



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

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه گلرنگ

نگارندگان

احمد بایبوردی و فریدون نورقلی پور

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی
موسسه تحقیقات خاک و آب
عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب

نشریه فنی: ۵۸۷

۱۳۹۸

سرشناسه	: بایبوردی، احمد، ۱۳۴۹ -
عنوان و نام پدیدآور	: دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه گلرنگ / نگارندگان احمد بایبوردی، فریدون نورقلی پور؛ ویراستار زهرا محمدی.
مشخصات نشر	: کرج: موسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	: ۵۲ ص.: مصور (بخشی رنگی)، جدول (بخشی رنگی)، نمودار (بخشی رنگی).
فروست	: نشریه فنی؛ ۵۸۷
شابک	: 978-622-6705-10-3
وضعیت فهرست نویسی: فیبا	
موضوع	: گلرنگ -- تغذیه
موضوع	: Safflower -- Nutrition
موضوع	: خاک -- حاصلخیزی
موضوع	: Soil productivity
موضوع	: خاک و تغذیه
موضوع	: Soils and nutrition
شناسه افزوده	: نورقلی پور، فریدون، ۱۳۵۲ -
شناسه افزوده	: موسسه تحقیقات خاک و آب
شناسه افزوده	: Soil & water research institute
رده بندی کنگره	: SB ۲۹۹
رده بندی دیویی	: ۶۳۳/۸۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۹۴۷۲۹۸

عنوان: دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه گلرنگ

نگارندگان: احمد بایبوردی و فریدون نورقلی پور

ناشر: موسسه تحقیقات خاک و آب

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات سنا

کارشناس انتشارات: زهرا محمدی

ویراستار: زهرا محمدی

صفحه آرا: سمانه پورمنصور

طراح جلد: سید هرمز سجادی

شابک: 978-622-6705-10-3

سال انتشار: ۱۳۹۸

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

این اثر با شماره ۵۶۵۳۰ در تاریخ ۹۸/۹/۶ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است.

نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.

نشانی: کرج، میدان استاندارد، جاده مشکین دشت، بعد از رزکان نو، بلوار امام خمینی (ره)، موسسه

تحقیقات خاک و آب، کد پستی: ۳۱۷۷۹۹۳۵۴۵ - صندوق پستی: ۳۱۱-۳۱۷۸۵

تلفن: ۰۲۶-۳۶۲۰۱۹۰۰ دورنگار: ۰۲۶-۳۶۲۱۰۱۲۱

Website: www.swri.ir

Email: info@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 ایران با وجود تولید ۲۷۱ هزار تن دانه روغنی، بخش عمده‌ای از روغن مصرفی خود را از منابع خارجی، تأمین می‌نماید، از این‌رو 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.

به دلیل تنش‌های خشکی ایجاد شده در کشور در سال‌های اخیر، گرایش به سمت کشت محصولاتی که دارای مقاومت نسبی بیشتری به تنش خشکی هستند افزایش یافته که در بین این گیاهان، گلرنگ به دلیل بومی بودن، مورد توجه قرار گرفته است. براساس نتایج تحقیقات انجام شده در کشور، گلرنگ توان تولید بیش از ۴ تن دانه در هکتار را دارد که در این میان عوامل به‌زراعی، نقش موثری در تولید این محصول برعهده دارند. در بین عوامل به‌زراعی، تغذیه مطلوب و بهینه نیز دارای اهمیت است. راهنمای پیش رو برای مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه گلرنگ ارائه شده است. لزوم مدیریت تغذیه بر اساس مراحل فیزیولوژیکی رشد گیاه، توصیه کود برای مناطق دیم، استفاده از کودهای نوین، حفظ تناوب زراعی و کاربرد کود سبز در توصیه کودی، تولید محصول مغذی و با کیفیت، جنبه بیولوژیک حاصلخیزی خاک، قابلیت کاربرد برای گروه‌های عملکردی در اقلیم‌های مختلف و قابلیت تبدیل سریع به دستورالعمل‌های منطقه‌ای، بولتن‌های ترویجی و پیام‌های تلویزیونی از مزایای این دستورالعمل محسوب می‌شود.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
مراحل رشد گلرنگ	۵
ارقام گلرنگ	۸
روش‌های تشخیص کمبود عناصر غذایی	۱۱
آزمون خاک	۱۱
تجزیه گیاه	۱۲
علائم ظاهری کمبود عناصر غذایی	۱۳
علائم کمبود عناصر غذایی پرمصرف	۱۴
علائم کمبود عناصر غذایی کم مصرف	۱۷
الگوی جذب عناصر غذایی	۱۸
مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه گلرنگ	۱۹
مصرف بهینه کودهای شیمیایی	۲۰
توصیه کودی نیتروژن	۲۱
توصیه کودی فسفر	۲۴
توصیه کودی پتاسیم	۲۶
توصیه کودی گوگرد	۲۷
توصیه کودی منیزیم	۲۹
توصیه کودی عناصر کم مصرف (بور، آهن، منگنز و روی) در گیاه گلرنگ	۲۹
بور	۳۰
آهن	۳۱
منگنز	۳۱
روی	۳۲
نکات فنی عمومی برای محلول‌پاشی	۳۳

