مزرعه
%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%	(dS/m)	-	-
30	44	26	7	-	220	0/59	23/7	2/28	8/04	قرچک (پوینیک)
30	46	24	4/2	277	360	0/75	16/7	6/4	8/2	محمدیه (ورامین)
30	50	30	23/2	162	600	0/91	15	1/54	7/58	ورامین یوسفآباد

B	Mn	Zn	Cu	Fe	بافت	محل مزرعه
m/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	-	-
1/07	2/9	1/2	0/56	0/62	لوم رسی	قرچک (پوئینک)
1/8	9/8	0/71	0/73	3	لوم رسی	محمدیه (ورامین)
0/6	7/34	0/62	0/75	0/07	لوم رسی	ورامین یوسفآباد

B	Mg	Ca	Mn	Cu	Fe	Zn	K	P	N	مشخصات
کل	کل	کل	کل	کل	کل	کل	کل	کل	کل	
mg/kg	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%	%	
										سایت قرچک - شاهد R1
5	0/23	0/65	27/5	2/4	218/7	39/65	0/88	0/76	4/3	سایت قرچک - شاهد R2
7	0/2	0/52	23/8	2/35	133/6	38/1	0/88	0/73	4/3	سایت قرچک - شاهد R3
8	0/19	0/4	31/1	2/95	51/75	33/4	0/83	0/5	3/63	سایت قرچک - تیمار R1
9	0/26	0/63	24/9	2/6	51/25	34	0/79	0/52	3/45	سایت قرچک - تیمار R2
5/4	0/21	0/58	25	2/05	49/9	34/35	0/79	0/47	3/87	سایت قرچک - تیمار R3
6/2	0/18	0/29	13/45	1/2	21/1	37/15	0/79	0/37	4/19	سایت محمدیه - شاهد R1
4/6	0/18	0/31	15/4	2/4	25/65	36	0/79	0/61	4/29	سایت محمدیه - شاهد R2
5/5	0/18	0/31	14/5	2/25	26/35	35/35	0/75	0/4	4/19	سایت محمدیه - شاهد R3
7	0/21	0/41	20	1/6	21/95	19/05	0/71	0/5	4/3	سایت محمدیه - تیمار R1
9	0/2	0/24	16	1/3	5/3	18/35	0/66	0/28	4/15	سایت محمدیه - تیمار R2
10	0/19	0/24	18/5	1/4	17/5	18/95	0/66	0/4	4/19	سایت محمدیه - تیمار R3

نتایج نمونه‌های گیاهی تهیه‌شده از منطقه (کل اندام هوایی)

جدول 62- غلظت عناصر غذایی پرمصرف (درصد در ماده خشک) در پایلوت‌های کلزای استان تهران (پایلوت محمدیه)

پایلوت		تکرار		N	N	P	P	K	K	Ca	Ca	Mg	Mg
				شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
محمدیه	1	4/2	4/3	0/37	0/5	0/71	0/79	0/21	0/29	0/18	0/21	0/21	0/18
محمدیه	2	4/3	4/5	0/28	0/61	0/66	0/79	0/24	0/31	0/18	0/24	0/2	0/18
محمدیه	3	4/2	4/2	0/4	0/4	0/66	0/75	0/24	0/31	0/18	0/24	0/2	0/18
میانگین غلظت	-	4/2	4/3	0/4	0/5	0/7	0/8	0/2	0/3	0/2	0/2	0/2	0/2
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	-	1800	2600	1800	2600	1800	2600	1800	2600	1800	2600	1800	2600
جذب (کیلوگرم در هکتار)	-	76/2	112/7	6/3	13/1	12/2	20/2	4/1	7/9	3/2	5/3	5/3	3/2

ادامه جدول 62- غلظت عناصر غذایی کم‌مصرف (میکروگرم در گرم ماده خشک) در پایلوت‌های کلزای استان تهران (پایلوت محمدیه)

پایلوت		تکرار	Fe	Fe	Mn	Mn	Zn	Zn	Cu	Cu	B	B
			شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
محمدیه	1	30	140	13	20	19	37	1/2	1/6	6/2	7	
محمدیه	2	45	160	15	16	18	36	1/3	2/4	4/6	9	
محمدیه	3	55	170	14	19	18	35	1/4	2/2	5/5	10	
میانگین غلظت	-	43/3	156/7	14/0	18/3	18/3	36/0	1/3	2/1	5/4	8/7	
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	-	1800	2600	1800	2600	1800	2600	1800	2600	1800	2600	
جذب (کیلوگرم در هکتار)	-	0/078	0/407	0/025	0/048	0/033	0/094	0/002	0/005	0/010	0/023	

ادامه جدول 62- غلظت عناصر غذایی پرمصرف (درصد در ماده خشک) در پایلوت‌های کلزای استان تهران (پایلوت قرچک)

Mg	Mg	Ca	Ca	K	K	P	P	N	N	تکرار	پایلوت
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد		
0.29	0.2	0.6	0.5	0.88	0.73	0.76	0.52	4.3	3.6	1	قرچک
0.26	0.23	0.63	0.45	0.88	0.79	0.73	0.47	4.3	3.4	2	قرچک
0/31	0/2	0/58	0/52	0/88	0/79	0/5	0/37	4/3	3.8	3	قرچک
0/3	0/2	0/6	0/5	0/9	0/8	0/7	0/5	4/3	3/6		میانگین غلظت
3500	2800	3500	2800	3500	2800	3500	2800	3500	2800		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
10/0	5/9	21/1	13/7	30/8	21/6	23/2	12/7	150	100		جذب (کیلوگرم در هکتار)

ادامه جدول 62- غلظت عناصر غذایی کم‌مصرف (میکروگرم در گرم ماده خشک) در پایلوت‌های
کلزای استان تهران (پایلوت قرچک)

B	B	Cu	Cu	Zn	Zn	Mn	Mn	Fe	Fe	تکرار	پایلوت
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد		
8	6/2	2/9	2/4	40	33	31	27	150	51	1	قرچک
9	5	2/6	2/4	39	34	34	27	219	51	2	قرچک
9/4	7	2/5	2/3	38	34	35	24	123	49	3	قرچک
8/8	6/1	2/7	2/4	39/0	33/7	33/3	26/0	164/0	50/3		میانگین غلظت
3500	2800	3500	2800	3500	2800	3500	2800	3500	2800		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
0/031	0/017	0/009	0/007	0/137	0/094	0/117	0/073	0/574	0/141		جذب (کیلوگرم در هکتار)

برنامه کوددهی کلزا در منطقه ورامین

برای کوددهی کلزا می‌توان از جدول زیر استفاده نمود. عملکرد مورد انتظار با این بسته کودی
چهار تن دانه در هکتار در نظر گرفته شده است.

جدول 63- شرح عملیات کوددهی در مراحل مختلف رشد کلزا در استان تهران

پیش از کشت	8-4 برگی	خروج از روزت و ابتدای ساقه‌دهی	انتهای غنچه‌دهی
	برگ پاشی عناصر کم‌مصرف	100 کیلوگرم در هکتار اوره به همراه 100 کیلوگرم در هکتار سولفات	
250 کیلوگرم در هکتار	اسیدآمیننه (غلظت پنج در هزار)	آمونیم	100 کیلوگرم در هکتار اوره
گوگرد+تیوباسیلوس	+	+	به همراه 100 کیلوگرم در
+	کود پتاسیم بالا (دو لیتر در هکتار -	اسید هیومیک (کودآبیاری)	هکتار سولفات آمونیوم
250 کیلوگرم در هکتار	برگ پاشی)	+	+
فسفات دی آمونیوم	+	سولوپتاس (کودآبیاری- 10 کیلوگرم	برگ پاشی پتاسیم
+	خسفر بالا (دو لیتر در هکتار برگ	در هکتار)	(سولوپتاس) با غلظت پنج در
100 کیلوگرم در هکتار	پاشی)	برگ پاشی عناصر کم‌مصرف (کود	هزار
سولفات پتاسیم	+	کامل عناصر غذایی کم‌مصرف با	
	اسید هیومیک (کودآبیاری- 10	غلظت پنج در هزار)	
	لیتر در هکتار)		

استان کرمانشاه

شرایط اقلیمی و خاکی مناطق مختلف استان کرمانشاه

استان کرمانشاه دارای چهار اقلیم شامل: اقلیم زمستانی سرد و تابستانی خشک، اقلیم نیمه خشک و استپی خنک، اقلیم نیمه خشک و استپی گرم و اقلیم زمستان ملایم و تابستان گرم و خشک می باشد. متوسط ارتفاع مناطق کوهستانی دو تا سه هزار متر و در بعضی از مناطق قله های بالاتر از سه هزار متر نیز مشاهده می گردد. اختلاف ارتفاع بین بلندترین و پست ترین نقطه استان بیش از 3270 متر و پست ترین نقطه استان، سومار با 270 متر ارتفاع از سطح دریا می باشد. از کل مساحت استان، 753 هزار و 900 هکتار به اراضی دشت اختصاص دارد. قسمت اعظم این دشت ها از نظر یکپارچگی، وسعت و حاصلخیزی نقش عمده ای در تولید محصولات زراعی، درآمد اقتصادی کشاورزان و ایجاد اشتغال دارد.

