



سازمان جهاد کشاورزی استان ایلام
مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی

تغذیه بهینه کلزا در شرایط تنش خشکی



با همکاری

مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام

زمستان ۱۴۰۲

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



سازمان جهاد کشاورزی استان ایلام
مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی

تغذیه بهینه کلزا در شرایط تنش خشکی



رضا سلیمانی

استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی ایلام،

سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران

شناسنامه :

عنوان: تغذیه بهینه کلزا در شرایط تنش خشکی
نویسنده: رضا سلیمانی
مدیر اجرایی: حشمت اله سیاهی
ویراستاران: محسن گلشنی بختیاری، زهرا یاری ، نسیم عبداللهی
ناشر: مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی، اداره رسانه های آموزشی
صفحه آرا: سبحان درویشی
سال انتشار: زمستان ۱۴۰۲
مسئولیت درستی مطالب با نویسنده است

نشانی: ایلام- بلوار جنوبی امام خمینی(ره)- ساختمان شماره ۲ جهاد کشاورزی
مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی- کدپستی: ۶۹۳۱۷۷۳۸۳۴
تلفن تماس: ۰۸۴۳۳۳۳۰۱۰۸



مخاطبان:

- ✿ کارشناسان و مروجان پهنه های تولیدی
- ✿ کشاورزان پیشرو و مددکاران ترویجی
- ✿ سایر علاقمندان

اهداف آموزشی:

- ✓ افزایش آگاهی بهره برداران درباره ی راهکارهای مقابله با تنش خشکی در کلزا
- ✓ بهبود کمی و کیفی محصول کلزا در شرایط تنش خشکی

فهرست

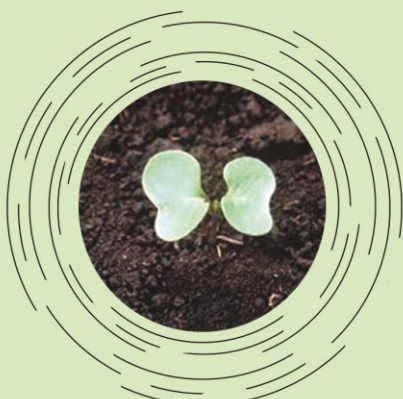
صفحه	عنوان
۵	مقدمه
۶	مراحل حساس به تنش خشکی در کلزا
۹	نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه های خاک در مناطق کشت کلزا
۱۰	نتایج نمونه های آب مناطق کشت کلزا
۱۰	توصیه کودی گیاه کلزا در شرایط تنش خشکی
۱۰	کودهای پرمصرف (NPK)
۱۴	گوگرد
۱۵	کودهای کم مصرف
۱۹	نکاتی در مورد کاربرد کودها
۲۴	منابع مورد استفاده

کلزا گیاهی است زراعی و یکساله با عدد کروموزومی برابر ۳۸ است. که دانه‌های آن حاوی ۴۵-۴۰ درصد روغن بوده و دارای ارقام بهاره و پاییزه است. کلزا گیاهی بسیار حساس به مدیریت زراعی بوده و ریشه آن دارای بخش اصلی عمودی و غالباً بلند و دوک شکل بوده که تا عمق ۸۰ سانتی متری خاک نفوذ می‌کند. دستیابی به عملکردهای بالای ۳ تن در هکتار برای اکثر مناطق استان ایلام در دسترس بوده و پتانسیل تولید بالاتر نیز با مدیریت مزرعه از جمله تغذیه بهینه گیاه وجود دارد. کلزا در کنار گندم جزء گیاهان مهم در الگوی کشت بوده و با توجه به وضعیت متفاوت ریشه این دو گیاه، علاوه بر هم‌افزایی در عملکرد کشت بعدی، کارایی کاربرد کود در تناوب نیز افزایش می‌یابد. تنش خشکی سبب کوتاه شدن طول دوره رشد رویشی گیاه کلزا و کاهش تولید ماده خشک و عملکرد دانه محصول می‌شود.

مراحل حساس به تنش خشکی در کلزا

مراحل حساس آبیاری در گیاه کلزا عبارتند از:

۱- مرحله کاشت: بهتر است در این مرحله دو نوبت آبیاری پس از کاشت برنامه‌ریزی شود، یک نوبت بلافاصله پس از کاشت و یک تا دو نوبت آبیاری سبک، فقط به اندازه‌ای که سطح خاک خیس شده و از خشک شدن بذر جلوگیری شود. اگر کشت به صورت هیرم‌کاری بوده است، آبیاری نخست حذف شده و تنها به آبیاری سبک برای خیس نگهداشتن بستر بذر نیاز است. حساسیت کلزا به تنش خشکی در این مرحله به دلیل کوچک بودن بذر و عمق کم کاشت است (شکل ۱). جوانه‌های کلزا پس از خروج از بذر، در صورت کمبود آب به سرعت از بین رفته و سبب عدم سبز یکنواخت و کاهش تراکم مناسب در مزرعه می‌شود (شکل ۲). باید توجه کرد، در مراحل اولیه رشد از آبیاری سنگین خودداری شود، زیرا آبیاری سنگین سبب سرد ماندن خاک برای مدت طولانی و کاهش سرعت جوانه‌زنی بذر شده و از طرفی چنانچه آبیاری از نوع غرقابی باشد، احتمال سله‌بستن زمین و ایجاد مانع برای بیرون آمدن جوانه را افزایش می‌دهد. همچنین چون گیاهی بر روی زمین وجود ندارد، بیشتر آب به صورت ثقلی (نفوذ در خاک) از دسترس خارج شده و هدر می‌رود.



بدون تنش خشکی

شکل ۱



تنش خشکی در مراحل اولیه رشد
گیاه کلزا (غیر یکنواختی در رشد)



شکل ۲- اثر تنش خشکی بر گیاه کلزا (خشکی برگ های اولیه و اختلال در رشد گیاه)

۲- مرحله ساقه‌دهی: پس از پایان دوره سرما در کلزای پاییزه و آغاز ساقه‌دهی (خروج از ریزه)، برای افزایش کارایی آب و کود، کاربرد کود سرک توصیه می‌شود.