۳۴	 کاربرد ماده آلی در تولید گلرنگ
۳۴	 کاربرد کودهای زیستی در زراعت گلرنگ
۳۵	 آب و نیاز آبیاری گلرنگ
۳۶	 توصیه کودی گلرنگ در شرایط دیم
۳۷	 مدیریت تغذیه گیاه گلرنگ در شرایط تنش‌های محیطی
۳۷	 تأثیر شرایط خشکی بر نیاز غذایی گلرنگ و پتانسیل تولید
۳۸	 مدیریت تغذیه گیاه گلرنگ در شرایط شور
۳۹	 توصیه کودی و سرمازدگی در گلرنگ
۴۳	 منابع
۴۶	 پیوست



موسسه تحقیقات خاک و آب

فهرست جداول

صفحه

عنوان

- جدول ۱- تاریخ کاشت مناسب برای کشت پاییزه گلرنگ در اقلیم‌های مختلف کشور ۵
- جدول ۲- تاریخ کاشت مناسب برای کشت بهاره گلرنگ در اقلیم‌های مختلف کشور ۵
- جدول ۳- حد بحرانی عناصر غذایی (میلی گرم در کیلوگرم) در خاک‌های زیر کشت گلرنگ ۱۲
- جدول ۴- حدود بهینه عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف در برگ‌های جدید بالغ شده در قسمت وسط ساقه در مرحله رشد قبل گل‌دهی (اولین غنچه‌ها قابل مشاهده) گلرنگ ۱۳
- جدول ۵- میزان نیتروژن منتقل شده و برداشت شده در واحد سطح در طول یک فصل زراعی ۲۳
- جدول ۶- توصیه مصرف بهینه کود براساس عملکرد مورد انتظار ۲۳
- جدول ۷- توصیه مصرف عناصر کم‌مصرف روی و منگنز براساس عملکرد مورد انتظار ۳۳
- جدول ۸- عمق توسعه نسبی ریشه و میزان آب قابل استفاده در برخی از محصولات مناطق
دیم در مقایسه با گلرنگ ۳۶
- جدول ۹- دستورالعمل کوددهی گلرنگ برای مقاوم‌سازی و باز توانی گیاه پس از سرمازدگی ۴۱
- جدول پیوست ۱- ضرایب تبدیل برای عناصر غذایی در کودهای مختلف ۴۶