استان کرمانشاه به جهت دارابودن میانگین بارش سالانه بلندمدت 460 میلی متر و وجود جریانات سطحی دائمی و پُر آب نظیر قره سو، گاماسیاب، الوند، کنگیر، زمکان، سیروان، دینور و جامیشان و پتانسیل بسیار مناسب منابع خاکی (از کل 946 هزار و 872 هکتار اراضی استان، 626 هزار و 500 هکتار آن دارای مطالعات خاک شناسی و طبقه بندی اراضی می باشد و بالغ بر 71 درصد در کلاس های یک، دو و سه قرار می گیرند که کاملاً مناسب کشت آبی می باشد)، از هر لحاظ حائز شرایط بسیار مناسب جهت توسعه فعالیت های کشاورزی می باشد. استان کرمانشاه همواره در سطح کشور از نظر سطح و تولید زراعت گندم، جو، ذرت، نخود، چغندر قند و تولید دانه روغنی کلزا دارای رتبه های برتر می باشد.

جدول 64- شرایط و محدودیت های اقلیمی و منابع آب و خاک شهرستان های استان کرمانشاه برای

کشت کلزا

نوع اقلیم	شهرستان (ها)	وضعیت بارندگی	محدودیت های منابع آب	محدودیت های خاک	دماهای محدود کننده
سرد	1- سنقر	388-1 میلی متر 396-2 میلی متر	- کمبود منابع آب در زمان کشت (شهریورماه) تا شروع بارندگی های مؤثر پاییزه	- آهکی بودن خاک	- دمای زیر 10 درجه در زمان گلدهی کلزا
	2- کنگاور		- خشکسالی نسبتاً شدید در سال های اخیر (خشکسالی و ریزگردها)	- کمبود ماده آلی خاک	- سرمای زودرس پاییزه برای کشت های تأخیری
			- کمبود بارندگی در مرحله رشد زایشی کلزا (اردیبهشت و خرداد)	- تشکیل لایه سخت خاک در عمق 60-30 سانتی متری	محدود کننده زراعت کلزا می باشد
					- دمای زیر 10 درجه در صورت کشت

ادامه جدول 64- شرایط و محدودیت‌های اقلیمی و منابع آب و خاک شهرستان‌های استان کرمانشاه برای کشت کلزا

نوع اقلیم	شهرستان (ها)	وضعیت بارندگی	محدودیت‌های منابع آب	محدودیت‌های خاک	دماهای محدودکننده
معتدل سرد	1- صحنه	1- 473 میلی‌متر	- کمبود منابع آب در زمان	- آهکی بودن خاک	- دمای زیر 10 درجه در زمان گلدهی کلزا
	2- هرسین	2- 367 میلی‌متر	کشت (شهریورماه) دو تا	- کمبود ماده آلی	- سرمای زودرس پاییزه برای کشت‌های تأخیری
	3- کرمانشاه	3- 435 میلی‌متر	شروع بارندگی‌های مؤثر	خاک	محدودکننده زراعت کلزا می‌باشد
	4- روانسر	4- 526 میلی‌متر	پاییزه	- تشکیل لایه سخت	30 سانتی‌متری
	5- اسلام‌آباد غرب	5- 406 میلی‌متر	- خشکسالی نسبتاً شدید در	خاک در عمق 60-	- دمای زیر 10 درجه در صورت کشت تأخیری در برخی سال‌ها
	6- جوانرود	6- 717 میلی‌متر	سال‌های اخیر (خشکسالی و ریزگردها)		
	7- پاوه	7- 739 میلی‌متر			
	8- الاهیو	8- 499 میلی‌متر			
گرم	1- قصرشیرین	1- 402 میلی‌متر		- آهکی بودن خاک	- دمای زیر 10 درجه در زمان گلدهی کلزا (اواخر بهمن‌ماه)
	2- سرپل ذهاب	2- 449 میلی‌متر		خاک	- دمای بالا در زمان پرشدن دانه و رسیدگی از
	3- گیلانغرب	3- 444 میلی‌متر		- تشکیل لایه سخت	محدودیت‌های زراعت کلزا در مناطق گرم است
				خاک در عمق 60-	30 سانتی‌متری

مناسب‌ترین تاریخ کشت در شهرستان‌های استان کرمانشاه به شرح ذیل می‌باشد:

- شهرستان‌های سرد استان شامل سنقر و کنگاور: 20-10 شهریورماه
- شهرستان‌های معتدل سرد استان شامل کرمانشاه، روانسر، صحنه، هرسین و اسلام‌آباد: 20 شهریورماه تا هفته اول مهرماه
- شهرستان‌های گرم استان شامل قصرشیرین، سرپل ذهاب و گیلانغرب: اواسط تا اواخر آبان‌ماه

جدول 65- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در استان کرمانشاه

استان	ایستگاه	وضعیت	بافت	clay	silt	sand	CEC	SAR	EC	pH	OC
	%			%	meq/100g	dS/m					%
کرمانشاه	ماهیدشت	K=Mg	Si-C-L	30/4	53/8	15/8	26/3	2/95	0/93	7/85	1/01
کرمانشاه	مهرگان	K>Mg	C-L	36/15	43/35	20/5	38/1	2/12	0/95	7/68	1/23
کرمانشاه	اسلام‌آباد غرب	K<Mg	Si-C-L	38/6	55/5	5/4	32/5	1/42	0/65	7/8	0/98

جدول 66- غلظت عناصر غذایی خاک در استان کرمانشاه

Cu	Zn	Mn	Fe	Mg	K	P	Na	S	TNV	وضعیت	ایستگاه	استان
mg/kg												
2/36	0/86	7/5	4	412/5	392	12	5/82	34	31/5	K=Mg	ماهیدشت	کرمانشاه
1/55	0/8	6/75	4/9	269	335	8/44	3/32	23	15/15	K>Mg	مهرگان	کرمانشاه
2/32	0/6	8/75	155/4	415	300	11	2/84	24	15	K<Mg	اسلام‌آباد غرب	کرمانشاه

جدول 67- نتایج تجزیه آب آبیاری مورد استفاده در آبیاری کلزا در طول فصل رشد در استان

کرمانشاه

S.A.R	در صد سدیم محلول S.S.P.	meq/L							pH	T.D.S. mg/ L	EC dS/m	کلاس آب	مشخصات نمونه
		Sum Cations	Na ⁺	Ca+Mg	Sum Anions	SO ₄ ²⁻	CL ⁻	HCO ₃ ³⁻					
0/76	18/4	7/1	1/3	5/75	7/1	0/8	0/75	5/5	8/03	358	0/56	C2-S1	مهرگان
153	0/52	8/97	8	0/97	8	0/8	0/7	6/5	8/15	364	0/57	C2-S1	ایستگاه اسلام‌آباد

مدیریت تغذیه گیاهی و کوددهی کلزا در استان کرمانشاه

نیتروژن

در صورتی که در محیط کشت کلزا، گل جالیز وجود داشته باشد مناسب‌ترین کود نیترات آمونیوم می‌باشد، چرا که نیترات نقش بازدارندگی در رشد گل جالیز را دارد. برای کاهش هدررفت کود می‌توان کود نیتروژنه را پس از آبیاری اول و همراه با آبیاری دوم یا سوم مصرف کرد.

فسفر

غلظت فسفر مورد نیاز گیاه کلزا باتوجه به اقلیم و آهکی بودن خاک منطقه به میزان 100 کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل هم‌زمان با کشت کلزا به خاک مورد نیاز خواهد بود.

پتاسیم

میزان پتاسیم مورد نیاز کلزا به روش مصرف خاکی و با مصرف سولفات پتاسیم و یا کلرور پتاسیم و هم‌زمان با کشت مصرف شود. با توجه درصد بالای رس در خاک‌های کرمانشاه (بالای

30 درصد) و امکان تثبیت پتاسیم و همچنین نقش مهم پتاسیم در تحمل به تنش‌های محیطی در زراعت کلزا مقدار 50 تا 100 کیلوگرم سولفات پتاسیم موردنیاز خواهد بود.