۳- مرحله گلدهی: زمانی که گل‌ها رو به زرد شدن می‌روند و به اصطلاح گلدهی در حال انجام است، حساس‌ترین زمان آبیاری در گیاه کلزا است. اگر در این مرحله تنش خشکی رخ دهد تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین به شدت کاهش یافته و سبب کاهش شدید کارکرد نهایی می‌شوند. برای بهبود شرایط رشد گیاه کلزا، می‌توان کود سرک اول بهاره را همراه با این آبیاری به مزرعه افزود.

۴- مرحله تشکیل خورجین: در صورت کمبود آب در زمان تشکیل خورجین‌ها، اندازه خورجین و اندازه دانه‌های تشکیل شده کوچک می‌شوند و حتی اگر پس از این مرحله، آب مورد نیاز گیاه تامین شود کارکرد دانه به شدت کاهش می‌یابد. چرا که به دلیل کوچک بودن مخزن بذر تشکیل شده، اندازه دانه‌ها از مقدار مشخصی بزرگتر نشده و کارکرد، به دلیل کاهش وزن هزار دانه، بسیار کاهش می‌یابد.

۵- مرحله پرشدن دانه: اگر آب در دسترس گیاه در مرحله پرشدن دانه محدود شود، دانه های تشکیل شده چروکیده و کم وزن می‌شوند.

۶ آبیاری تکمیلی نهایی: اگر آب کافی در مزرعه در دسترس باشد، بهتر است در زمانی که بیست درصد از غلاف‌ها رو به قهوه‌ای شدن می‌روند، یک آبیاری سبک تکمیلی انجام داد.

آبیاری در این مرحله وزن دانه‌های کلزا را افزایش می‌دهد (رحیمیان، ۱۴۰۲). اگر در حد فاصل زمان آبیاری دوم (۳ تا ۷ روز پس از کاشت، با توجه به منطقه کاشت) و سوم (ساقه‌دهی) در کشت کلزای پاییزه، بارندگی کمی صورت گیرد و یا بارندگی خیلی دیر رخ دهد، برای حفظ گیاهچه‌های روزت، حتما باید یک آبیاری انجام شود. اگر در زمان هر کدام از آبیاری‌ها حداقل ۲۵ تا ۳۰ میلی متر بارش در یک نوبت رخ دهد، می‌توان از انجام آن آبیاری چشم‌پوشی کرد. تنش خشکی در مرحله ساقه رفتن و طولیل شدن ساقه سبب می‌شود سطح پوشش سبز گیاه و همچنین ارتفاع آن کاهش یابد. در مرحله گلدهی، تکمیل فرآیند رشد گیاه بسیار سریع بوده و نیاز به آب نیز در آن بالا است. حساس‌ترین مراحل رشد گیاه کلزا نسبت به آب به ترتیب، آغاز و طول مرحله گلدهی و پس از آن مرحله طولیل شدن غلاف و سپس مرحله پر شدن دانه است (علیزاده و همکاران، ۱۴۰۰).

کمبود آب در مرحله گلدهی، سبب کاهش تعداد غلاف و در مرحله طولیل شدن غلاف، سبب کاهش تعداد دانه در غلاف می‌شود؛ این کمبود در مرحله پر شدن دانه و پس از آن، سبب کاهش وزن دانه می‌شود. اگر آب کافی در دسترس نباشد بهتر است دفعات آبیاری و زمان آبیاری به گونه‌ای برنامه‌ریزی شود که در مراحل حساس رشد کلزا و مراحل که بیشترین اثربخشی را دارد آبیاری انجام شود. زیرا تنش خشکی در مراحل حساس رشد کلزا سبب کاهش شدید کارکرد و در نتیجه کاهش شاخص بهره‌وری آب می‌شود (زارعی سیاه بیدی و رضایی زاد، ۱۳۹۸).

گیاه کلزا پس از ورود به مرحله ساقه‌دهی به تنش خشکی حساس می‌شود و حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی مرحله گلدهی است که کاهش آب در دسترس، بیشترین اثر منفی را بر روی کارکرد نهایی می‌گذارد (شکل ۳).



شکل ۳- مراحل رشد گیاه کلزا (حساسیت به تنش خشکی در مراحل مختلف رشد متفاوت بوده و برنامه کوددهی بر این اساس از قبل از کشت تا مرحله گلدهی تنظیم خواهد شد)

نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه های خاک در مناطق کشت کلزا

در حالت کلی، در مزارع مورد کشت کلزا، اسیدیته کمی بیشتر از حالت خنثی بوده و شوری خاک کمتر از ۴ دسی زیمنس بر متر است. این دو ویژگی از خاک برای کشت کلزا محدود کننده نیست. هر چند در برخی از مناطق جنوب غربی استان، شوری بالاتر خاک و لکه های شور- سدیمی هم قابل مشاهده است. ماده آلی در جنوب استان در حدود یک درصد و کمتر از آن و در شمال استان در حدود یک درصد است. آهک خاک در جنوب استان در حدود ۲۰٪ و در شمال استان مقادیر آهک بیشتر از ۲۰٪ هم به وفور یافت می شود. فسفر قابل جذب خاک در مناطق جنوبی استان کمتر از مناطق شمال استان است (جدول ۱).