موسسه تحقیقات خاک و آب

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱- ریشه گیاه گلرنگ.....	۲
شکل ۲- مراحل رشد گلرنگ.....	۶
شکل ۳- مرحله رشد جوانه زنی، توسعه برگ و طولیل شدن ساقه گلرنگ.....	۷
شکل ۴- مرحله رشد طولیل شدن ساقه (میانگره‌ها قابل مشاهده، مرحله رشد ۳۹/۵۰)، تشکیل کاپیتولوم (مرحله رشد ۵۰)، کاپیتولوم به صورت مشخص از برگ‌ها جدا شده (مرحله رشد ۵۹ و ۵۵)، شروع و انتهای گل‌دهی (مرحله رشد ۶۱-۶۹) در گلرنگ.....	۷
شکل ۵- مرحله رشد توسعه کاپیتولوم و میوه (مرحله رشد ۸۷-۷۹) در گلرنگ.....	۸
شکل ۶- غوزه و گلچه‌های گلرنگ رقم پدیده.....	۸
شکل ۷- غوزه و گلچه‌های گلرنگ رقم گلدشت.....	۹
شکل ۸- غوزه و گلچه‌های گلرنگ رقم گل‌مهر.....	۹
شکل ۹- غوزه و گلچه‌های گلرنگ رقم صفه.....	۱۰
شکل ۱۰- غوزه و گلچه‌های گلرنگ رقم پرنیان.....	۱۰
شکل ۱۱- نمای کلی محل بروز علائم کمبود عناصر به عنوان یک راهنمای تشخیص.....	۱۴
شکل ۱۲- مقایسه بوته‌های گلرنگ از بابت کمبود عناصر پرمصرف و ثانویه با گیاه سالم.....	۱۶
شکل ۱۳- علائم ظاهری کمبود عناصر پرمصرف و ثانویه.....	۱۶
شکل ۱۴- مقایسه بوته‌های گلرنگ از بابت کمبود عناصر کم‌مصرف با گیاه سالم.....	۱۸
شکل ۱۵- علائم ظاهری کمبود عناصر کم‌مصرف.....	۱۸
شکل ۱۶- دینامیک جذب نیتروژن در مراحل مختلف رشدی گلرنگ.....	۱۹
شکل ۱۷- عکس العمل گلرنگ پاییزه به سطوح مختلف نیتروژن.....	۲۴

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 annuus* L.)، کنجد (*Sesamum indicum* L.)، کتان (*Linum usitatissimum* L.) و کرچک (*Ricinus communis* L.) دارد. کشورهای مکزیک، آمریکا، اتیوپی، آرژانتین و استرالیا ۹۹ درصد از سطح زیر کشت و تولید گلرنگ جهان را در اختیاردارند (Craufurd و Cartwright، ۱۹۸۹). در سال ۲۰۰۳ بیشترین مقدار تولید متعلق به کشور قزاقستان و پس از آن هند بود (Hussain و همکاران، ۲۰۱۶). مطابق این گزارش در این سال مقدار تولید در ایران ۱۵ هزار تن بود (Hussain و همکاران، ۲۰۱۶). در ایران گلرنگ از گذشته در فارس، خراسان، آذربایجان و اصفهان به صورت زراعت فرعی و به منظور استفاده در رنگ غذا، رنگ آمیزی پارچه و ابریشم، کشت می‌شده است. سطح زیر کشت فعلی گلرنگ حدود ۶۵۰۰ هکتار است. بیشترین مساحت کشت مربوط به استان فارس است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۶).

گلرنگ از تیره مرکبان Compositae (کاسنی) با نام لاتین *Carthamus tinctorius* L. و نام انگلیسی Safflower است. گیاهی پرشاخ و برگ و شبه خاردار بوده که انواع وحشی آن به صورت دو یا چندساله نیز می‌روید. به طور کلی گلرنگ، گیاهی سازگار با مناطق خشک است. این گیاه به دلیل مقاومت نسبی به خشکی، سرما، شوری و نیاز اندک به کود در کشورهای مختلف جهان، کشت می‌شود. با این حال لازم است شرایط اقلیمی مطلوب زراعت گلرنگ، حاکم باشد تا عملکرد خوب، حاصل شود. گلرنگ محصول نواحی گرم است ولی در اثر اصلاح نباتات و تولید ارقام مختلف، دامنه کشت آن به عرض‌های جغرافیایی بالاتر نیز، رسیده است. این گیاه از عرض‌های جغرافیایی ۲۰ درجه جنوبی تا ۴۰ درجه شمالی، قابل کشت است (اهدایی و نورمحمدی، ۱۳۶۲). گلرنگ دارای برگ‌های دنداندار با دندانه‌های منتهی به خارهای ظریف و نوک تیز است. شکل ظاهری پهنک برگ آن که در یک طرف عاری از تار و در طرف دیگر دارای