کاربرد سرک بهاره کودهای شیمیایی در کلزای استان کرمانشاه

1- کاربرد 250 کیلوگرم در هکتار کود اوره در دو زمان برای عملکرد حدود 3 تن در هکتار. برای عملکردهای بیشتر باتوجه به وضعیت کربن آلی خاک، نیاز به حدود 350 کیلوگرم در هکتار اوره خواهد بود.

الف- 100 کیلوگرم در پایان مرحله روزت ب- 150 کیلوگرم در دو هفته بعد از پایان مرحله روزت.

* در صورت وجود سولفات آمونیوم و تأمین بخشی از گوگرد موردنیاز کلزا، بهتر است که در زمان‌های پایان مرحله روزت و دو هفته بعد از آن به جای 100 کیلوگرم اوره نسبت به کاربرد ترکیبی 150 کیلوگرم در هکتار سولفات آمونیوم + 50 کیلوگرم اوره و 50 کیلوگرم اوره در هکتار قبل از مرحله غنچه‌دهی.

* در صورت وجود گل جالیز در مزرعه کلزا به صورت کلی می‌توان از 300 کیلوگرم به جای 250 کیلوگرم در هکتار کودهای اوره یا نیتрат آمونیوم استفاده کرد.

در اقلیم گرم نسبت به سایر مناطق، 10 الی 15 درصد بیشتر از مقدار توصیه‌شده کود نیتروژن استفاده شود.

در صورت ضعف مزرعه و یا به‌منظور جبران خسارت سرمازدگی، کاربرد 50 کیلوگرم کود اوره در مرحله غنچه‌دهی کامل (قبل از گل‌دهی) در تمام مناطق.

کاربرد محلول‌پاشی در زراعت کلزای کرمانشاه

با توجه به احتمال سرمازدگی و همچنین عدم استفاده از کودهای پرمصرف در زمان کاشت همانند فسفر یا پتاسیم و همچنین تأمین نیاز کلزا به عناصر کم‌مصرف، یک یا دو مرحله محلول‌پاشی مزرعه کلزا به شرح ذیل ضرورت دارد:

محلول‌پاشی اول: محلول‌پاشی با فرمول کودی ترکیبی دو لیتر کود مایع فسفر بالا (10-10-50) + دو کیلوگرم کود پتاسیم بالا (12-12-36) + یک لیتر اسیدآمین + یک لیتر کود کامل عناصر کم‌مصرف + 200 سی‌سی مایع ظرف‌شویی در 400 لیتر آب در یک هکتار در مرحله

روزت پس از سرمای زمستانه (خروج از روزت، زمان تقریبی در مناطق گرم 15 الی 30 بهمن و مناطق معتدل 10 الی 15 اسفند و مناطق سرد 20 الی 30 اسفندماه).

محلول پاشی دوم: سه کیلوگرم سولوپتاس + دو کیلوگرم کود کامل 20-20-20 + یک کیلوگرم کود کامل کم مصرف + یک لیتر اسید آمینه + 200 سی سی مایع ظرف شویی در 400 لیتر آب در زمان های ساقه رفتن و غنچه دهی کامل یا قبل از گل دهی (دهه اول فروردین در مناطق سرد و معتدل سرد استان و قبل از گل دهی در مناطق گرم استان).
از انجام محلول پاشی در زمان گل دهی کلزا اکیداً خودداری شود.

منابع

- آذر مهر، ع، باقی، م. و ضیایی نسب، م. 1396. بررسی کاربرد عصاره جلبک دریایی و کود گوگرد سولفات بر عملکرد و برخی اجزای عملکرد کلزا پاییزه. نشریه پژوهش‌های کاربردی حاشیه کویر، 14: 165-155.
- ارزانش، م. ح، بنی عقیل، ن، قربانعلی، م. ل. و شهبازی، م. 1391. تأثیر باکتری‌های محرک رشد گیاه بر پارامترهای رشدی و غلظت عناصر کم‌مصرف در دو رقم کلزا تحت تنش شوری. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، 2(2): 163-153.
- ارزانش، م. ح، قرنجیک، ل. و عباسی، م. ر. 1391. کوددهی کلزا به‌منظور بالابردن کیفیت و عملکرد. 161 صفحه. انتشارات نوروزی. ترجمه کتاب Fertilizing for High Yield and Quality Oilseed Rape نویسنده Orlovius.
- آمارنامه کشاورزی، 1402. آمارنامه کشاورزی، جلد اول (زراعت) 1401. مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات، معاونت برنامه‌ریزی اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی.
- آئین، ا. و سرحدی، ج. 1394. زراعت کنجد در جنوب استان کرمان. نشریه شماره 1-94، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان.
- بای بوردی، ا. و نورقلی‌پور، ف. 1399. دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گلرنگ. نشریه شماره 587، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
- بلالی، م. ر، رضایی، ح. و مشیری، ف. 1393. وضعیت حاصلخیزی خاک‌های کشور و ضرورت ارتقای توان آن برای خدمات رسانی به تولیدات کشاورزی. ص 17-48 در کتاب: خاوازی، ک؛ و همکاران (نویسندگان). برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه در راستای افزایش خود اتکایی محصولات زراعی راهبردی. 1393-1404 جلد اول، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
- پاسبان اسلام، ب. 1395. رهیافت‌های کشت گلرنگ در اراضی کم‌بازده و لب‌شور دریاچه ارومیه، نشریه فنی 148. سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی.
- پورداد، س. 1396 الف. گلرنگ رقم سینا. مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور. نشر آموزش کشاورزی، 8 صفحه.
- پورداد، س. 1396 ب. گلرنگ رقم فرامان. مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور. نشر آموزش کشاورزی، 8 صفحه.

جباری، ح، پورداد، س، س، امیدی، ا، ح، نظری، م، ر، صادقی گرمارودی، ح، شهبازی، م، ر، نورقلی پور، ف، رضوی، ر، کیهانیان، ع، ا، کرمی نژاد، م، ر، جمشیدی مقدم، م، صفری، م، اکبری، م، و شریف نسب، ه، 1398، دستورالعمل فنی کشت گلرنگ (آبی و دیم)، نشریه فنی 57095، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ایران.

خادمی، ز، رضایی، ح، ملکوتی، م، ج، و مهاجر میلانی، پ، 1379 تغذیه بهینه کلزا گامی مؤثر در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت روغن (توصیه کودی برای تولید کنندگان کلزا در خاک‌های کشور)، نشریه شماره 142، نشر آموزش کشاورزی، کرج، ایران.

خودشناس، م، ع، قدبیک لو، ج، نورقلی پور، ف، 1401، تأثیر مواد محرک رشد گیاهی بر عملکرد و اجزاء عملکرد کلزا نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، (36) 3: 225-241، روشنی، ق، و مفیدی خواجه، ع، 1391، نقشه پراکنش روی قابل جذب در اراضی تحت کشت گندم در استان گلستان، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان گلستان، گزارش نهایی به شماره 1523 سازمان تحقیقات کشاورزی.

روشنی، ق، و مفیدی خواجه، ع، 1391، نقشه پراکنش فسفر قابل جذب در اراضی تحت کشت گندم در استان گلستان، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان گلستان، روشنی، ق، و مفیدی خواجه، ع، 1391، نقشه پراکنش کربن آلی خاک در اراضی تحت کشت گندم در استان گلستان، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان گلستان، روشنی، ق، و مفیدی خواجه، ع، 1391، نقشه پراکنش منگنز قابل جذب در اراضی تحت کشت گندم در استان گلستان، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان گلستان، روشنی، ق، و مفیدی خواجه، ع، 1391، نقشه پراکنش هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (EC) در اراضی تحت کشت گندم در استان گلستان، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان گلستان.

زلفی باوریانی، م، نورقلی پور، ف، غفاری نژاد، س، ع، رفیع، م، ر، رجایی، م، و حقیقت نیا، ح، 1399، دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه کنجد، نشریه شماره 589، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

شهبازی، ک، و بشارتی، ح، 1392، بررسی اجمالی وضعیت حاصلخیزی خاک‌های کشاورزی ایران، نشریه مدیریت اراضی، 1(1)، 1-16.

شیرانی، راد، ا، ح، علیزاده، ب، امیری اوغان، ح، جباری، ح، رودی، د، کیهانیان، ع، ا، رحمانپور، س، نورقلی پور، ف، ایوانی، ا، ملک احمدی، ه، رضوی، ر، و دولت پرست، ب، 1399، دستورالعمل

فنی تولید کلزا در کشور، دستور العمل فنی ترویجی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ایران.

