



مدیریت تغذیه گیاه گندم و کلزا در شرایط تنش سرما

تهیه و تنظیم: محمدمهدی طهرانی، مجید بصیرت و فریدون نورقلی پور

آذر ماه 1395

خسارت سرما در گیاهان زراعی

شدت خسارت یخبندان یا سرمای زیر صفر درجه در گیاهان زراعی به فاکتورهای متفاوتی مانند مرحله رشد گیاه یا میزان رسیدگی محصول، میزان کاهش دما و طول زمانی که گیاه در معرض این خطر قرار گرفته وابستگی دارد. مقاومت در برابر خسارت یخبندان یکی از ویژگی‌های گیاهان زراعی زمستانه در ماه‌های سرد زمستان می‌باشد. با افزایش دما، این مقاومت را از دست داده و با خروج از مرحله زمستان گذرانی شروع به رشد می‌نماید. با پیشرفت مراحل رشد گیاه، میزان آسیب‌پذیری گیاه افزایش می‌یابد و بسته به شدت خسارت یخبندان و مراحل مختلف رشد گیاه، تأثیر آن بر عملکرد محصول متفاوت می‌باشد.

علائم و نشانه‌های خسارت سرما می‌تواند در اغلب مراحل مهم رشد گیاهان زراعی زمستانه مشاهده شود. تواتر شب‌های بسیار سرد پس از روزهای گرم منجر به ایجاد یک نوار رنگی زرد تا سفید یا ارغوانی بر روی برگ‌های جوان و نوظهور می‌گردد. به‌مرور که گیاه با شرایط سرما خو می‌گیرد، علائم سرمازدگی کاهش می‌یابد. بعد از اینکه گیاه در اثر کاهش دما در پاییز به سرما عادت نمود، قادر است در برابر ماه‌های خیلی سرد نیز با حداقل اثرات زیان‌بار پایدار بماند. هرچند حتی گیاهان مقاوم شده در برابر سرما نیز هنگامی که دمای خاک به حدود 12°C - برسد، دچار خسارت خواهد شد. درجه حرارت بسیار پایین منجر به مرگ زمستانه در گیاه می‌گردد. در خاک‌های خشک نسبت به خاک‌های مرطوب بیشتر در برابر خسارت سرما آسیب می‌بیند البته در شمال کشور به خصوص در گلستان و مازندران که بارندگی‌ها زیاد و سطح آب بالا می‌باشد احتمال ماندابی شدن خاک زیاد است در این حالت خارج کردن حالت ماندابی اولین اولویت برای جلوگیری از سرمازدگی و عملیات پس از آن می‌باشد به طوری که پس از بروز عارضه سرمازدگی اگر جاهایی دچار ماندابی شدن خاک باشد آن مزرعه خسارت بیشتری خواهد دید چرا که خاک زودتر از آب گرم می‌شود و می‌تواند در بازتوانی گیاه پس از بروز سرمازدگی موثر تر باشد. در این شرایط، سرما سریع‌تر در منطقه ریشه گیاه نفوذ نموده و آن را تحت تأثیر قرار خواهد داد. همچنین خسارت سرما در مناطق شیب‌دار و مرتفع و شیب‌های رو به شمال شدیدتر می‌باشد. در مجموع می‌توان گفت دماهای پایین می‌تواند به بخش‌های مختلف گیاه اعم از برگ‌ها، گره‌ها و ساقه‌ها صدمه وارد نماید. در ابتدای خسارت سرمازدگی، برگ‌ها تیره‌رنگ می‌شوند و به نظر می‌رسد که در اثر جذب آب خیس شده‌اند. ساقه‌های خسارت‌دیده نیز ممکن است ابتدا رنگ‌پریده، خیس و نرم شده و در نهایت خشن و تیره شوند. این نواحی خمیده و درهم پیچیده شده و موجب واژگونی ساقه می‌گردند. اگر ساقه در اثر سرمازدگی کاملاً واژگون نگردد و فقط از ناحیه گره‌های ساقه خمیده شود، می‌تواند بعد از گذر از سرما مجدداً رشد نموده و ایستادگی خود را بازیابد.