شبکه‌ای از رگبرگ‌های کاملاً برجسته در سطح تحتانی است، بهترین وسیله تشخیص این گیاه است. در ارقام مختلف گلرنگ پنج نوع برگ، مشاهده می‌شود: (۱) برگ‌های تخم‌مرغی شکل (۱/۱)، (۲) برگ‌های به شکل تخم‌مرغ واژگون (۳/۳)، (۳) برگ‌های نیزه‌ای وارونه (۷/۷)، (۴) برگ‌های تخم‌مرغی دوک مانند (۱۷/۷)، (۵) برگ‌های دوک مانند (۷۴/۷). از اختصاصات این گیاه آن است که کاپیتول‌هائی منفرد و محصور در برگچه‌هایی با ظاهر برگ مانند دارد. کناره برگچه مذکور نیز مانند برگ گیاه، دارای خارهای ظریف و گاهی نیز در برخی از برگچه‌های ارقام اصلاح شده، عاری از آن است. بنا به گزارش‌های موجود، بین درجه خاردار بودن و مقدار روغن یک همبستگی مثبت خطی وجود دارد و ژن‌های مسئول کنترل این دو صفت به هم چسبیده‌اند (آذری و خواجه‌پور، ۱۳۸۴). گلرنگ دارای یک ریشه اصلی عمودی است (شکل ۱). به‌طور معمول، ریشه‌های افقی فرعی نازکی نیز، تولید می‌نماید. ریشه عمودی گلرنگ، معمولاً تا عمق ۲ تا ۳ متری در خاک نفوذ می‌نماید. ریشه‌های فرعی می‌توانند طولی بین ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متر داشته باشند. به‌طور کلی، طول و گسترش ریشه گلرنگ به رطوبت خاک، وابسته است. سیستم عمودی و گسترده ریشه گیاه به آن اجازه می‌دهد که گیاه بتواند رطوبت و مواد غذایی را از اعماق خاک، جذب نماید. به همین دلیل گیاه گلرنگ، نسبت به دیگر گیاهان به خشکی، مقاوم‌تر است (آذری، ۱۳۸۰).



شکل ۱- ریشه گیاه گلرنگ

بعد از سبز شدن، بوته‌های گلرنگ نخست دوره روزه را در پیش رو، خواهند داشت. در این دوره برگ‌ها در نزدیکی سطح زمین به حالت خوابیده، دیده می‌شوند. ساقه هنوز طویل نشده و دیده نمی‌شود. طول این دوره به درجه حرارت، ژنوتیپ و طول روز، بستگی داشته و در هوای سرد و روزه‌های کوتاه، طولانی‌تر از هوای گرم و روزه‌های بلند، است. با گرم شدن هوا فاصله میان‌گره‌ها زیاد و در نتیجه ساقه اصلی، طویل می‌شود. ساقه اصلی در گلرنگ ایستاده، خشن و چوبی شده، استوانه‌ای و دارای خطوط باریک طولی، توپر، بدون پرز یا پرزدار و به رنگ خاکستری روشن تا سفید و یا مایل به زرد است. ارتفاع نهایی ساقه، بسته به عواملی مانند رقم (ژنوتیپ) و شرایط محیطی، بسیار متغیر بوده و بین ۴۵ تا ۱۵۰ سانتی‌متر است (آذری و خواجه پور، ۱۳۸۴). ساقه اصلی و شاخه‌های فرعی در انتهای آزاد خود، هرکدام به یک گل‌آذین، منتهی می‌شوند. گل‌آذین گلرنگ، غوزه نامیده شده و از نوع کلاپرک است. هر غوزه ۲۰ تا ۱۲۰ گلچه لوله مانند را در بردارد که هر یک می‌تواند مولد یک دانه باشد. گل‌های آن دارای رنگ زرد مایل به قرمز است و به تدریج زرد نارنجی می‌شود. میوه‌اش به صورت فندقه سفیدرنگ و در برخی از ارقام گلرنگ در قاعده بذر، رشته‌های نازک کرکی شکل به نام پاپوس^۱ وجود دارد. این ویژگی، زراعت گلرنگ را در برابر خسارت پرندگان دانه‌خوار، حفظ می‌کند (باقری، ۱۳۷۴). وزن هزار دانه آن در حدود ۴۰ گرم است. ارقام زراعی دارای ۳۳ تا ۴۵ درصد پوسته، ۵۵ تا ۶۵ درصد مغز هستند که ۳۵ تا ۴۵ درصد روغن در مغز دانه، انباشته شده است (Omidi و همکاران، ۲۰۰۸). تعداد و اندازه غوزه در هر بوته به عواملی چون رقم، فضای رشد بوته، حاصلخیزی خاک و فراهمی دیگر عوامل محیطی، بستگی دارد. علاوه بر این، اندازه غوزه به موقعیت آن بر روی بوته نیز وابسته است. غوزه‌های اولیه بزرگ‌ترین غوزه می‌باشند درحالی‌که غوزه‌های ثانویه معمولاً کوچک‌ترند. غوزه اولیه به غوزه انتهایی ساقه اصلی و غوزه ثانویه به غوزه انتهایی شاخه فرعی، انشعاب یافته از ساقه اصلی، اطلاق می‌شود. هر غوزه توسط چندین لایه از براکته‌های مجتمع، احاطه شده است. براکته‌های تحتانی، خصوصیات برگ‌های بالایی را منعکس می‌کنند. به لحاظ شکل، این براکته‌ها از دمبلی و بیضوی تا نیزه‌ای و نیز به