صفاری، ح، مشیری، ف، کشاورز، پ، و زاهدی فرد، ن، 1400. ماده آلی خاک و جایگاه آن در کشاورزی ایران بررسی وضع موجود، تحلیل مسائل و محدودیت‌ها، ارائه راهکارها، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، انتشارات سنا.

صمدی، ا، 1355. نباتات صنعتی (گیاهان لیفی و روغنی). انتشارات دانشگاه جندی شاپور اهواز، 275.

طهرانی، م، م، 1394. مدیریت تغذیه گیاه گندم در شرایط تنش سرما، مؤسسه تحقیقات خاک و آب.

طهرانی، م، م، 1399. تأثیر سیلیسیم و باکتری‌های محرک رشد گیاه بر پاسخ‌های تغذیه‌ای گندم و سورگوم، شکل‌های شیمیایی سیلیسیم و فراهمی فسفر خاک، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب.

طهرانی، م، م، مشیری، ف، غیبی، م، ن، رضایی، ح، کشاورز، پ، داوودی، م، ح، ضیاییان، ع، ح، نورقلی پور، ف، مجیدی، ع، حسینی، س، م، سعادت، س، رحمانی، ه، خادمی، ز، بلالی، م، ر، و مستشاری، م، 1394. برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه (جلد دوم)، انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب ایران، 418.

عسگری، ع، و حسینی، ی، 1401. کاشت، داشت و برداشت کنجد در استان هرمزگان، نشر آموزش کشاورزی، معاونت آموزش و ترویج سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. قادری، ن، علمایی، م، ارزانش، م، ح، قربانی نصرآبادی، ر، غزاییان، م، و سبطی، م، 1392. تأثیر جدایه‌های مختلف باکتری آزوسپریلوم بر عملکرد و جذب عناصر نیتروژن و فسفر و پتاسیم گیاه کلزا، دانش آب و خاک دانشگاه تبریز، (1)23: 259-273.

کشاورز، پ، داوودی، م، ح، رجب‌پور، ب، و خوازی، ک، 1393. مواد آلی، اهمیت و راهکارهای حفظ و ارتقای آن در خاک‌های زراعی کشور (در: خوازی، ک، بلالی، م، ر، بازرگان، ک، طهرانی، م، م، رضایی، ح، اسدی رحمانی، ه، غیبی، م، ن، داوودی، م، ح، سعادت، س، مشیری، ف، و دواتگر، ن، 1404. برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه 1404-1393، کرج مؤسسه تحقیقات خاک و آب، 69-49.

- کشاورز، پ.، فروهر، م.، ملکی، ص. و عطاردی، ب. 1402. سیمای وضعیت و مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه خراسان رضوی. گزارش فنی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، در حال چاپ.
- مشیری، ف.، صفاری، ح.، کشاورز، پ. و زاهدی، فر. ن. 1400. ماده آلی خاک و جایگاه آن در کشاورزی ایران. بررسی وضع موجود، تحلیل مسائل و محدودیت‌ها، ارائه راهکارها. نشریه شماره 608. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
- ملکوتی، م. ج.، مشیری، ف. و غیبی، م. ن. 1384. حد مطلوب غلظت عناصر غذایی در خاک و برخی محصولات زراعی و باغی (بخش اول: محصولات زراعی). نشریه فنی 405. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
- ملکوتی، م. ج. و ریاضی همدانی، ع. ح. 1370. کودها و حاصلخیزی خاک (ترجمه). چاپ اول. مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ایران: 801.
- ملکوتی، م. ج. و سپهر، ا. 1382. تغذیه بهینه دانه‌های روغنی "گامی مؤثر در نیل به خود کفایی روغن در کشور". انتشارات خانیران، 452.
- ملکوتی، م. ج. و غیبی، م. ن. 1379. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی در محصولات استراتژیک کشور. نشر آموزش کشاورزی، کرج، ایران، 92.
- ملکوتی، م. ج. 1397. مصرف بهینه کود برای تولید محصولات کشاورزی سالم: تعیین مقدار، نوع و زمان مصرف کودها برای دستیابی به خودکفایی نسبی، امنیت غذایی و افزایش درآمد کشاورزان. "چاپ چهارم با تجدید نظر کلی". خانه کشاورز، انتشارات مبلغان - تهران، ایران، (104): 449.
- ملکوتی، م. ج.، کشاورز، پ. و کریمیان، ن. 1387. روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس تهران، 680.
- میرزاپور، م. ه. و نورقلی‌پور، ف. 1401. اثر برخی مواد محرک رشد گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در خاک آهکی شور. مجله پژوهش‌های خاک، 36 (2): 163-177.
- میرزاپور، م. ه.، جمشیدی، م.، خاکی، ح.، کوچه‌باغی، الف. ح.، نایینی، م. ر.، خوارزمی، ر. و پورمروی، م. ص. 1402. تعیین پراکنش عناصر غذایی و برخی ویژگی‌های خاک در اراضی تحت کشت استان قم. گزارش نهایی. شماره فروست 64338. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
- میرزاشاهی، ک. و بازرگان، ک. 1394. مدیریت ماده آلی خاک. نشریه فنی شماره 535. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، 16.
- میرزاشاهی، ک. 1393. تأثیر نیتروژن، گوگرد، روی و بور بر عملکرد و اجزا عملکرد کلزا و کارایی مصرف نیتروژن. مجله پژوهش‌های خاک، 2 (2): 255-264.

- میرزاشاهی، ک. 1394. امنیت غذایی با مدیریت پایدار اراضی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، 101 ص.
- میرزاشاهی، ک. 1396. بررسی ادواری کربن آلی خاک در دشت خوزستان و ارائه راهکارهای ترویجی، نشریه علمی ترویجی مدیریت اراضی، 5 (1): 1-12.
- میرزاشاهی، ک. سعادت، س. 1389. تأثیر مواد آلی مختلف بر عملکرد کلزا و برخی خصوصیات خاک در شمال خوزستان. مجله پژوهش‌های خاک، 24 (1): 21-29.
- میرزاشاهی، ک. سلیم‌پور، س. و پاک‌نژاد، ع. 1394. توصیه‌های کودی محصولات زراعی و باغی در شمال استان خوزستان. نشریه فنی شماره 536. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، 60.
- نورقلی پور، ف. حسینی، ی.، منتجبی، ن. ا. و مطلبی، فر. ر. 1402. تغذیه تلفیقی گلرنگ در مزارع استان‌های اصفهان، فارس و آذربایجان شرقی. گزارش سالیانه پروژه تحقیقی - توسعه‌ای ملی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
- نورقلی پور، ف. محمدنژاد، ی.، محمودی نژاد، س. ح.، خودشناس، م.، پسندیده، م. و رمضانپور، م. ر. 1400. شناخت وضعیت تغذیه‌ای کلزا در مناطق مهم کشور. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی 61181. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
- نورقلی پور، ف. جعفرنژادی، ع.، محمدنژاد، ی.، پسندیده، م.، سلیم پور، س.، ارزنانش، م. ح.، افضل، م.، اسدی جلودار، ا.، بابیوردی، ا.، منتجبی، ن.، زلفی باوریانی، م.، کشاورز، پ.، میرزاشاهی، ک. قادری، ج. س.، حسینی، س. م. و سیل‌سپور، س. 1399. تغذیه تلفیقی کلزا در برخی از مزارع مناطق گرم و سرد کشور (پایلوت اول تغذیه کلزا). گزارش نهایی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
- نورقلی پور، ف. رضایی، ح.، میرزاشاهی، ک.، حقیقت نیا، ح.، رمضانپور، م. ر.، ارزنانش، م. ح.، اسدی رحمانی، ه.، میرزاپور، م. ه.، زمانی، ص.، محمدی کیا، ص. و افضل، م. 1393. دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه کلزا. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
- نورقلی پور، ف.، جعفرنژادی، ع.، غزائیان، م.، ضیائیان، ع. ح.، حسینی، س. م.، دادپور، م.، رمضان پور، م. ر.، منتجبی، ن.، خودشناس، م. ع.، غفاریان مقرب، م. ه.، اخینانی، ا.، سلیمانی، ر.، چراتی، ع.، قاسمی، ج.، خاوری بامری، ع.، جمشیدی مقدم، م.، عسگری، ر.، محمودی، ع.، خرمانی، ص.، حمیدی، ح.، غریب گرد، م.، اسلام‌مهر، ر.، نوروزی، ع.، قاسمی، ع.، فتحعلیان، س.، مرادی، پ.، ربیعی، ف.، احمدی، م. ر.، خلجی، ا. و حاجی خانی، س. 1401. مقایسه مدیریت تغذیه تلفیقی

کلزا با مدیریت مرسوم در مزارع بهره‌برداران در برخی از نقاط کشور (پایلوت دوم تغذیه کلزا)، گزارش نهایی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب و مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. نورقلی‌پور، ف.، احمدیان، م.، کلامیان، س. و ختار، م. 1402. گزارش سالیانه پروژه ملی مدیریت تغذیه فسفر و گوگرد کلزا به طریق محلول‌پاشی و کودآبیاری در مزارع زارعین. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران. نویدی، م. ن.، سید جلالی، س. ع.، زین‌الدینی، ع.، سید محمدی، ج.، اسکندری، م.، محمد اسماعیل، ز.، دل‌سوز خاکی، ب.، افتخاری، ک.، جمشیدی، م.، ابراهیمی، ف.، وفابخش، ج. و چراتی آرائی، ع. 1398. ارزیابی تناسب اراضی محصولات زراعی و باغی استان مازندران.