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزارع کلزا

Cu	Mn	Zn	Fe	K	P	OC	T.N.V	SP	EC dS m ⁻¹	pH	منطقه
میلی گرم بر کیلوگرم						درصد					
۰/۸۵	۱۰/۱	۰/۷۴	۸/۷۴	۲۳۸	۸/۳۱	۰/۶۱	۱۹/۶	۴۲	۱/۶۲	۷/۷۱	دهلران
۰/۸۱	۷/۳۰	۰/۶۱	۶/۴۳	۲۰۹	۶/۹۳	۰/۴۸	۱۶/۳	۴۷	۱/۴۶	۷/۳۵	مهران
۱/۱۴	۸/۶۵	۱/۰۵	۷/۱۴	۳۲۶	۱۰/۰۸	۰/۹۱	۲۹/۲	۴۴	۰/۷۶	۷/۴۱	چرداول

نتایج نمونه های آب مناطق کشت کلزا

شوری آب و غلظت کاتیون ها و آنیون های محلول در مناطق عمده کشت کلزا، محدود کننده رشد نیست (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه آب آبیاری مورد استفاده در کشت کلزا در استان ایلام

Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	SO ₄ ⁼	Cl ⁻	H CO ₃ ⁻¹	CO ₃ ⁻²	SAR	pH	EC dS m ⁻¹	منطقه
meq l ⁻¹										
۱/۹	۴/۱۲	۱/۸	۰/۷	۲/۱	۰/۵	۰/۹۴	۷/۵	۰/۶۰۴	دهلران	
۱/۵۵	۳/۰۲	۱/۷	۰/۶	۱/۹	۱/۰	۰/۸۹	۷/۴۵	۰/۴۳۹	مهران	
۰/۷۵	۱/۵۱	۰/۸۵	۰/۳	۰/۸۵	۰	۰/۶۱	۷/۲۱	۰/۲۳۵	چرداول	

نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه های گیاهی کلزا

با تغذیه مناسب می توان وضعیت غلظت عناصر غذایی در گیاه را تا حد زیادی بهبود بخشید (جدول ۳).

جدول ۳- وضعیت غلظت عناصر در اندام هوایی کلزا در استان ایلام (نمونه کل گیاه کف بر-قبل گلدهی)

منطقه	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس
	درصد	میلی گرم در کیلوگرم					
دهلران	عرف زارع	۳/۰۳	۰/۳۳	۲/۴۳	۲۰۲	۳۰/۱	۷۰/۲
	تیمار تغذیه بهینه	۳/۴۱	۰/۳۷	۲/۸۲	۲۱۵	۳۷/۲	۷۵/۳
مهران	عرف زارع	۲/۷۳	۰/۲۹	۲/۶۷	۱۹۶	۳۵/۳	۵۶/۲
	تیمار تغذیه بهینه	۳/۲۱	۰/۳۶	۲/۹۱	۲۲۸	۳۹/۲	۶۲/۳
دره شهر	عرف زارع	۳/۰۶	۰/۳۵	۲/۷۰	۲۰۶	۳۰/۱	۵۴/۴
	تیمار تغذیه بهینه	۳/۴۳	۰/۴۱	۲/۹۴	۲۳۲	۳۴/۳	۶۰/۶

توصیه کودی گیاه کلزا در شرایط تنش خشکی

کودهای پرمصرف

تنش خشکی یکی از محدود کننده ترین عوامل تولید کلزا در ایران محسوب می گردد. اثر تنش خشکی بر گیاه کلزا بسته به رقم، شدت و دوام تنش و شرایط اقلیمی و وضعیت حاصلخیزی خاک دارد. تنش خشکی بر کاهش جذب عناصر غذایی، فتوسنتز و رشد سلولی اثرگذار است. کاهش جذب عناصر غذایی توسط ریشه ناشی از محدود شدن معدنی شدن ترکیبات عناصر غذایی و سازوکارهای بارگیری عناصر غذایی و کاهش جریان تعرق است.

تنش خشکی در مرحله رشد طولی ساقه کلزا و مرحله گلدهی به شدت بر اجزای عملکرد کلزا اثر منفی دارد. تنش خشکی سبب کاهش تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین می شود. از جمله راهکارهای کاهش اثرات تنش خشکی بر گیاه کلزا عبارتند از: معرفی ارقام با کارایی بالا در تحمل به تنش خشکی، انجام آبیاری تکمیلی و بهبود وضعیت تغذیه گیاهان. وضعیت کربن آلی یکی از مهم ترین ویژگی های هر خاک زراعی برای کشت محسوب می گردد. با توجه به نتایج آزمایشگاهی متعدد از مناطق مختلف استان ایلام، مقدار کربن آلی در عمق سطحی خاک ها بین ۰/۲ تا ۲/۲ درصد متغیر است. مقادیر حداقل، در جنوب غربی استان و حداکثر آن در شمال استان اندازه گیری شده است. برای درصد کربن آلی حدود ۰/۵ درصد، مقدار قابل توصیه کود نیتروژن از منبع کود اوره در حدود ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار است. در اراضی با مقدار کربن آلی یک درصد، کاربرد توصیه شده کود نیتروژن از منبع اوره در حدود ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار است. بدیهی است که ویژگی های خاک مانند بافت خاک، منابع استفاده از نیتروژن و اقلیم هر منطقه سبب تغییراتی در مقدار کود توصیه شده خواهد شد. همواره استفاده از تنوعی از کودهای دارای نیتروژن (بجز اوره) اثر بیشتری بر افزایش عملکرد کلزا داشته است. در شرایط شور، کارایی کود اوره کاهش یافته و بهتر است از منابع نیتراته یا سولفات استفاده نمود. همچنین انتظار عملکرد و پتانسیل آن در هر مزرعه به ویژه با توجه به شرایط مدیریتی حاکم بر مزرعه (مانند دسترسی به آب و نوع سامانه آبیاری) در توصیه کودی اثرگذار است (خیاط مقدم و هکاران، ۱۴۰۱). در شرایط تنش خشکی به دلیل اختلال در انتقال نیتروژن از ریشه به اندام هوایی، کمبود نیتروژن بیشتر نمایان می شود (شکل ۴).