لحاظ تعداد، متفاوتند. تعداد غوزه در هر بوته از ۱۵ تا ۱۵۰ و قطر غوزه از ۱/۲ تا ۴ سانتی متر، متفاوت است.

گلرنگ از نظر روند رشد در گروه گیاهان دارای رشد محدود، قرار دارد، چون با تشکیل جوانه زایشی در انتهای ساقه، رشد رویشی آن تقریباً متوقف می شود (آذری و خواجه پور، ۱۳۸۴). گل دهی از حاشیه غوزه شروع شده و به طرف مرکز غوزه، ادامه می یابد. گل دهی یک غوزه طی ۳ تا ۵ روز تکمیل می شود. باید توجه داشت که گل - دهی کامل تمام غوزه در یک بوته ممکن است به مدت ۱۰ تا ۴۰ روز طول بکشد.

تامین عناصر غذایی به مقدار بهینه، یکی از عوامل مهم در افزایش عملکرد کمی و کیفی این دانه روغنی با ارزش است. بهترین عملیات مدیریتی کودها برای گلرنگ را می توان در چهار اصل (۱) تعیین مقدار نیاز عنصر یا عناصر غذایی، (۲) تعیین منبع مناسب عنصر غذایی، (۳) تعیین زمان مناسب کاربرد و (۴) روش مناسب کاربرد، بیان نمود. ارتباط بین این چهار عامل، همراه با به کارگیری دیگر راهکارهای مدیریتی همانند کنترل آفات و بیماری ها، مدیریت زراعی، مدیریت آبیاری و ... سبب دستیابی به عملکرد بهینه، خواهد شد. معمولاً این مدیریت ها چنانچه در ترکیب با یکدیگر بکار روند، باعث هم افزایی خواهند شد. لازم به یادآوری است که به غیر از عوامل تغذیه و آبیاری، عواملی همانند تهیه بستر مناسب (شخم عمیق، دیسک تا حد ایجاد خاکدانه - های مناسب و تسطیح)، انتخاب تاریخ کاشت مناسب براساس اقلیم (مناطق گرم و مرطوب، گرم و خشک، نیمه سرد و مناطق سرد)، انتخاب رقم مناسب، از جمله این موارد هستند (جدول ۱ و ۲).

موسسه تحقیقات خاک و آب

جدول ۱- تاریخ کاشت مناسب برای کشت پاییزه گلرنگ در اقلیم‌های مختلف کشور

ردیف	نام اقلیم (استان)	تاریخ کاشت مناسب (پاییزه)	رقم مناسب
۱	مناطق سرد (مانند استان‌های آذربایجان غربی و شرقی، زنجان، اردبیل، همدان، کردستان، قزوین و ...)	اوایل شهریورماه تا اواخر شهریورماه	گل‌مهر و پدیده
۲	مناطق معتدل سرد (مانند استان‌های تهران، البرز، فارس، کرمانشاه، خراسان رضوی، اصفهان، مرکزی و ...)	اواسط شهریور ماه تا اوایل مهرماه	گل‌مهر، پدیده، گلدشت و پرنیان
۳	مناطق معتدل گرم و گرم (مانند استان‌های بوشهر، هرمزگان، بلوچستان، جنوب کرمان و ...)	نیمه دوم آبان تا نیمه اول آذرماه	گلدشت، پرنیان صفه و محلی اصفهان