Agriculture and Food. 2019. Critical nutrient levels for canola in Western Australia.

<https://www.agric.wa.gov.au/soil-nutrients/critical-nutrient-levels-canola-western-australia?page=0%2C2>.

Banwart, S. A., Black, H., Cai, Z., Gicheru, P. T., Joosten, H., Victoria, R. L., Milne, E., Noellemeyer, E. and Pascual, U. 2015. The global challenge for soil carbon. In: Banwart, S.A. and Noellemeyer, E. (eds.). Soil carbon: science, management and policy for multiple benefits. CABI Int.

Bölükbaşı, E. and Karakaş, M. 2023. Modeling DNA Methylation Profiles and Epigenetic Analysis of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Seedlings Exposed to Copper Heavy Metal. *Toxics*, 11(3), p.255.

Canola council of Canada. 2024. Micronutrients. canola encyclopedia, nutrient management , micronutrients. <https://www.canolacouncil.org/canola-encyclopedia/fertility/micronutrients/>.

Dewan, M. L. and Famouri, J. 1964. The Soils of Iran. FAO Marschner, H. ed., 2011. Marschner's mineral nutrition of higher plants. Academic press.

FAI. 2012. Biofertilizer statistics. The Fertilizer Association of India, New Delhi.

Mirzashahi, K., Pishdar Faradaneh., M and Nourgholipour., F. 2010. Effects different rates of nitrogen and sulphur application on canola yield in north Khuzestan. *Journal of Research in Agriculture Science*. 6(2): 107-112.

Norton, R. 2013. 4R canola nutrition. International Plant Nutrition Institute. 4-21.

Norton, R. 2013. Canola tecnology update for growers and advisors. International Plant Nutrition Institute.

Patel, M.K. and Ghanshyam, C. 2020. Fundamentals of electrostatic spraying: basic concepts and engineering practices. In *Environmental and Agricultural Informatics: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 79-107). IGI Global.

Vanlauwe, B., Kihara, J., Chivenge, P., Pypers, P., Coe, R. and Six, J. 2011. Agronomic use efficiency of N fertilizer in maize-based systems in subSaharan

- Africa within the context of Integrated Soil Fertility Management. *Plant and Soil* (339): 35-50.
- Wesley, H. 2015. Sulphur influence in canola production. *Agronomic Technical Bulletin*. Tiger- Sul Products (Canada) Co.
- Zhang, X., Lin, F., Jiang, Y., Wang, K. and Feng, X. L. 2008. Variability of total and available copper concentrations in relation to land use and soil properties in Yangtz river deltab of China. *Journal of Environmental Assess.*
- Zhaohai,B., Li, H., Yang, X. and Zhou, B. 2013. The critical soil P levels for crop yield, soil fertility and environmental safety in different soil types. *Plant and Soil*, 10:11104-111013.

پیوست‌ها

- نکات فنی عمومی برای محلول‌پاشی

- اسیدیته محلول مصرفی باید در حد خنثی و بین (6-7) باشد. در صورت نیاز به تغییر pH محلول می‌توان از یک اسید یا باز ضعیف برای تغییر اسیدیته استفاده کرد.
- بهترین تأثیر محلول‌پاشی زمانی است که محلول به‌صورت ریز مه‌پاشی شود که این عمل را می‌توان از طریق افزایش فشار محلول‌پاشی یا با استفاده از پمپ‌های بوم دار با نازل‌های واژگون که محلول را با زاویه 45 درجه روی گیاه می‌پاشند انجام داد.
- به‌احتمال اثر برهم‌کنشی ترکیبات محلول کودی نیز بایستی توجه کرد. برخی مواد با هم ناسازگار نیستند و نباید با هم مخلوط شوند. این ترکیبات ممکن است رسوب ایجاد کنند که باعث گرفتگی نازل‌ها می‌شوند. مقداری از مواد را در یک شیشه با آب مخلوط کنید و آن را تکان دهید بعد از مدتی اگر هیچ‌گونه رسوبی ندیدید آنگاه محلول‌پاشی را انجام دهید.
- محلول‌پاشی باید صبح زود یا عصر، هنگامی که نور خورشید مایل است انجام گیرد.
- به محلول کودی تهیه‌شده، ماده سیتوویت یا مایع ظرف‌شویی به غلظت 0/2 در هزار (200 میلی‌لیتر در 1000 لیتر آب) اضافه گردد. این کار باعث کاهش نیروی کشش سطحی آب شده در نتیجه قطرات آب حالت پخشیده به خود گرفته و سطح تماس برگ با ذرات کودی بیشتر شده و در نتیجه میزان جذب برگ‌ها افزایش می‌یابد.
- هنگام محلول‌پاشی سرعت وزش باد باید حداقل باشد.
- برای محلول‌پاشی از آب غیر شور (هدایت الکتریکی کمتر از 1/5 دسی‌زیمنس بر متر) استفاده کنید. چنانچه از نازل سم‌پاشی به همراه شیلنگ استفاده می‌کنید جهت محلول‌پاشی به نحوی باشد که ذرات محلول به‌طور غیرمستقیم و آرام روی بوته پاشیده شود.
- پس از انجام محلول‌پاشی با حداقل فاصله زمانی، آبیاری مزرعه انجام گیرد. همچنین، به دلیل شستشوی عناصر غذایی از سطح برگ‌ها حداقل تا 24 ساعت بعد از محلول‌پاشی نباید بارندگی رخ دهد.
- حرارت محیط در هنگام محلول‌پاشی پایین‌تر از 29 درجه سانتی‌گراد باشد.
- تهیه محلول بسیار رقیقی از محلول کودی توصیه می‌شود. محلول‌های با غلظت بالا، سوزش برگ‌ها ایجاد می‌کنند.

- برای اطمینان از صحت انجام عملیات فوق پیشنهاد می‌گردد کود موردنظر را با غلظت مربوطه تهیه و در قطعه کوچکی از مزرعه برگ‌پاشی نمود. در صورت عدم ظهور علائم برگ‌سوزی، پس از سه روز در گیاه در تمام سطح مزرعه، برگ‌پاشی انجام پذیرد. در اراضی شور از کود عناصر کم‌مصرف بدون بور استفاده شود.

- برای محلول‌پاشی هم‌زمان کود و سم، آزمون اختلاط انجام شود.

- محلول‌پاشی برگ‌ی بیشتر به‌عنوان یک ابزار موقتی و اضطراری استفاده می‌شود. به‌عبارت‌دیگر موارد استعمال کوددهی از طریق برگ به دنبال کوددهی از طریق خاک و برطرف نمودن کمبودهای نهفته و مبارزه با کمبودهای شدید عناصر غذایی کم‌مصرف می‌باشد (Kianci و Gulmezoglu, 2007).

- عناصر کم‌مصرف به‌طور کلی از طریق خاک و یا محلول‌پاشی مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ اما، تصمیم‌گیری در خصوص کاربرد عناصر کم‌مصرف به دو روش مزبور، منوط به‌سهولت کاربرد و مسائل اقتصادی می‌باشد (Jones و Jacobsen, 2009).

- قبل از محلول‌پاشی با کود، دستگاه سم‌پاش از بابت باقی‌مانده سموم شستشو گردد.
- به هر تانکر 350-400 لیتری، 70 تا 80 میلی لیتر (سی سی) سیتویت (مایع ظرفشویی) اضافه گردد.