شکل ۴- گیاهان سمت راست با کمبود نیتروژن (همراه با زردی برگ ها) و گیاهان سمت چپ بدون کمبود نیتروژن

فسفر قابل استفاده به فاصله کمی از منبع کودی به صورت پخشیدگی تحرک جزئی دارد. بنابراین کودهای فسفری باید به فاصله کمی از بذر به ویژه در زیر بذر و به صورت نواری استفاده شود. هر چند نیاز خالص کلزا به فسفر تنها حدود ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم در هکتار است اما با توجه به غلظت فسفر در خاک و پایین بودن قابلیت استفاده کودها به ویژه در خاک های آهکی استان حداقل باید ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل (برای خاکی با حدود ۱۵ درصد آهک و غلظت فسفر ۸ میلی گرم در کیلوگرم) یا مقادیر بیشتر، از منابع سوپر فسفات ساده و فسفات آمونیم مصرف نمود. مصرف ترکیبی کودهای دارای فسفر همواره بهتر از یک نوع کود است. در صورت مشاهده علائم کمبود فسفر مانند رشد کند کلزا و کوتاه ماندن گیاهچه، بایستی نسبت به کاربرد کودهای فسفر بالا مانند ۱۰-۵۲-۱۰ با روش کودآبیاری اقدام نمود. نتایج آزمایشات مختلف در استان ایلام نشان می دهد که بیش از ۶۰ درصد اراضی قابل کشت در جنوب استان نیاز به مصرف فسفر برای رسیدن به عملکرد بالاتر دارند. در مورد فسفر، نتایج آزمایشگاهی نشان داده است که در مزارع شهرستان های ایوان و مهران به ترتیب بیشترین و کمترین غلظت فسفر خاک وجود دارد. در صورتیکه غلظت فسفر خاک کمتر از ده میلی گرم در کیلوگرم باشد، مقدار کود توصیه شده فسفات از منبع سوپر فسفات تریپل حداقل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار است (قادری و نورقلیپور، ۱۳۹۹).

در بین عناصر غذایی پرمصرف، پتاسیم به طور خاص نقش مهمی در حفظ بقای گیاهان در شرایط تنش خشکی دارد. پتاسیم برای بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز، انتقال فتوسنتتازها به اندام های مخزن (سینک)، حفظ فشار تورمی و فعال شدن آنزیم ها ضروری است. شواهد زیادی وجود دارد که نشان می دهد گیاهان در برابر تنش خشکی، نیاز درونی بیشتری به پتاسیم دارند. تنش خشکی که با افزایش تشکیل گونه های فعال اکسیژن، باعث افزایش آسیب اکسیداتیو به سلول های گیاهی می شوند، نیاز به پتاسیم در گیاه را بخصوص در طول فتوسنتز افزایش می دهند. به نظر می رسد که دلیل افزایش نیاز به پتاسیم

در گیاهان در معرض با تنش خشکی، به این واقعیت برمی گردد که پتاسیم برای حفظ تثبیت CO_2 فتوسنتزی مورد نیاز است. به عنوان مثال، تنش خشکی با بسته شدن روزنه ها و در نتیجه با کاهش تثبیت CO_2 در ارتباط است. در شرایط تنش خشکی، تشکیل گونه های فعال اکسیژن با ممانعت از احیاء CO_2 شدت می یابد. افزایش تشکیل گونه های فعال اکسیژن در گیاهان تحت تنش خشکی، به اختلال در فتوسنتز و اختلالات مرتبط با آن در متابولیسم کربوهیدرات ها مربوط می باشد. تحت تنش خشکی، وقتی گیاهان در خاک های دارای فقر پتاسیم رشد می کنند، علاوه بر افزایش تولید گونه های فعال اکسیژن ناشی از تنش خشکی، به دلیل کمبود پتاسیم، در باز شدن روزنه ها، روابط آبی و فتوسنتز گیاه با اختلال مواجه می شود. در شرایط تنش خشکی، به منظور افزایش حفظ فتوسنتز و محافظت از کلروپلاست در برابر آسیب اکسیداتیو، تقاضا برای جذب پتاسیم افزایش می یابد و هنگامی که عرضه پتاسیم کافی باشد، فتوسنتز به شدت کاهش می یابد (شکل ۵). در شرایط کمبود آب، تغذیه گیاهان با مقادیر کافی پتاسیم، از طریق افزایش کارایی استفاده از رطوبت خاک نسبت به گیاهان دارای کمبود پتاسیم، تحمل گیاه زراعی به تنش کم آبی را افزایش می دهد. پتاسیم همچنین پتانسیل اسمزی و تورژسانس سلول ها را حفظ کرده و عملکرد روزنه ها را در شرایط تنش آبی تنظیم می نماید. نقش حفاظتی پتاسیم در گیاهان مبتلا به تنش خشکی از طریق حفظ pH بالا در استروما (بافت بنیادی) و محافظت در برابر آسیب فتواکسیداتیو به کلروپلاست نیز گزارش شده است (ادیم و همکاران، ۱۴۰۰).



شکل ۵- اثر کمبود پتاسیم و تنش خشکی در کلزا

در مناطق جنوبی استان ایلام، خاک های با درصد شن زیاد وجود دارند که کمبود پتاسیم در آن ها مشهود است. بلافاصله پس از خروج گیاهچه بایستی پتاسیم به اندازه کافی در محیط ریشه باشد تا گیاهچه با کمک پتاسیم بتواند بر تنش های 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 می شود. منبع سولفات پتاسیم به دلیل تأمین گوگرد و به مقدار حداقل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار برای خاکی با بافت لوم و پیش بینی بیش از ۳ تن در هکتار توصیه می گردد. 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 ۳۶-۱۲-۱۲ همراه با آب آبیاری استفاده نمود.