جدول ۲- تاریخ کاشت مناسب برای کشت بهاره گلرنگ در اقلیم‌های مختلف کشور

ردیف	نام اقلیم (استان)	تاریخ کاشت مناسب (پاییزه)	رقم مناسب
۱	مناطق سرد (مانند استان‌های آذربایجان غربی و شرقی، زنجان، اردبیل، همدان، کردستان، قزوین و ...)	اواخر اسفند ماه تا اواسط فروردین	گلدشت، پرنیان، صفه و محلی اصفهان
۲	مناطق معتدل سرد (مانند استان‌های تهران، البرز، فارس، کرمانشاه، خراسان رضوی، اصفهان، مرکزی و ...)	اواسط اسفند ماه تا اوایل فروردین	گلدشت، پرنیان، صفه و محلی اصفهان
۳	مناطق معتدل گرم و گرم (مانند استان‌های بوشهر، هرمزگان، بلوچستان، جنوب کرمان و ...)	کشت بهاره توصیه نمی‌شود	-

مراحل رشد گلرنگ

برای درک بهتر و مدیریت مناسب مزارع گلرنگ و نیز توصیه مناسب کودی، اطلاع از مراحل رشد گیاه ضروری است. مراحل رشد گیاه گلرنگ را می‌توان به‌طور خلاصه در ۷ مرحله تشریح نمود (شکل‌های ۲، ۳، ۴ و ۵):

(۱) جوانه زنی (۲) روزت، (۳) ساقه دهی، (۴) شاخه بندی، (۵) گل‌دهی، (۶) تشکیل دانه، (۷) رسیدگی.

بذر گلرنگ بسته به شرایط دما و رطوبت خاک در طول یک تا سه هفته مرحله جوانه زنی را در خاک طی می کند. بعد ساقه ها به سرعت طویل و قطور می شوند. گل ها در رأس هر شاخه توسط برگ هایی کوچک به نام برگچه، احاطه می شوند. مرحله ی گل دهی با توجه به مقدار رویش گیاه، رطوبت قابل استفاده و نوع رقم، حدود ۱۴ تا ۲۱ روز طول می کشد. گل دهی از ساقه اصلی شروع شده و به ساقه های اطراف طی چند روز گسترش می یابد. در هر کدام از گل ها بین ۱۵ تا ۳۰ دانه وجود دارد. گیاهک ها در عرض ۳۰-۳۵ روز شکوفه داده و کلاً حدود ۲۰ هفته یا کمی بیشتر تا برداشت محصول، زمان لازم است. هنگامی که بیشتر برگ ها قهوه ای شده و تنها برگ های جدید سبز باقی ماندند، گلرنگ آماده برداشت است.

روز از جوانه زنی	۰	۳۰	۵۰	۶۲	۷۵	۱۰۰	۱۵۰
مرحله	جوانه زنی	روزی	طویل شدن ساقه	شاخه دهی اولیه	شاخه دهی کامل	گل دهی	رسیدگی
							
مرحله	-	-	تشکیل غنچه	تشکیل گلبرگ گل	تشکیل پرچم، مادگی و مگرده	باروری	رسیدگی دانه

شکل ۲- مراحل رشد گلرنگ



شکل ۳- مرحله رشد جوانه‌زنی، توسعه برگ و طول شدن ساقه گلرنگ
(Flemmer و همکاران، ۲۰۱۵)



شکل ۴- مرحله رشد طولی شدن ساقه (میانگره‌ها قابل مشاهده، مرحله رشد ۳۹/۵۰)،
تشکیل کاپیتولوم (مرحله رشد ۵۰)، کاپیتولوم به صورت مشخص از برگ‌ها جدا شده (مرحله
رشد ۵۹ و ۵۵)، شروع و انتهای گل‌دهی (مرحله رشد ۶۱-۶۹) در گلرنگ
(Flemmer و همکاران، ۲۰۱۵)



شکل ۵ - مرحله رشد توسعه کاپیتولوم و میوه (مرحله رشد ۸۷-۷۹) در گلرنگ
(Flemmer و همکاران، ۲۰۱۵)

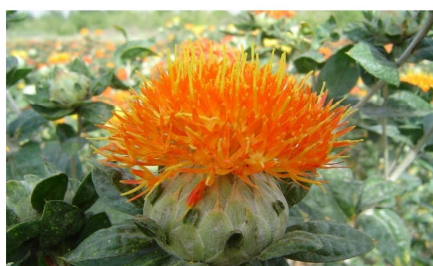
ارقام گلرنگ

در حال حاضر، شش رقم گلرنگ محلی اصفهان (بدون خار)، پدیده (خاردار)، گلدشت (بدون خار)، صفه (بدون خار)، گل مهر (بدون خار) و پرنیان (بدون خار) با تیپ‌های رشدی پاییزه، بهاره و بینابین برای کشت و کار در شرایط اقلیمی مختلف کشور، توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر معرفی شده است (شکل‌های ۶ تا ۱۰).