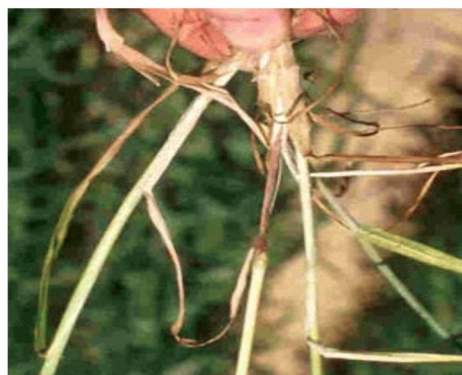
یخ زدن در ابتدای بهار، موجب از بین رفتن نقطه رشد¹ گیاه و در اواخر آن، منجر به عقیم شدن خوشه‌ها می‌گردد. اگر نقطه

رشد از بین برود، یک برگ رنگ پریده به طور حلقه‌وار دور ساقه ظاهر می‌گردد. خوشه سرمازده نیز سفید، خشک و بی‌آب به نظر می‌رسد که دارای کرک‌های ریز می‌باشد و در نهایت رنگ آن تبدیل به سفید قهوه‌ای و ظاهر خوشه چروکیده خواهد شد. این در حالی است که یک خوشه سالم دارای رنگ نسبتاً سفید تا متمایل به سبز و ظاهر شاداب می‌باشد. اصولاً گیاهان سرما زده بر خلاف گیاهان سالم نمی‌توانند به‌طور طبیعی رشد نمایند. برگ‌های آن‌ها رنگ پریده شده و مزرعه ظاهر زرد و خشبی پیدا می‌کند.

هنگامی که یخبندان در مرحله به گل رفتن رخ دهد، چند نوع خسارت ممکن است اتفاق بیفتد. دمای صفر درجه یا زیر صفر درجه سانتی‌گراد به بساک‌ها که بسیار حساس‌تر از کلاله هستند، صدمه وارد می‌نماید و موجب عقیمی گلچه‌ها می‌گردد. بساک‌ها چروکیده و در هم پیچیده می‌شوند، در حالی که رنگ آن‌ها هنوز زرد مایل به سبز است. 24 ساعت بعد از سرمازدگی، این نشانه‌ها با یک‌دوره بین دستی قابل مشاهده است. در چنین شرایطی مقدار دانه‌ها کم، دانه‌ها چروکیده، دارای وزن و ظرفیت پروتئین پایین می‌باشند. علاوه بر این یخبندان به پنجه‌ها و ساقه‌های اولیه گندم صدمه وارد نموده و موجب تحریک رشد پنجه‌های دوم و سوم در گیاه می‌شود که در نهایت به تأخیر در برداشت می‌انجامد. جدول زیر میزان خسارت سرمازدگی را هنگامی که گیاه بیش از 2 ساعت در معرض دمای پایین قرار گرفته است را نشان می‌دهد.

مرحله رشد گندم و میزان خسارت سرمازدگی

تأثیر بر عملکرد	علائم سرمازدگی	دما (درجه سانتی‌گراد)	مرحله رشد
کم تا متوسط	زرد شدن و سوختن برگ‌ها	-11	پنجه زدن
متوسط تا زیاد	سوختن برگ‌ها/ از بین رفتن نقطه رشد	-4/4	ساقه رفتن
عمدتاً زیاد	عقیم شدن گلچه‌ها/ رنگ پریدگی خوشه‌ها	-2/2	آبستنی
زیاد	عقیم شدن گلچه‌ها/ رنگ پریدگی خوشه‌ها/ سفید و بی‌رنگ شدن خوشه و برگ‌ها	-1/1	خوشه رفتن
زیاد	عقیم شدن گلچه‌ها/ رنگ پریدگی خوشه‌ها/ سفید و بی‌رنگ شدن خوشه و برگ‌ها	-1/1	به گل رفتن
عمدتاً زیاد	بی‌رنگ شدن خوشه‌ها، کوچک، چروکیده، کم‌رنگ و ناصاف شدن دانه‌ها	-2/2	شیری شدن
کم تا متوسط	دانه‌ها بی‌رنگ و چروکیده	-2/2	سفت شدن



شکل 1- عوارض خسارت سرمازدگی در گندم



شکل 2- خوشه سرمازده در گندم (یخبندان موجب رنگ زرد و ظاهر نمناک پوسته دانه‌ها در خوشه شده است)



شکل 3- خسارت سرمازدگی در نواحی مختلف خوشه گندم (ممکن است همه گلچه‌ها همزمان دچار سرمازدگی نشوند)

توجه به تاریخ کاشت، انتخاب صحیح ارقام و تهیه بستر مناسب بذر از طریق کاشت بذر در بستری از کاه و کلش از جمله راه‌های مدیریت خسارت‌های ناشی از تنش سرما در گندم می‌باشند.