گوگرد

گوگرد جزئی از اسیدهای آمینه بوده و علائم کمبود آن مشابه نیتروژن بوده اما برعکس نیتروژن، زردی و رنگ پریدگی ابتدا در برگ های جوان کلزا و سپس در کل گیاه ظاهر می گردد (شکل ۶). همچنین کوچک ماندن، فنجانی شدن برگها و در نهایت تعداد دانه کمتر در غلاف از دیگر علائم کمبود گوگرد می باشد. شکل گوگرد عنصری، باید توسط باکتری های تیوباسیلوس به مرور زمان به شکل سولفات درآید تا قابل استفاده گیاه گردد و در صورت بروز علائم کمبود، این شکل از گوگرد نمی تواند به سرعت نیاز گیاه را تأمین کند (کریمی موحدی و همکاران، ۱۴۰۲). توصیه عمومی این کود حدود ۲۰۰ 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 تغذیه ای و افزایش عملکرد و درصد روغن دانه می باشد. مصرف کودهایی مانند سولفات آمونیوم، سولفات پتاسیم، سولفات روی و سولفات منگنز در هنگام کاشت می تواند بخشی از نیاز گوگردی گیاه کلزا را تأمین کند. به عنوان

مثال در مرحله کشت کلزا می توان مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات آمونیوم را جایگزین ۵۰ کیلوگرم در هکتار از سهمیه کود اوره نمود.



شکل ۶- اثر کمبود گوگرد در کلزا

کودهای کم مصرف

در حالت کلی، عناصر کم مصرفی مانند روی، آهن، منگنز، مس و بور برای فعالیت های آنزیمی و هورمون ها لازم بوده و برخی از آن ها از جمله روی و بور برای تشکیل دانه ضروری هستند. در صورت کمبود روی، آهن و منگنز، مصرف محلول پاشی کلات ها یا سولفات های این عناصر با غلظت ۳ تا ۵ در هزار پس از ظهور کامل برگ ها و ایجاد سطح سبز تا قبل از گلدهی به دفعات منظم و با فاصله حداقل دو هفته ای انجام شود. در مورد سولفات روی می توان ۴۰ کیلوگرم در هکتار به صورت خاکی و نواری قبل از کشت مصرف نمود. همچنین در شرایط کمبود آهن در خاک، کلات آهن مورد استفاده قرار می گیرد. محلول پاشی عناصر کم مصرف باید با غلظت کمتر از ۵ در هزار، در هنگام صبح زود یا عصر و بدون وزش باد باشد. به محلول کودی باید مایع ظرفشویی یا سیتوویت به مقدار ۲۰ میلی لیتر در ۱۰۰ لیتر آب افزود تا نیروی کشش سطحی آب کاهش یافته و سطح تماس با برگ افزایش یابد. یکی از عناصر کم مصرف که نقش مهمی در افزایش تحمل به تنش خشکی دارد، روی است. خاک های مناطق خشک به دلیل وجود کربنات کلسیم و pH بالا، از نظر روی، قابل جذب برای گیاه، وضعیت مناسبی ندارند. در گیاهان، کاهش میزان فتوسنتز ناشی از کمبود روی با کاهش هدایت روزنه ای و

کاهش غلظت CO_2 درون سلولی همراه است. کارایی گیاهان در جذب روی، می‌تواند عملکرد محصول تحت تنش خشکی را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد. مکانیسم‌های احتمالی برای بیان اثر روی در به حداقل رساندن اثرات مخرب ناشی از تنش خشکی در گیاهان زراعی توسط Pavia و همکاران (۲۰۱۹) تشریح شده است. آن‌ها معتقد بودند که توانایی روی در تأثیر بر سطح اکسین مهم است و به عنوان یک کوآنزیم برای تولید تریپتوفان (پیش ماده تشکیل اکسین)، شناخته شده است. افزایش در سطح اکسین در اثر کاربرد روی، موجب افزایش رشد ریشه می‌شود که این امر تحمل به خشکی در گیاهان را بهبود می‌بخشد. در مکانیسم‌های دیگر، کاربرد روی، فعالیت NADPH اکسیداز متصل به غشاء را کاهش می‌دهد که به نوبه خود باعث کاهش تولید گونه‌های فعال اکسیژن شده و آسیب اکسیداتیو ناشی از خشکی را در اثر افزایش فعالیت آنزیم‌های CAT و SOD، POD کاهش می‌دهد. تحت تنش خشکی، مصرف روی، تولید گونه‌های فعال اکسیژن را کاهش می‌دهد و سلول‌ها را در برابر حمله گونه‌های فعال اکسیژن محافظت می‌نماید. کودهای دارای عنصر بور به صورت نواری مصرف نمی‌گردند و در صورت کمبود آن، به صورت پخش سطحی از منبع اسید بوریک (در شرایط آب و خاک غیر شور) می‌توان مصرف نمود. در شرایط تنش خشکی و با کمبود بور، علائم برگ‌گی به صورت خشکیدگی پهنه برگ نمایان می‌شود (شکل ۷).



شکل ۷- اثرات همزمان کمبود بور و تنش خشکی در کلزا

در شرایط کمبود روی قابل جذب در خاک، مصرف خاکی ۴۰ کیلوگرم سولفات روی آبدار (یا معادل روی خالص از کلات روی) به همراه دو بار محلول پاشی کلات روی (با غلظت ۵ در هزار) در مرحله روزت و قبل از گلدهی برای دستیابی به عملکرد مطلوب دانه لازم است.

در شرایط کمبود آهن قابل جذب در خاک، مصرف حاکی کلات آهن به همراه دو بار محلول پاشی با غلظت ۵ در هزار در مرحله روزت و قبل از گلدهی برای دستیابی به عملکرد مطلوب دانه موثر است.

در شرایط کمبود منگنز قابل جذب در خاک، مصرف حاکی ۲۵ کیلوگرم سولفات منگنز به همراه دو بار محلول پاشی سولفات منگنز با غلظت ۵ در هزار (در مراحل روزت و ساقه روی) سبب بهبود رشد گیاه می گردد.