مواردی که در توصیه کودی پیش کشت و یا در دوره رویشی کلزا دارای اهمیت است.
باتوجه‌به مطالعات انجام‌شده در کشور و باتوجه‌به یافته‌های حاصل از بازدیدهای میدانی سال‌های اخیر، نکات زیر برای توصیه‌های کودی و مدیریت تغذیه‌ای در مزارع کلزا پیشنهاد می‌گردد:

موارد مربوط به پیش کشت

- انجام آزمون خاک به‌منظور مصرف متعادل کودهای نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم و عناصر کم‌مصرف آهن، منگنز و روی ضروری است.
- کاربرد مواد آلی از منابع مختلف در مزارع کلزا بخصوص در مناطق سرد مواجه با تنش سرما بسیار مفید خواهد بود.

- توجه گردد که عناصر کودی موردنیاز کلزا که بر اساس آزمون خاک، کمبود آن‌ها محرز شده، بهتر است در مرحله آماده‌سازی زمین به مقدار مناسب استفاده گردد؛ چراکه در مراحل بعد ممکن است فرصت کافی برای جبران کمبود وجود نداشته باشد (غیر از نیتروژن که حتماً باید مصرف آن به‌صورت تقسیتی باشد).
- در مناطق مواجه با تنش‌های محیطی ازجمله شوری، خشکی و سرما، از روش بذر مال، استفاده نموده و بذرها با ترکیبات مناسب کودی مخصوص بذر مال، آغشته گردند. ترکیب اصلی این مواد هیومیک می‌باشد. بذر مصرفی پس از آغشته شدن به کودها، روی یک سطح تمیز در سایه به مدت 20 دقیقه پهن‌شده تا کمی خشک شود و بعد از آن اقدام به کشت گردد.
- توجه به مقدار و به‌ویژه مراحل مصرف کود نیتروژنی برای کلزا بسیار حیاتی است. مصرف کود پایه نیتروژن در کشت کلزا در مناطق سرد و معتدل سرد به‌هیچ‌عنوان حذف نگردد. حذف نیتروژن در مرحله اولیه رشد، باعث تأخیر در رشد و دیر رسیدن گیاه به مرحله هشت‌برگی و افزایش احتمال سرمازدگی خواهد شد.
- اگر در زمان پیش از کشت کود نیتروژن مصرف نشده است، بهتر است در آبیاری دوم، مصرف شود. در سرک‌ها، حتماً اوره همراه با سولفات آمونیوم مصرف گردد. توصیه اکید به مصرف سرک توأم سولفات آمونیوم و اوره طی حداقل دو مرحله در طول دوره داشت (خروج از روزت و انتهای غنچه‌دهی) می‌باشد. مصرف سولفات آمونیوم در مرحله پیش کشت یا آب دوم نیز می‌تواند انجام شود، اما بهتر است مصرف آن به مرحله کوددهی سرک در مرحله شروع ساقه‌دهی و انتهای غنچه‌دهی موکول گردد.
- مصرف پتاسیم به‌صورت پیش کشت از منبع سولفات پتاسیم و نیز کاربرد پتاسیم از منابع محلول مثل سولو پتاس همراه با سرک نیتروژن در مراحل خروج از روزت و انتهای غنچه‌دهی توصیه می‌گردد. در مناطق غیر شور کاربرد کلرور پتاسیم به‌صورت پیش کشت نیز قابل توصیه است و برای مواردی که زارع پیش کشت، پتاسیم مصرف ننموده است، می‌تواند به‌صورت سرک مصرف شود.
- توجه به نتایج آزمون خاک حتماً در مرحله آماده‌سازی زمین از مقدار مناسب کود سوپر فسفات تریپل استفاده گردد. مصرف کود فسفر در مناطق سرد برای رشد اولیه مناسب اندام هوایی و ریشه و افزایش تحمل به تنش سرما، ضروری است. کاربرد کود فسفر در مرحله پیش کشت اقتصادی‌تر می‌باشد چرا که برای فرایند جبران آن در دوره رشد رویشی نیاز به کاربرد منابع محلول می‌باشد که قیمت آنها بیشتر است. در نظر داشته باشیم که بر اساس نمونه‌های

خاک تهیه شده از استان های مختلف کشور پس از نیتروژن، بیشترین کمبود مربوط به فسفر است و وظایف این عنصر در گیاه قابل جایگزینی با عنصر دیگری نیست.

- مصرف پایه 250 کیلوگرم گوگرد بنتونیت دار یا آلی همراه با مایه تلقیح تیوباسیلوس توصیه می گردد. در صورت عدم مصرف گوگرد در ابتدای کشت، حتماً در سرک ها (خروج از روزت و انتهای غنچه دهی) از سولفات آمونیوم همراه اوره استفاده گردد. در صورت عدم مصرف سولفات آمونیوم به صورت سرک، این کود می تواند به صورت محلول پاشی به مقدار 3-4 کیلوگرم از کود سولفات آمونیوم (برای تأمین گوگرد) با 3 کیلوگرم از کود فسفر دار محلول (مثل 25-25-5 یا 10-52-10) مخلوط و برای هر هکتار (تانکر 350-400 لیتر) مصرف نمود (نورقلی پور و همکاران، 1401). برای این ترکیب و سایر ترکیبات معدنی استفاده شده برای محلول پاشی، نصف لیوان سر خالی (حدود 80 سی سی) ماده سیتوتیت یا مایع ظرفشویی مصرف گردد. در صورت عدم مصرف گوگرد در مرحله پیش کشت، می توان از کود گوگرد مایع به مقدار سه تا پنج لیتر در هکتار با 400 لیتر آب در مرحله خروج از روزت و یا قبل از غنچه دهی یا به صورت کودآبیاری به مقدار 10-15 لیتر در هکتار از طریق شیر بشکه در مرحله 5-6 برگی و مرحله خروج از روزت استفاده نمود.

- در مورد عناصر کم مصرف، در صورتی که نتایج آزمون خاک وجود دارد برای شرایط کمبود شدید علاوه بر مصرف خاکی پیش از کشت از محلول پاشی این ترکیبات نیز استفاده گردد. سولفات روی، منگنز و مس قابلیت کاربرد خاکی دارد، اما سولفات آهن به صورت خاک کاربرد توصیه نمی گردد. در صورتی که برای مزرعه آزمون خاک وجود ندارد، محلول پاشی کود کامل عناصر کم مصرف (حاوی روی، آهن و منگنز) از منبع سولفات در مرحله خروج از روزت و نیز غنچه دهی توصیه می گردد. در مناطق شور، بور در ترکیب کودی نباشد.

دوره رشد رویشی (مرحله داشت)

- مصرف پتاسیم به صورت پیش کشت از منبع سولفات پتاسیم و نیز کاربرد پتاسیم از منابع محلول مثل سولو پتاس یا در اراضی غیر شور کاربرد سولو پتاس، همراه با سرک نیتروژن در مراحل خروج از روزت و انتهای غنچه دهی توصیه می گردد. در زمان کاربرد سرک کود نیتروژن به ازای هر 50 کیلو کود اوره مقدار 5-10 کیلوگرم کود کلرور پتاسیم (در مناطق غیر شور) یا از

منابع محلول دیگر همراه کود نیتروژن مصرف گردد (اگر چه مقدار پتاسیم در خاک بیشتر از 200 میلی گرم در کیلوگرم باشد).

- در صورتی که در مرحله پیش کشت، کود فسفر از منبع و مقدار مناسب مصرف نشده، حتماً در مرحله چهاربرگی و یا خروج از روزت، کمبود آن با کودآبیاری یا محلول پاشی از منابع محلول جبران گردد، زیرا در غیر این صورت افزایش احتمال سرمازدگی، کاهش گلدهی و کاهش عملکرد دانه، حتمی است. در صورت تأمین کافی فسفر در مرحله پیش کشت، نیاز به کاربرد ترکیبات با فسفر بالا در مرحله داشت نخواهد بود.

- در کشت‌های تأخیری (پنج تا هفت روز)، مقدار 15 درصد بر میزان مصرف کود اوره در مرحله پیش کشت و یا آب آبیاری دوم افزوده شود. در مراحل بعدی رشد نیز به دستورالعمل‌های ارائه شده از مؤسسه تحقیقات خاک و آب توجه گردد.

- برای بازتوانی کلزا پس از وقوع سرمازدگی، یا خسارت ناشی از پرنندگان، بهتر است برای جبران از بین رفتن اندام هوایی گیاه، پس از شروع رشد در اواخر زمستان، نسبت به مصرف نیتروژن و پتاسیم اقدام گردد. در این وضعیت برای جبران خسارت حدود 10 تا 15 درصد نیتروژن بیشتر، نسبت به شرایط عادی مصرف گردد تا گیاه سریع‌تر بتواند اندام از دست رفته را جایگزین نماید. محلول پاشی ترکیبات حاوی عناصر کم مصرف از جمله عنصر روی نیز مفید خواهد بود. پس از کود دهی حتماً آبیاری انجام گیرد. در صورت بروز تگرگ کود دهی تکرار و آبیاری انجام گیرد.