مدیریت تغذیه نیز از جمله عوامل مهم در کاهش خسارت ناشی از سرما محسوب می‌شود. مقدار مصرف کود نیتروژن در جلوگیری از خطر سرمازدگی می‌تواند مؤثر باشد. گیاهانی که دارای کمبود نیتروژن هستند، اغلب از نظر تاریخ خوسه رفتن تفاوتی با گیاهانی که نیتروژن کافی دریافت داشته‌اند، ندارند اما ظاهر گیاه کوچک‌تر و عملکرد آن پایین‌تر می‌باشد. مصرف کود نیتروژن موجب افزایش رشد رویشی و شادابی گیاه گردیده، ساقه‌ها آبدار و مستعد سرمازدگی می‌شوند. مصرف کود نیتروژن باید قبل از مرحله ساقه رفتن به منظور دستیابی به عملکرد حداکثر انجام گردد. از مصرف بیش از حد کود نیتروژن در پاییز باید اجتناب نمود، اما مقادیر کافی فسفر جهت رشد قوی ریشه توصیه می‌شود. گیاهانی که به اندازه کافی پتاسیم دریافت نکرده‌اند، اغلب به سرمازدگی حساس‌تر هستند که این امر به کمبود آب در سلول مربوط می‌شود. بنابراین کافی نبودن میزان پتاسیم، عاملی است که به افزایش خطر سرمازدگی منجر می‌گردد.

از طرفی با افزایش مواد آلی محلول از قبیل قندها و پروتئین‌ها به سلول‌های گیاهان زراعی، می‌توان مقاومت آن‌ها را در برابر سرمازدگی افزایش داد. استفاده از محلول‌های محرک رشد گیاه² در مراحل قبل از پنجه‌زنی، مرحله پنجه‌زنی و ساقه رفتن می‌تواند کمک شایانی به افزایش مقاومت به شرایط تنش‌های سرمای بی‌انجامد.

استفاده از مواد آلی و هیومیک اسید نیز با سازوکارهایی می‌تواند تا حدودی مانع سرمازدگی شود. مکانیسم نخست مربوط می‌شود به افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک که خودبه‌خود سبب گرم شدن خاک در اطراف ریشه می‌شود. اگرچه چرخش شیره گیاهی در درون آوندها در فصل زمستان کند و بطئی است، اما همین چرخش کند هم می‌تواند تا حدودی گرمای ریشه را به قسمت‌های هوایی منتقل کند. دومین سازوکار مربوط می‌شود به حفظ بیشتر رطوبت خاک که به دلیل بالا بودن گرمای ویژه آب مقدار کالری بیشتری در درون خاک ذخیره می‌شود. در طول روز آفتاب به سطح زمین می‌تابد و آن را گرم می‌کند و در شب خاک خشک به سرعت گرما را از دست می‌دهد. اما خاک مرطوب که مقدار بیشتری کالری ذخیره کرده است آهسته‌تر خنک می‌شود، در نتیجه احتمال سرمازدگی کاهش می‌یابد. سومین سازوکار استفاده از مواد آلی و هیومیکی برای مقابله با سرمازدگی این است که این ترکیبات رنگ تیره‌ای به خاک می‌دهد و در نتیجه انرژی خورشیدی بیشتر به خاک جذب می‌شود.

ذکر این نکته ضروری است که پیروی از اصول مدیریت بهینه تغذیه گندم و استفاده از کودهای حاوی عناصر غذایی، مواد آلی و محرک‌های رشد گیاه در قالب یک برنامه مدیریتی و برنامه ریزی شده که عمدتاً از اول فصل رشد آغاز می‌گردد، علاوه بر حصول عملکرد و کیفیت محصول، گیاه را در برابر بسیاری از تنش‌های زنده و غیر زنده از جمله

سرمازدگی مقاوم می سازد. اینگونه نهاده ها اصولاً می بایست در مراحل مختلف فنولوژیکی گندم مصرف شده و توسط سلول های گیاهی به متابولیت های مفید برای رشد و مقابله با تنش تبدیل شوند. لذا استفاده از اینگونه نهاده ها در زمان کوتاهی قبل از مواجهه با تنشهایی مانند سرمازدگی کارایی لازم را نداشته و گاهاً برای کاهش عوارض ناشی از سرمازدگی در دوره پس از وقوع سرما می توانند مؤثرتر باشند.