مقادیر مصرف کود در کلزا

در خاک های مناطق شمال استان مانند منطقه چرداول که غیر یکنواختی خاک زیاد است و همچنین در خاک هایی که اقدامات اصلاحی از جمله تسطیح اراضی انجام گرفته (مانند اراضی طرح احیاء ۵۰ هزار هکتاری دشت های جنوب استان ایلام) برای استقرار مناسب و یکنواخت گیاهچه کلزا و استقرار سریع و مناسب بایستی از برخی از تکنیک ها استفاده کرد. یکی از این تکنیک ها، کاربرد مقادیر مناسب از کودهای شیمیایی (جدول های ۴ تا ۶) و همچنین بذرمال و کودآبیاری مواد محرک رشد از جمله هیومیک اسید است. اسید هیومیک با اتصال به ذرات خاک و بهبود تشکیل خاکدانه، به افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک و در نتیجه افزایش تحمل گیاه در شرایط تنش خشکی کمک می کند. اسید هیومیک در مناطق نیمه خشک با فعال کردن ریز جانداران خاک کمک زیادی به حاصلخیزی خاک می کند. همچنین مولکول های اسید هیومیک با مولکول های آب، پیوندی تشکیل می دهند که از تبخیر آب جلوگیری می کند.

جدول ۴- توصیه کاربرد نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار) در زراعت کلزا برای استان ایلام با توجه به وضعیت کلی ماده آلی و اقلیم

عملکرد مورد انتظار	مناطق شمالی استان	مناطق جنوبی استان
۱۵۰۰	۱۰۰	۱۳۰
۲۰۰۰	۱۱۰	۱۴۰
۲۵۰۰	۱۲۰	۱۵۰
۳۰۰۰	۱۳۰	۱۶۰
۳۵۰۰	۱۴۰	۱۷۰
۴۰۰۰ و بیشتر	۱۵۰	۱۸۰

جدول ۵- توصیه کاربرد فسفر خالص (کیلوگرم در هکتار) در زراعت کلزا برای استان ایلام با توجه به وضعیت کلی ماده آلی و اقلیم

عملکرد مورد انتظار	مناطق شمالی استان	مناطق جنوبی استان
۱۵۰۰	۲۰	۳۵
۲۰۰۰	۳۰	۴۵
۲۵۰۰	۴۰	۵۵
۳۰۰۰	۵۰	۶۵
۳۵۰۰	۶۰	۷۵
۴۰۰۰ و بیشتر	۷۰	۸۵

جدول ۶- توصیه کاربرد پتاسیم خالص (کیلوگرم در هکتار) در زراعت کلزا برای استان ایلام با توجه به وضعیت کلی ماده آلی و اقلیم

عملکرد مورد انتظار	مناطق شمالی استان	مناطق جنوبی استان
۱۵۰۰	۰	۲۰
۲۰۰۰	۲۵	۳۰
۲۵۰۰	۳۵	۴۰
۳۰۰۰	۴۰	۵۰
۳۵۰۰	۴۵	۶۰
۴۰۰۰ و بیشتر	۵۰	۷۰

برنامه کاربرد کود در زراعت کلزا در شرایط تنش خشکی

مرحله رشد نوع کود	پیش از کشت	دومین آبیاری	خروج از روزت - ابتدای ساقه روی	شاخه دهی	اوایل گلدهی
کود آلی	۱۵ تن در هکتار کود دامی پوسیده (اختلاط با خاک)	—	—	—	—
اوره	۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	۵۰ کیلوگرم در هکتار	۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	۵۰ کیلوگرم در هکتار	—
سولفات آمونیوم	—	—	—	—	۵۰ کیلوگرم در هکتار
سوپرفسفات تریپل	۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	—	—	—	—
سولفات پتاسیم	۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	—	—	—	—
سولفات روی	مصرف خاکی ۴۰ کیلوگرم در هکتار	—	—	—	—
کودهای پتاسیم بالا	—	—	—	۱۰ تا ۵ کیلو گرم در هکتار کود آبیاری ۱۲-۱۴-۳۶	محلول پاشی - کود آبیاری
اسیدهای هیومیک	بذر مال	۵ کیلوگرم در هکتار کود آبیاری	—	—	۵ کیلوگرم در هکتار کود آبیاری

نکاتی در مورد کاربرد کودها

کاربرد کودها در مناطقی از استان ایلام که دوره روزت مشخصی دارند (مناطق دارای سرمای زمستانه)، مرحله خروج از روزت و در مناطق دیگر (مناطق گرم و نیمه گرم) که رشد پیوسته گیاه وجود دارد در زمان رشد ساقه ها می باشد. در این مرحله نیز مصرف کود نیتروژنی برای رسیدن به عملکرد بالا، مورد نیاز بوده و بصورت سرک و همراه با آبیاری مصرف می گردد. در مراحل غنچه دهی و اوایل گلدهی مابقی کود نیتروژنی مصرف خواهد شد. با در نظر گرفتن وضعیت خاک و شرایط اقلیمی، گاهی اهمیت نیتروژن به حدی است که هر چه تقسیط کود نیتروژنی بیشتر گردد، عملکرد گیاه به پتانسیل ژنتیکی خود نزدیکتر و عملکرد بیشتر خواهد شد.

با توجه به مراحل رشد گیاه، در مرحله ابتدایی رشد، نیاز به نیتروژن برای رشد رویشی اولیه وجود داشته و بسته به شرایط خاک باید مصرف پایه (به ویژه در خاک های با رس زیاد) یا مصرف سرک نیتروژن را پس از ظهور برگهای حقیقی (به ویژه در خاک های با شن زیاد) انجام داد. به عنوان مثال در خاک با کربن آلی ۰/۵ درصد برای رسیدن به عملکرد بالاتر از ۴ تن در هکتار باید حداقل ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (معادل بیش از سیصد کیلوگرم در هکتار اوره در خاک غیر شنی) مصرف گردد. در صورت تأمین این مقدار نیتروژن