- توصیه اکید آن است که از کودهای مورد تأیید وزارت جهاد کشاورزی و مؤسسه تحقیقات خاک و آب استفاده شود و از کاربرد کودهای متفرقه و بدون مشخصات ثبت خودداری گردد.

- انجام آبیاری صحیح و هماهنگی دوره کوددهی با مصرف آبیاری و جلوگیری از غرقاب کردن مزرعه توصیه می‌گردد. مصرف کود بدون آبیاری مؤثر نخواهد بود. در مناطق دیم کوددهی با اطلاعات هواشناسی مناطق برای بارندگی هماهنگ گردد.

توصیه کودی کلزا برای شرایط خاص (رشد پیش از موعد کلزا و گلرنگ دی ماه 1402)

الف) توصیه‌های تغذیه‌ای در شرایط موجود کشور در مزارع کلزای آبی

این توصیه برای شرایطی است که گیاه زودتر از موعد به مرحله رشدی بعدی برود (به دلیل گرمای بیشتر منطقه و تغییر اقلیم و دریافت GDD لازم از سوی گیاه)

استان‌های معتدل گرم تا گرم

باتوجه به افزایش سرعت رشد به دلیل دمای غیرعادی و کوتاه شدن زمان دوره‌های رشد موارد زیر در مصرف کودها توصیه می‌گردد:

(1) با توجه به احتمال بروز تنش شدید خشکی به دلیل کاهش بارندگی و افزایش دمای هوا، آبیاری سبک در روزهایی که بر اساس پیش‌بینی سازمان هواشناسی کشور مصادف با بروز تنش سرمای شدید نباشد می‌تواند انجام گیرد. در هر حال باید توجه کرد که آبیاری‌ها در زمان بروز علایم بصری تنش خشکی انجام گیرد.

(2) باتوجه به این که ارقام مناطق گرم، GDD لازم برای گذر به مراحل بعدی رشد را به دست آورده‌اند در صورتی که آبیاری انجام می‌شود مصرف حداکثر 50 کیلوگرم در هکتار اوره (در صورت امکان سولفات آمونیوم جایگزین آن گردد این کود حتماً همراه پتاسیم مصرف شود). از مصرف زیاد کودهای نیتروژنه در یک نوبت اجتناب گردد و سعی شود این کودها به صورت تقسیط بیشتر و به همراه کودهای پتاسیمی مصرف گردد (بعد از دی ماه).

(3) در فاصله 10 روز از مصرف کودهای نیتروژنه، تنش سرمای شدید پیش‌بینی نشده باشد.
(4) سرک کلرور پتاسیم به همراه کودهای نیتروژنه در شرایط غیر شور به مقدار 30-40 کیلوگرم در هکتار به صورت کودآبیاری و در شرایط شور کاربرد ترکیبات محلول پتاسیم حاوی بنیان سولفات قبل از آبیاری بسیار مؤثر است. سولفات موجود در این ترکیبات علاوه بر نقش تغذیه‌ای در کاهش اثرات تنش‌ها مؤثر خواهد بود. محلول پاشی سه کیلوگرم در هکتار کود حاوی پتاسیم سولفات پتاسیم محلول در آب یا پتاسیم مایع نیز مؤثر خواهد بود.

(5) در صورتی که در مرحله پیش کشت فسفر به مقدار کافی استفاده نشده، مصرف کودآبیاری یا محلول پاشی آن از ترکیبات حاوی فسفر و پتاسیم بیشتر می‌تواند انجام گیرد مثل 25-25-5 حاوی یک درصد روی یا 34-52-0 در ترکیب با اسید آمینه و سولفات آمونیوم.

(6) محلول پاشی اسیدهای آمینه به همراه پتاسیم محلول هر یک با غلظت دو در هزار در این شرایط می‌تواند مؤثر باشد.

(7) در برنامه محلول پاشی، کاربرد عناصر کم مصرف به صورت کامل می‌تواند در ترکیب با محلول پاشی ترکیبات پتاسیمی و یا اسید آمینه استفاده گردد. در شرایط شور بدون بور مصرف گردد.

• موارد اشاره شده برای مزارعی است که امکان آبیاری در آنها مقدور باشد. برای مزارع گرمسیر بدون امکان آبیاری در شرایط زمانی فعلی باید از برنامه کوددهی منطبق با بارندگی برای ترکیبات اشاره شده برای سرک و محلول پاشی استفاده نمود.

استان‌های معتدل سرد تا سرد

1) در صورتی که کلزا در شرایط توقف رشد یا رشد اندک پس از روزت است از مصرف کودهای نیتروژنه به دلیل افزایش خسارت تنش سرما اجتناب گردد. در صورتی که هنوز رشد ادامه دارد از کلرورپتاسیم به صورت سرک (30-40 کیلوگرم در هکتار) در اراضی غیر شور استفاده گردد.

2) محلول پاشی اسیدهای آمینه به همراه سولفات پتاسیم یا سولو پتاس (هر یک با غلظت دو در هزار) در مرحله 5-6 برگی، در صورتیکه مزرعه در شرایط مناسب رطوبتی قرار داشته باشد توصیه می گردد. سولفات موجود در این ترکیبات علاوه بر نقش تغذیه‌ای در کاهش اثرات تنش‌ها مؤثر خواهد بود. کود آبیاری ترکیبات هیومیکی نیز توصیه می‌شود.

3) در صورتی که در مرحله پیش کشت فسفر به مقدار کافی استفاده نشده، مصرف کودآبیاری (در آبیاری دوم یا 3-4 برگی و مرحله خروج از روزت) یا محلول پاشی آن (در مرحله 5-6 برگی و مرحله خروج از روزت) از ترکیبات حاوی فسفر و پتاسیم بیشتر می‌تواند انجام گیرد مثل 0-52-34 (در صورت عدم دسترسی از ترکیب 5-25-25 حاوی یک درصد روی همراه اسید آمینه با غلظت دو در هزار استفاده گردد).

4) برای مزرعه در شرایط فعلی جلبک دریایی استفاده نگردد.

5) محلول پاشی سه کیلوگرم در هکتار کود حاوی پتاسیم (سولفات پتاسیم محلول در آب یا پتاسیم مایع)

موارد اشاره شده برای مزارعی است که امکان آبیاری در آنها در وضعیت فعلی مقدور باشد. برای مزارع سردسیر بدون امکان آبیاری در شرایط زمانی فعلی باید از برنامه کوددهی منطبق با بارندگی برای ترکیبات اشاره شده برای سرک و محلول پاشی استفاده نمود. در زمان کاربرد کودهای توصیه شده دمای هوا زیر 15 درجه سانتی‌گراد نباشد و برای محلول پاشی دمای هوا حداقل بین 18 تا 20 درجه سانتی‌گراد باشد.

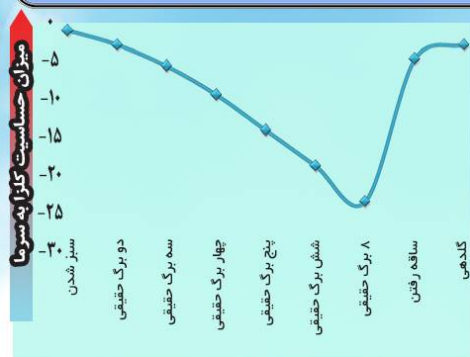
ب) توصیه‌های تغذیه‌ای در شرایط موجود کشور در مزارع کلزای دیم

اقلیم‌های گرم، معتدل سرد و سرد

1. در مناطق گرمسیر دیم مصرف سرک اوره و محلول‌پاشی ترکیبات حاوی اسیدآمینه در مرحله خروج از روزت باتوجه‌به پیش‌بینی بارندگی مؤثر (25 میلی متر) انجام شود و از مصرف سرک در بارش‌های کم اجتناب گردد.
2. محلول‌پاشی سه کیلوگرم در هکتار کود حاوی پتاسیم (سولفات پتاسیم محلول در آب یا پتاسیم مایع) در مرحله 5-6 برگی (در صورتیکه مزرعه در شرایط مناسب رطوبتی قرار داشته باشد)

مدیریت کاهش خسارت سرما در کلزا با استفاده از شیوه های تغذیه گیاه

کلزای پائیزه در مقایسه با گندم و جو مقاومت کمتری به سرمازدگی دارد. در پاییز افت دما بر سرعت رشد و فتوسنتز گیاه تاثیر سو، دارد، اما اثر سو، آن بر سرعت رشد گیاه بیشتر از فتوسنتز می باشد، در نتیجه مازاد مواد فتوسنتزی گیاه در طوقه و ریشه آن ذخیره می شود. از اواخر زمستان به سمت بهار، دمای هوا افزایش می یابد و این افزایش دما هم بر سرعت رشد و هم بر سرعت فتوسنتز گیاه تاثیر مثبت دارد، اما اثر مثبت آن بر سرعت رشد، بیشتر از سرعت فتوسنتز می باشد، در نتیجه، فتوسنتز گیاه قادر به تامین مواد غذایی کافی برای رشد مجدد سریع آن نمی باشد و انتقال مجدد مواد غذایی ذخیره شده قبل از زمستان در طوقه و ریشه به قسمت های هوایی گیاه به کمک فتوسنتز آن آمده و نیاز گیاه برای رشد سریع را تامین می نماید. لذا تغذیه مناسب گیاه در مراحل اولیه رشد بر مقاومت آن در مراحل بعد نیز موثر خواهد بود.