دستورالعمل کوددهی گندم برای مقاوم سازی و باز توانی گیاه پس از سرمازدگی

مراحل فنولوژیکی نوع کود	قبل از کاشت	دومین آبیاری	شروع پنجه زنی	تکمیل پنجه زنی	ساقه دهی	قبل از ظهور خوشه	دانه بندی	شیری یا خمیری شدن دانه ها
کود نیتروژنی		مطابق دستورالعمل 1393	مطابق دستورالعمل 1393	10 درصد بیشتر از دستورالعمل *	10 درصد بیشتر از دستورالعمل *		محلولپاشی	محلولپاشی
کود فسفوری	مطابق دستورالعمل 1393							
کود پتاسیمی	مطابق دستورالعمل 1393							
کودهای حاوی عناصر ریزمغذی به ویژه روی	بذر مال - مصرف خاکی			محلول پاشی *	محلول پاشی *			
کودهای قابل حل با پتاسیم بالا				5 تا 10 کیلو گرم در هکتار کود آبیاری *		محلول پاشی - کود آبیاری		محلول پاشی
کودهای قابل حل با فسفر بالا		کود آبیاری		5 تا 10 کیلوگرم در هکتار کود آبیاری *	محلول پاشی *			
کودهای آلی	توسط دیسک با خاک مخلوط شود							
کودهای زیستی	بذر مال							
اسیدهای هیومیک	بذر مال	کود آبیاری			5 تا 6 لیتر در هکتار کود آبیاری *			
محرک های رشد گیاهی (جلیک یا اسید آمینه	بذر مال		محلول پاشی	محلول پاشی *				

توجه : در صورت بروز خسارت سرمازدگی عملیات هایی که در جدول بالا با ستاره نشان داده شده است برای احیاء

محصول پس از مساعد شدن شرایط اقلیمی و شروع رشد گیاه اولویت انجام دارد.

برای بازتوانی گندم 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 حدود 10 تا 15 درصد نیتروژن بیشتر به همراه استفاده از محرک های رشد گیاهی از جمله هیومیک اسید ، اسید آمینه یا عصاره جلبک توصیه می شود تا حرکت گیاه تسریع گردد. در صورتی که قبل کود های پتاسه و فسفات در زمان کشت مصرف نشده است بهتر است این کودها به صورت سرک در آب آبیاری مصرف گردند.

خسارت سرمازدگی در کلزا:

کلزا محصول مناطق معتدل می باشد و در اثر اصلاح و سازگاری که انجام گرفته است کشت آن در سایر مناطق میسر می باشد . بیش از 90 درصد بذور کلزا در دمای 20-25 درجه سانتی گراد در مدت 2-1 روز جوانه می زند در حالیکه در درجه حرارتهای 14-11 روز و دمای مطلوب (20-25) یک روز می باشد. درجه حرارت پایه برای این گیاه 5 درجه سانتی گراد و درجه حرارت مطلوب 30-25 درجه می باشد . درجه حرارت 40 درجه سانتی گراد را این گیاه برای مدت کوتاهی می تواند تحمل کند و چنانچه درجه حرارت مرحله رویشی بالاتر از مرحله گلدهی و دانه بستن باشد عملکرد نهایی افزایش می یابد . چرخه زندگی کلزای پاییزه دارای دو مرحله می باشد. مرحله رویشی که اندامهای رویشی در پاییز شکل می گیرند و با گذشت مرحله خواب زمستانه در اوایل بهار رشد مجدد را آغاز کرده که مراحل رشد زایشی انجام می شود. کلزا در پاییز به تدریج سازگاری خود را با سرما افزایش می دهد. رکود زمستانه از زمانی که درجه حرارت روزانه زیر 2 درجه می رسد شروع و در بهار وقتی که هوا 5 درجه سانتی گراد شد پایان می پذیرد. ولی اگر در بهار گرم شد و سپس یخبندان رخ داد باعث خسارت به این محصول می شود (6- تا 12- درجه سانتی گراد . (بستگی به مرحله رشد نمود و درجه سازگاری و رقم کلزا ، این محصول سرمای 20 تا -15 را تحمل می کند و در حالتی که زمین از برف پوشیده شده است تحمل به سرما در دمای پاییز بیشتر نیز می باشد. دمای 7- تا -15 درجه سانتی گراد برای برگها کشنده است. اما گیاهانی که سیستم ریشه ای توسعه یافته ای دارند و نقاط رشدی توسط برگه پوشیده شده است، در دمای پایین نیز زنده می مانند.