از منبع اوره (حدود ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) و در صورت مصرف ترکیبی همراه با منابع دیگر نیتروژنی از جمله سولفات آمونیوم یا فسفات آمونیوم باید مقدار کود بیشتری، بسته به درصد نیتروژن در کود بایستی محاسبه و مصرف نمود. از این مقدار، یک سوم آن یعنی ۴۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (حدود ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره) در مرحله اول (پایه یا سرک) برای خاک های غیر شنی قابل توصیه است. در خاک های با شن زیاد، تقسیط بیشتر از ۳ بار و مصرف مقادیر بیشتری از کود انجام خواهد شد. به دلیل نیاز کلزا به گوگرد، مصرف بخشی از نیاز گیاه به نیتروژن از منبع سولفات آمونیوم همراه با اوره خواهد بود. در مناطق شمالی استان ایلام که احتمال کمبود گوگرد بیشتر از سایر مناطق است، کاربرد سولفات آمونیوم همراه با کود اوره توصیه اکید می گردد. با توجه به نقش گوگرد در آزاد سازی فسفر قابل جذب خاک (از طریق کاهش موضعی اسیدیته خاک) و نیز با توجه به نتایج تحقیقات صورت گرفته در این زمینه میزان ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار گوگرد به همراه باکتری اکسید کننده آن (تیوباسیلوس) در اراضی تحت کشت گندم آبی توصیه می گردد. از مصرف بیش از اندازه گوگرد در اراضی خودداری گردد. مقدار ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار گوگرد برای اراضی با آب و خاک شور کفایت می کند.

کودهای دارای عناصر کم مصرف را می توان به صورت قبل از کاشت یا به صورت محلول پاشی با غلظت پنج در هزار استفاده کرد. مصرف سولفات روی بصورت محلول پاشی با غلظت ۵ در هزار در مراحل خروج از ریز و قبل از گلدهی توصیه می گردد. در صورت مصرف خاکی (قبل از کاشت) از میزان مصرف این کودها در زراعت بعدی (مورد تناوب) به مقدار ۵۰ در صد کاسته می گردد. میزان بارندگی و درجه حرارت محیط بر قابلیت جذب عناصر موثر است. گرما باعث آزاد شدن نیتروژن، فسفر، گوگرد و مواد آلی شده و در هوای سرد، معدنی شدن نیتروژن کم می شود. هنگام تهیه محلول، کود را به آب اضافه کنید. برای آنکه کوددهی برگی موثر واقع شود موارد زیر باید رعایت شود:

تهیه محلول بسیار رقیقی از محلول کودی توصیه می شود. محلول های با غلظت بالا، سوزش برگی ایجاد می کنند. این موضوع بویژه در مورد شکل های کلرید صدق می کند مانند کلرید

پتاسیم. pH محلول مصرفی باید در حد خنثی و بین (۶/۵-۷/۵) باشد. در صورت نیاز به تغییر pH محلول می توان از یک اسید یا باز ضعیف برای تغییر اسیدیته استفاده کرد.

بهترین تأثیر محلول پاشی زمانی است که محلول بصورت ریز مه پاشی شود که این عمل را می توان از طریق افزایش فشار محلول پاش یا با استفاده از پمپ های بوم دار با نازل های واژگون که محلول را با زاویه ۴۵ درجه روی گیاه می پاشند انجام داد. عملیات محلول پاشی باید در زمانی که هوا آرام است و سرعت باد در حداقل است انجام گیرد که این امر بویژه زمانی که از مه پاشها استفاده می شود موجب می شود محلول براحتی روی برگ پاشیده شود. اگر محلول سطح زیرین برگ را هم پوشش دهد باعث افزایش جذب خواهد شد این امر زمانی دارای اهمیت است که روزنه های بیشتری در زیر برگ وجود داشته باشد. همیشه کوددهی برگي را تا رسیدن هوا به ۲۷ درجه سانتیگراد یا کمتر باید به تأخیر انداخت. جذب در درجات حرارت بالاتر بسیار ضعیف است چون منافذ در حرارت های بالا بسته می شوند. محلول پاشی خیلی مؤثر تغذیه برگي در موقع عصر یا صبح خیلی زود انجام می گیرد. زمانی که حرارت مطلوب و وزش باد در حداقل است.

به احتمال اثر برهمکنش ترکیبات محلول کود برگي نیز بایستی توجه کرد. برخی مواد با هم ناسازگار هستند و نباید با هم مخلوط شوند. این ترکیبات ممکن است رسوب ایجاد کنند که باعث گرفتگی نازل ها می شوند. مقداری از مواد را در یک شیشه با آب مخلوط کنید و آن را تکان دهید بعد از مدتی اگر هیچگونه رسوبی ندیدید آنگاه محلول پاشی را انجام دهید. برای صرفه جویی هزینه، کودهای برگي را می توان با حشره کش ها نیز مخلوط کرد. فاصله بین دو محلول پاشی از ۱۵ روز کمتر نباشد. دو تکنولوژی دیگر برای کود دهی برگي معرفی شده است. اولین روش محلول پاشی الکترواستاتیک است که ذرات اسپری شده را باردار کرده و باعث می شود آن ها بسهولت روی برگ بچسبند. در روش دوم از امواج صوتی برای افزایش جذب مواد مغذی استفاده می کند. مصرف بور در خاک و آب شور توصیه نمی شود. در اراضی شور مقدار ۲۰ درصد به کود فسفاته توصیه شده اضافه شود. محلول پاشی عناصر کم مصرف باعث کاهش اثرات تنش خشکی بویژه در مراحل آخر فصل رشد می گردد.