این گیاه در ارتفاع با تیپ رشد بهاره به حدود ۴۷۰۰ درجه روز رشد، در با تیپ رشد بهشتین حدود ۴۹۰۰ درجه روز رشد و در ارتفاع با تیپ رشد زمستانه حدود ۳۱۰۰ درجه روز رشد از جوانه زنی تا رسیدگی، نیاز دارد.

میزان حاصله کلزا به سرما در مرحله کوتولدونی نسبت به مرحله ۳-۴ برگ خیلی بیشتر است. اندام های زایشی خصوصاً گل ها نیز به سرمازدگی بسیار حساس هستند. در ۳-۴ درجه سانتی گراد، هیچ گونه گیاه ای وجود ندارد که رشد کند و در ۳ درجه سانتی گراد نمی از دانه های گیاه، ایجاد یک گونه کوچک می کنند. درجه حرارت ۱۰ تا ۲۵ درجه سانتی گراد سبب بیشترین سرعت جوانه زنی دانه گیاه می شود.

توجه به مدیریت تغذیه گیاه و حاصلخیزی خاک می تواند یکی از راه کارهای موثر در کاهش سرمازدگی کلزا باشد. عناصر غذایی و ترکیبات ساخته شده با این عناصر، موجب افزایش غلظت شیره سلولی شده و سلول گیاهی را در برابر سرمازدگی مقاوم می نمایند. ترکیبات ذخیره شده در ریشه در طول زمستان برای رشد مجدد در بهار حیاتی است.

اگر بایستادن شدید باعث تغییر رنگ غیر معمول برگ و سیاه شدن آن ها شود، به مدت ۴ تا ۱۰ روز نباید هیچ گونه اقدامی انجام داد.

پس از وقوع سرما در صورت سالم بودن نقطه رشد گیاه، امکان بازتوانی گیاه با استفاده از روش های تغذیه گیاه وجود دارد.

پس از وقوع سرما استفاده از ترکیبات غذایی به صورت محلول پاشی، ضروری است (جدول ۲).

برنامه غذایی برای محصول کلزا

کلیدی	غنچه دهی	شروع ساقه دهی	روزت	دانه رست	جوانه زنی	قبل از کاشت
35 درصد میزان توصیه شده	35 درصد میزان توصیه شده	35 درصد میزان توصیه شده		30 درصد میزان توصیه شده	اوره	
50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده		100 درصد میزان توصیه شده	دی آمونیوم فسفات	
50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده		100 درصد میزان توصیه شده	(سوپرفسفات تریپل)	
50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده		50 درصد میزان توصیه شده	سولفات پتاسیم یا کلرور پتاسیم	
50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده		100 درصد میزان توصیه شده	بذر مال	
50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده		50 درصد میزان توصیه شده	سولفات آمونیوم	
50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده		50 درصد میزان توصیه شده	اسید هیومیک	
50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده		50 درصد میزان توصیه شده	NPK(۱۰-۵۲-۱۰)	
50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده		50 درصد میزان توصیه شده	NPK(۱۲-۱۷-۳۶)	
50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده		50 درصد میزان توصیه شده	میکروکامل	
50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده		50 درصد میزان توصیه شده	اسید آمینه	
50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده		50 درصد میزان توصیه شده	جلبک دریایی	
50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده	50 درصد میزان توصیه شده		50 درصد میزان توصیه شده	کود کورتدی	

شکل ضمیمه ۱- مدیریت تنش سرما در گیاه کلزا

موسسه تحقیقات خاک و آب (SWRI)
1371
Soil & Water Research Institute 1332
وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات خاک و آب

مدیریت کاهش خسارت سرما در کلزا با استفاده از شیوه های تغذیه گیاه

- ۱ استفاده از ارقام متحمل به سرما**
- ۲ توجه به تاریخ و تراکم کشت**
- ۳ استفاده از مواد آلی پیش از کاشت**
- ۴ کاربرد نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر میکرو در صورت کمبود در خاک**
- ۵**
کمبود عناصر از عواملی هستند که بر افزایش تحمل گیاه به سرما تاثیر دارند. کود دهی مناسب در مراحل اولیه رشد بر مقاومت گیاه در برابر تنش های مختلف محیطی از جمله تنش سرما در مراحل مختلف رشد موثر است.

شکل ضمیمه 2- کاهش خسارت سرما در گیاه کلزا



شکل ضمیمه 3- راهنمای کمبود عناصر غذایی در گیاه کلزا

جدول پیوست 1- ضرایب تبدیل برای عناصر غذایی در کودهای مختلف

برای رسیدن به این شکل	ضرب در این عدد	برای رسیدن به این شکل یا از این شکل	ضرب در این عدد	از این شکل
NO ₃	0.226	N	4.427	NO ₃
NH ₃	0.820	N	1.216	NH ₃
NH ₄	0.776	N	1.288	NH ₄
CO(NH ₂) ₂ -urea	0.463	N	2.160	CO(NH ₂) ₂ -urea
(NH ₄) ₂ SO ₄	0.212	N	4.716	(NH ₄) ₂ SO ₄
NH ₄ NO ₃	0.350	N	2.857	NH ₄ NO ₃
P ₂ O ₅	0.436	P	2.291	P ₂ O ₅
Ca ₃ (PO ₄) ₂	0.458	P ₂ O ₅	2.182	Ca ₃ (PO ₄) ₂
K ₂ O	0.830	K	1.205	K ₂ O
KCl	0.632	K ₂ O	1.580	KCl
KCl	0.525	K	1.905	KCl
ZnSO ₄ H ₂ O	0.360	Zn	2.778	ZnSO ₄ H ₂ O
ZnSO ₄ 7 H ₂ O	0.230	Zn	4.348	ZnSO ₄ 7 H ₂ O
SO ₂	0.501	S	1.997	SO ₂
SO ₄	0.334	S	2.996	SO ₄
MgSO ₄	0.267	S	3.750	MgSO ₄
MgSO ₄ H ₂ O	0.230	S	4.310	MgSO ₄ H ₂ O
MgSO ₄ 7 H ₂ O	0.130	S	7.680	MgSO ₄ 7 H ₂ O
(NH ₄) ₂ SO ₄	0.250	S	3.995	(NH ₄) ₂ SO ₄
SiO ₂	0.468	Si	2.139	SiO ₂
CaSiO ₃	0.242	Si	4.135	CaSiO ₃
MgSiO ₃	0.280	Si	3.574	MgSiO ₃
MgO	0.603	Mg	1.658	MgO
MgO	2.986	MgSO ₄	0.335	MgO
MgO	3.432	MgSO ₄ H ₂ O	0.290	MgO
MgO	6.250	MgSO ₄ 7 H ₂ O	0.160	MgO
MgO	2.091	MgCO ₃	0.478	MgO
CaO	0.715	Ca	1.399	CaO
CaCO ₃	0.560	CaO	1.780	CaCO ₃
CaCl ₂	0.358	Ca	2.794	CaCl ₂
CaSO ₄	0.294	Ca	3.397	CaSO ₄
Ca ₃ (PO ₄) ₂	0.388	Ca	2.580	Ca ₃ (PO ₄) ₂
FeSO ₄	0.368	Fe	2.720	FeSO ₄
MnSO ₄	0.364	Mn	2.748	MnSO ₄

جدول پیوست 2- غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در تعدادی از کودهای آلی (FAI، 2012)

نوع کود	پتاسیم (%K)	فسفر (%P)	نیتروژن (%N)
مرغی	0/5	0/8	1/1
گاوی	0/5	0/2	0/6
اسبی	0/6	0/3	0/7
گوسفندی	0/9	0/3	0/7
کمپوست شهری	1/5	1	1/5
پودر ماهی	1/8	3-9	4-10