شکل 4- آثار خسارت سرما بر روی کلزا یک روز بعد از سرمای 93/12/4 با حداقل دمای منفی یک درجه سانتی گراد در منطقه نیشابور



شکل 5- عکس سمت راست کلزای خسارت دیده در سرما و از بین رفته و عکس چپ کوتیلیدون ها خسارت دیده اما ساقه و نقطه رشد آتی سالم می باشند و این گیاه زنده خواهد ماند

سرما های قبل از سبز شدن گیاه تقریباً کشنده هستند و برای منظور برای سرعت دهی به جوانه زنی و خروج از خاک میبایست از روش بذر مال برای سریع سبز شدن استفاده کرد. معمولاً پس از بروز سرما بدلیل آسیب زیاد گیاهچه کار

زیادی نمی توان انجام داد. انواع بذر مال های تجاری حاوی عنصر روی و یا روی و فسفر و یا ترکیبات اسید هیومیک تقویت شده با روی یا فسفر برای تسریع جوانه زنی قابل توصیه می باشند.



شکل 6- خسارت سرمازدگی در کلزا گیاهچه سمت چپ به دلیل از بین رفتن ساقچه از بین می رود اما گیاهچه سمت راست به دلیل سالم ماندن ساقچه و نقطه رشد انتهایی به رشد خود ادامه خواهد داد

دستورالعمل کوددهی کلزا برای مقاوم سازی و باز توانی گیاه پس از سرمازدگی

مرحل فناولوژیکی	قبل از کاشت	دومین آبیاری	خروج از روزت	انتهای ساقه دهی	غنچه دهی	بعد از گلدهی
		نوع کود				
کود نیتروژنی	جدول 4-5-6-7 پیوست	جدول 4-5-6-7 پیوست	10 درصد بیشتر از جدول 4-5-6 7-6 پیوست *	10 درصد بیشتر از جدول 4-5-6 7-6 پیوست *		
کود فسفوری	جدول 8-9-10-11 پیوست					
کود پتاسیمی	جدول 12-13-14-15 پیوست					
کودهای حاوی عناصر ریزمغذی به ویژه روی	بذرمال-مصرف خاکی مطابق بند 5 پیوست		محلول پاشی *	محلول پاشی *		
کودهای قابل حل با پتاسیم بالا			5 تا 10 کیلو گرم در هکتار کودآبیاری *		محلول پاشی - کودآبیاری	
کودهای قابل حل با فسفر بالا		کودآبیاری	5 تا 10 کیلو گرم در هکتار کودآبیاری *	محلول پاشی *		
کودهای آلی	توسط دیسک با خاک مخلوط شود					
کودهای زیستی	بذرمال					
اسیدهای هیومیک	بذرمال	کودآبیاری		5 تا 6 لیتر در هکتار کودآبیاری *		
محرک های رشد گیاهی(جلبک یا اسید آمینه)	بذرمال		محلول پاشی *			

توجه : در صورت بروز خسارت سرمازدگی عملیات هایی که در جدول بالا با ستاره نشان داده شده است
برای احیاء محصول پس از مساعد شدن شرایط اقلیمی و شروع رشد گیاه اولویت انجام دارد.

برای بازتوانی کلزا 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 حدود 10 تا 15 درصد نیتروژن بیشتر به همراه استفاده از محرک های رشد گیاهی از جمله هیومیک اسید ، اسید آمینه یا عصاره جلبک توصیه می شود تا حرکت گیاه تسریع گردد. در صورتی که قبل کود های پتاسه و فسفات در زمان کشت مصرف نشده است بهتر است این کودها به صورت سرک در آب آبیاری مصرف گردند.