شکل ۸- اثر خشکی آخر فصل در مرحله گلدهی

نکات فنی مهم

- ✿ مراحل فنولوژیکی حساس به تنش خشکی (دوره‌های بحرانی آبیاری) در کلزا متفاوت بوده و کاربرد کود نیز باید بر این اساس تنظیم شود.
- ✿ در سال‌های اخیر، تنش خشکی با افزایش دما همراه بوده و در این شرایط، فاصله بین مراحل رشدی کلزا تا حدی کاهش می‌یابد. بنابراین محدوده مناسب برای اجرای بسته کودی کلزا کاهش یافته و به محض ایجاد شرایط رطوبتی مناسب باید کود هر مرحله مصرف شود.
- ✿ از راهکارهای پیشنهادی برای کاهش خسارت تنش خشکی، علاوه بر معرفی ارقام با تحمل بالا نسبت به تنش خشکی، بهبود وضعیت تغذیه گیاه کلزا و مدیریت کاربرد عناصری از جمله پتاسیم و روی است.
- ✿ استفاده از سیلیسیم و مواد محرک رشد از جمله هیومیک اسید بصورت بذرمال و کودآبیاری سبب افزایش تحمل گیاه کلزا در برابر تنش خشکی می‌شود.
- ✿ با توجه به هم‌افزایی اثر آب و کود بر رشد کلزا، کود دهی باید در شرایط رطوبتی مناسبی انجام شده و از کاربرد کود در شرایط خاک خشک صرف نظر گردد.
- ✿ مایه زنی باکتری‌های محرک رشد (ویژه شرایط خشکی) و جای گذاری مناسب قارچ‌های میکوریزا در بهبود شرایط گیاه کلزا در شرایط تنش خشکی کمک می‌کند.

☀️ محلول پاشی عناصر کم مصرف تا حد زیادی نیاز گیاه کلزا به این عناصر را کاهش می دهد. باید توجه داشت که فاصله بین دو محلول پاشی در شرایط تنش خشکی نباید از ۱۵ روز کمتر باشد.

☀️ محلول پاشی باید بصورت ریز مه پاشی بوده که می توان از طریق افزایش فشار محلول پاش یا با استفاده از پمپ های بوم دار با نازل های واژگون که محلول را با زاویه ۴۵ درجه روی گیاه می پاشند انجام شود.

☀️ کاربرد ماده آلی در شرایط تنش خشکی، علاوه بر بهبود نسبی وضعیت تغذیه گیاه کلزا، بدلیل افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک با بافت سبک و جلوگیری از سله بستن در خاک با بافت سنگین باعث افزایش عملکرد کلزا می گردد.

- ۱- اديم، غ.، ملك زاده، ا.، دردی پور، ا.، کیانی، ف.، مختارپور، ح.، معظمی، س. ۱۴۰۰. تأثیر سیستم های کودی شیمیایی، آلی، زیستی و تلفیقی بر حاصلخیزی خاک و وضعیت تغذیه ای کلزا (*Brassica napus* L).، مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، ۱۱(۴)، ۲۰۴۲-۱۹۵۸۸.۲۰۲۲. [doi: 10.22069/ejsms.2022.19588.2042](https://doi.org/10.22069/ejsms.2022.19588.2042). pp. ۹۹-۱۱۹.
- ۲- خیاط مقدم، م.س.، غلامی، ا.، شیرانی راد، ا.ح.، برادران فیروزآبادی، م. و ح. عباس دخت. ۱۴۰۱. تأثیر محلول پاشی سیلیکات پتاسیم بر برخی ویژگی های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ژنوتیپ های بهاره کلزا تحت تنش خشکی آخر فصل. پژوهش های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)، ۳۵(۳)، ۵۱۱-۵۲۴.
- ۳- رحیمیان، م. ح. ۱۴۰۲. اثر رژیم های مختلف آبیاری بر عملکرد و درصد روغن کلزا. گیاهان دانه روغنی، ۱۵(۱)، ۱۹-۲۳.
- ۴- زارعی سیاه بیدی، ا. و ع. رضایی زاد. ۱۳۹۸. بررسی واکنش برخی ژنوتیپ های کلزا به تنش خشکی. پژوهش های کاربردی زراعی ۳۲(۴)، ۷۵-۵۹.
- ۵- علیزاده، ف.، نصرالهی، ع.ح.، سعیدی نیا، م. و م. شریفی پور. ۱۴۰۰. اثر آبیاری تکمیلی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و بهره وری آب کلزا پاییزه رقم روهان (خرم آباد). (علوم آب و خاک ۲۵(۱)، ۲۶-۱۵.
- ۶- قادری، جلال، نورقلی پور، فریدون. ۱۳۹۹. تأثیر فسفر بر عملکرد دانه و شاخص های کارایی فسفر در ارقام زمستانه کلزا در منطقه کرمانشاه، آب و خاک، ۳۴(۲)، ۸۲۹۱۱-۷۳۴۱۲. [doi: 10.22067/jsw.v34i2.82911-73412](https://doi.org/10.22067/jsw.v34i2.82911-73412). pp. ۴۳۹-۴۵۳.
- ۷- کریمی موحدی، محسن، اکبری، غلام عباس، اکبری، غلام علی، بناءکاشانی، فاطمه، اردکانی، محمدرضا. (۱۴۰۲). 'تأثیر بیوچار و بیوسولفور بر عملکرد دانه و برخی صفات اکوفیزیولوژیک کلزا (*Brassica napus* L) در شرایط تنش خشکی در کشت زمستانه، به زراعی کشاورزی، ۲۶۸۴-۳۳۹۳۴۳.۲۰۲۲. [doi: 10.22059/jci.2022.339343.2684](https://doi.org/10.22059/jci.2022.339343.2684). pp. ۲۵(۳) ۵۳۳-۵۴۲.
- Pavia, I., Roque, J., Rocha, L., Ferreira, H., Castro, C., Carvalho, A. and Correia, C. 2019. Zinc priming and foliar application enhances photoprotection mechanisms in drought-stressed wheat plants during anthesis. *Plant Physiology and Biochemistry*, 140:27-42.



سازمان جهاد کشاورزی استان ایلام
مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی



ایلام- بلوار جنوبی امام (ره)

ساختمان شماره ۲ سازمان جهاد کشاورزی - مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی

تلفن: ۰۸۴-۳۳۳۳۰۱۰۸

نمابر: ۰۸۴-۳۳۳۳۲۰۰۶