در مناطق بسیار سرد مانند زنجان و اقلید به هیچ عنوان از مصرف کود نیتروژن در ابتدای رشد کاسته نشود بخصوص در کشتهای تاخیری و اگر در زمان پیش از کشت مصرف نگردد بهتر است در آبیاری دوم کود نیتروژن مصرف شود. حذف نیتروژن در مرحله اول رشد باعث تاخیر در رشد و دیر رسیدن گیاه به مرحله روزت 8 برگی خواهد شد.

جدول 2- برآورد پتانسیل تولید مزرعه برای تولید کلزا

عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار)	شوری آب آبیاری (دسی زیمنس بر متر)	تعداد نوبت آبیاری	درصد کربنات کلسیم	شوری عصاره خاک (دسی زیمنس بر متر)	بافت خاک
بیش از 3400	مساوی یا کمتر از 1/3	11	کمتر از 15	مساوی یا کمتر از 2	لوم، لوم رسی، رسی
3400	2	11	15-19/9	3	لوم، لوم رسی، رسی
3200	2/7	10	20-24/9	4	لوم، لوم رسی، رسی
3000	3/3	10	25-29/9	5	لوم، لوم رسی، رسی
2800	4	9	30-34/9	6	لوم شنی، سیلت
2600	4/7	9	35-39/9	7	لوم رس سیلتی
2400	5/3	8	40-44/9	8	رس شنی، رس سیلتی
2200	6	7	45-49/9	9	شن لومی، رس سیلتی متراکم
2000	6	6	50-54/9	9	شن لومی، رس سیلتی متراکم
1800	6/7	5	55-59/9	10	شن لومی، رس سیلتی متراکم
1600	6/7	4	55-59/9	10	شن لومی، رس سیلتی متراکم
1400	7/3	4	55-59/9	11	شن لومی، رس سیلتی متراکم
1200	7/3	4	60	11	شن لومی، رس سیلتی متراکم
کمتر از 1000	مساوی یا کمتر از 0/8	کمتر از 4	بیشتر از 60	مساوی یا بیشتر از 12	شن، رسی متراکم

جدول 3- حد بحرانی عناصر غذایی (میلی گرم در کیلو گرم) در خاک های زیر کشت کلزا (رضایی و ملکوتی 1379)

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

برآورد نیتروژن (بر حسب اوره) مورد نیاز کلزا

جدول 4- توصیه کودی اوره برای کلزا در اقلیم گرم (کیلوگرم در هکتار)

درصد کربن آلی خاک						عملکرد مورد انتظار (کیلوگرم در هکتار)
1/5-1/8	1/2-1/5	0/9-1/2	0/6-0/9	0/3-0/6	0/1-0/3	
155-170	170-185	185-200	200-215	215-230	230-240	1000
170-180	185-200	200-210	215-225	230-240	240-280	1400
180-190	200-205	210-220	225-235	240-280	280-320	1800
190-200	205-215	220-230	235-260	280-310	320-360	2200
200-210	215-225	230-240	260-300	310-360	360-400	2600
210-220	225-235	240-280	300-340	360-400	400-420	3000
220-230	235-260	280-320	340-380	400-440	420-480	>3400

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

درصد کربن آلی خاک						عملکرد مورد انتظار (کیلوگرم در هکتار)
1/5-1/8	1/2-1/5	0/9-1/2	0/6-0/9	0/3-0/6	0/1-0/3	
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

جدول 6- توصیه کودی اوره برای کلزا در اقلیم سرد (کیلوگرم در هکتار)

درصد کربن آلی خاک						عملکرد مورد انتظار کیلوگرم در هکتار
1/5-1/8	1/2-1/5	0/9-1/2	0/6-0/9	0/3-0/6	-0/3 0/1	
135	135	140	140-155	155-175	170-180	1000
135	140	140-150	155-175	175-210	180-220	1400
135	140-155	150-160	175-185	210-220	220-260	1800
135	155-170	160-180	185-220	220-260	260-300	2200
135-150	170-180	180-195	220-235	260-300	300-340	2600
155-165	180-190	195-210	235-250	300-340	340-380	3000
165-180	190-210	210-230	250-300	340-380	380-420	>3400

جدول 7- توصیه کودی اوره برای کلزا در اقلیم سواحل دریای خزر (کیلوگرم در هکتار)

درصد کربن آلی خاک						عملکرد مورد انتظار کیلوگرم در هکتار
1/5-1/8	1/2-1/5	0/9-1/2	0/6-0/9	0/3-0/6	-0/3 0/1	
145	145-155	155-170	170-185	185-200	200-210	1000
145-150	155-165	170-180	185-205	200-210	210-250	1400
150-160	165-175	180-190	205-215	210-250	250-290	1800
160-170	175-185	190-200	215-230	250-290	290-330	2200
170-180	185-200	200-210	230-270	290-330	330-370	2600
180-190	200-205	210-250	270-310	330-370	370-410	3000
190-215	205-230	250-290	310-350	370-410	410-450	>3400

برآورد فسفر مورد نیاز کلزا

جدول 8- توصیه کود فسفوری مورد نیاز کلزا برای اقلیم گرم
(کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار)

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	50-90	90-110	1000
0-50	50-70	70-110	110-140	1400
0-50	50-90	90-140	140-170	1800
50-70	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

جدول 9- توصیه کود فسفوری مورد نیاز کلزا برای اقلیم معتدل سرد
(کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار)

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

جدول 10- توصیه کود فسفوری مورد نیاز کلزا برای اقلیم سرد
(کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار)

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	0-60	60-120	120-150	1000
0-30	30-90	90-150	150-180	1400
0-60	60-120	120-180	180-210	1800
30-90	90-150	150-210	210-235	2200
60-120	120-180	180-235	235-250	2600
90-150	150-210	210-250	250-260	3000
120-180	180-235	235-260	260-270	>3400

جدول 11- توصیه کود فسفوری مورد نیاز کلزا برای اقلیم سواحل دریای خزر
(کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار)

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
100-160	160-210	210-240	240-250	>3400

برآورد پتاسیم مورد نیاز کلزا

جدول 12- توصیه کود پتاسیمی مورد نیاز کلزا در اقلیم گرم (کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار)

پتاسیم قابل استخراج توسط روش استات آمونیوم (میلی گرم در کیلوگرم)						عملکرد مورد انتظار (کیلوگرم در هکتار)
>200	160-200	120-160	80-120	40-80	<40	
0	10-40	20-60	60-90	90-120	120	1000
0	20-50	40-75	85-115	115-145	145	1500
0	30-60	60-95	110-140	140-170	170	2000
0	40-70	80-115	135-165	165-195	195	2500
0	50-80	100-135	160-190	190-220	220	3000
0	60-90	120-155	180-205	215-235	245	3500
0	100	160	210	240	270	≥4000

جدول 13- توصیه کود پتاسیمی مورد نیاز کلزا در اقلیم معتدل سرد (کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار)

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

جدول 14- توصیه کود پتاسیمی مورد نیاز کلزا در اقلیم سرد (کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار)

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	15-45	30-70	75-110	100-140	140	1000
0	25-55	50-85	95-130	125-160	170	1500
20	35-65	70-105	120-150	150-180	195	2000
35	45-75	90-125	145-180	175-205	215	2500
55	55-85	110-145	165-200	200-230	235	3000
65	65-95	130-165	185-220	220-250	260	3500
70	110	170	220	250	280	≥4000

جدول 15- توصیه کود پتاسیمی مورد نیاز کلزا در اقلیم سواحل دریای خزر (کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار)

عملکرد مورد انتظار						پتاسیم قابل استخراج توسط روش استات آمونیوم (میلی گرم در کیلوگرم)
(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
25	40-70	85-120	140-170	170-200	200	2500
35	50-80	105-140	160-190	195-225	225	3000
45	60-90	125-160	180-210	215-240	250	3500
55	105	165	215	245	275	≥4000

تذکر: 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.

5- توصیه کاربرد عناصر کم مصرف:

در مواردی که کمبود شدید عناصر کم مصرف به ویژه روی وجود داشته باشد، مصرف حاکی و محلول پاشی هر دو باید انجام گیرد. محلول پاشی با غلظت سه تا 5 در هزار سولفات روی می‌تواند در دو مرحله خروج از ریزش و قبل از گلدهی انجام گیرد و مصرف حاکی آن 30 کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

در خاک‌های دارای کمبود بور که دارای کمتر از 0/8 میلی گرم در کیلوگرم بور هستند، مقدار 15-10 کیلوگرم در هکتار اسیدبوریک به صورت پخش یکنواخت توصیه می‌شود. هرگز بور به صورت نواری استفاده نگردد. چنانچه بیشتر از مقدار مورد نیاز 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 (بخصوص در خاک‌های شور) باید مقدار آن در آب آبیاری نیز مد نظر قرار گیرد، چرا که ممکن است مقدار آن در آب آبیاری کمبود در خاک را جبران نماید.

در کنترل کمبود منگنز: اگر چه دادن سولفات منگنز به خاک می‌تواند مؤثر واقع شود ولی محلول پاشی آن کارایی بیشتری دارد. معمولاً محلول پاشی 3-5 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، محلول پاشی در اوایل بهار ممکن است ضروری باشد (احمدی و جاویدفر، 1377).

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. از جمله این روش‌ها استفاده از

کلات Fe-EDDHA در خاک و یا به صورت محلول پاشی می‌باشد. اما گرانی این کودهای آلی مصرف آن را محدود می‌سازد. مواد دیگری نیز همچون سولفات آهن در خاک قابل استفاده می‌باشد، اما با توجه به عدم کارایی این کود در خاک‌های آهکی، مصرف آن توصیه نمی‌شود.

3- محلول پاشی ترکیبات حاوی آهن نیز در رفع کلروز مؤثر می‌باشد. محلول پاشی گیاهان دچار کلروز در 2-3 نوبت با فاصله 15 روز با محلول چهار در هزار سولفات آهن بسیار مؤثر است. یعنی 4 کیلوگرم سولفات آهن (FeSO_4) در 1000 لیتر آب حل شده و سپس استفاده گردد. استفاده از غلظت‌های بالاتر اغلب سبب سوختگی برگ‌ها می‌شود. افزودن عوامل مرطوب کننده تجاری یا چند قطره مایع ظرفشویی پیش از محلول پاشی، الزامی است. استفاده از غلظت‌های بالاتر اغلب سبب سوختگی برگ‌ها می‌شود. در صورت ضرورت محلول پاشی بایستی قبل از ظهور زردی، انجام گیرد و در صورت بروز کمبود چندین بار بایستی محلول پاشی نمود. همچنین بایستی در صبح یا غروب هنگامی که درجه حرارت پایین است و رطوبت بالا و باد آرام است، انجام گیرد.

- نکات فنی عمومی برای محلول پاشی

- محلول پاشی باید صبح زود یا عصر، هنگامی که نور خورشید مایل است انجام گیرد؛
- به محلول کودی تهیه شده، ماده سیتوویت یا مایع ظرفشویی به غلظت 0/2 در هزار (200 میلی لیتر 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 ایش یافته و در نتیجه میزان جذب برگ افزایش می‌یابد؛
- هنگام محلول پاشی سرعت وزش باد باید حداقل باشد؛
- پس از انجام محلول پاشی با حداقل فاصله زمانی، آبیاری مزرعه انجام گیرد؛
- حرارت محیط در هنگام محلول پاشی پایین تر از 29 درجه سانتی گراد باشد.
- برای اطمینان از صحت انجام عملیات فوق پیشنهاد می‌گردد کود مورد نظر را با غلظت مربوطه تهیه و در قطعه کوچکی از مزرعه برگ پاشی نمود. در صورت عدم ظهور علائم برگ سوزی، پس از سه روز در گیاه در تمام سطح مزرعه، برگ پاشی انجام پذیرد. در اراضی شور از کود عناصر کم مصرف بدون بور استفاده شود.
- محلول پاشی برگ بیشتر به عنوان یک ابزار موقتی و اضطراری استفاده می‌شود. به عبارت دیگر موارد استعمال کوددهی از طریق برگ به دنبال کوددهی از طریق خاک و برطرف نمودن کمبودهای نهفته و مبارزه با کمبودهای شدید عناصر غذایی کم مصرف می‌باشد .
- عناصر کم مصرف به طور کلی از طریق خاک و یا محلول پاشی مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما، تصمیم گیری در خصوص کاربرد عناصر کم مصرف به دو روش مزبور، منوط به سهولت کاربرد و مسائل اقتصادی می‌باشد .