برای کشت دیم پاییزه، رقم سینا (خاردار) و رقم جدید فرامان (بی‌خار) توصیه می‌شود. عملکرد این ارقام بیشتر از رقم زرقان ۲۷۹ بوده و زودرس‌تر است. برای کشت انتظاری ارقام پاییزه مانند ارقام سینا و فرامان توصیه می‌شوند؛ ولی رقم محلی اصفهان به علت دیررس بودن توصیه نمی‌شود. در مناطق گرمسیر باتوجه به شرایط آب‌وهوایی این مناطق، ارقام بهاره مانند Kino 76 و Saffir مناسب بوده و عملکرد بیشتری دارند.



شکل ۶- غوزه و گلچه‌های گلرنگ رقم پدیده



شکل ۷- غوزه و گلچه‌های گلرنگ رقم گلدشت



شکل ۸- غوزه و گلچه‌های گلرنگ رقم گل‌مهر



شکل ۹- غوزه و گلچه‌های گلرنگ رقم صفه



شکل ۱۰- غوزه و گلچه‌های گلرنگ رقم پرنیان

روش‌های تشخیص کمبود عناصر غذایی

روش‌های مختلف برای ارزیابی وضعیت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه وجود دارد در سه گروه کلی (۱) آزمون خاک، (۲) آزمون گیاه و (۳) علائم کمبود است. هر یک از این روش‌ها، مزایا و کاستی‌های خود را دارد که در زیر اشاره می‌شود.

آزمون خاک

خاک مخزن طبیعی عناصر غذایی است؛ ولی اغلب عناصر غذایی به شکلی هستند که بی‌درنگ قابل جذب توسط گیاه نیستند، زیرا به شکل‌هایی مانند جذب سطحی بر روی ذرات، یا جزئی از ساختمان کانی خاک یا مواد آلی هستند. البته این عناصر در فرآیندهایی که سبب آزادسازی عناصر غذایی در خاک می‌شوند دوباره قابل استفاده هستند. این فرایندها عبارتند از:

- ۱- تجزیه میکروبی مواد آلی (معدنی شدن)
- ۲- واکنش شیمیائی بر روی کانی‌های خاک (هوازدگی)
- ۳- رهاسازی از سطح ذرات خاک

ولی نکته مهم این است که این آزادسازی عناصر به‌کندی صورت می‌گیرد و چنانچه مقدار برداشت توسط گیاه، دوباره به روش مناسبی جایگزین نشود، خاک از عناصر غذایی، تخلیه می‌شود.

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

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

(۱) نمونه‌برداری صحیح خاک مزرعه

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

(۳) واسنجی^۱ نتایج آزمایشگاهی با استفاده از آزمایش‌های گلخانه‌ای

(۴) تفسیر و توصیه‌های کودی

موفقیت برنامه آزمون خاک مستلزم دقت عمل در هر یک از مراحل و آگاهی از خطاهای احتمالی در آن‌ها است. در جدول (۳) حدود بحرانی عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف، براساس نتایج تحقیقات انجام شده در کشور و جمع‌بندی بررسی منابع دیگر کشورها ارائه شده است.

جدول ۳- حد بحرانی عناصر غذایی (میلی گرم در کیلوگرم) در خاک‌های زیر کشت گلرنگ

فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس	بور
۱۵	۲۰۰	۵/۰	۱/۰	۵/۰	۰/۸	۰/۸

تجزیه گیاه

یکی دیگر از روش‌های ارزیابی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه، استفاده از آزمون گیاه است. 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 به‌اندازه‌گیری عناصر موردنظر در آن اقدام می‌شود. مقایسه غلظت عناصر با مقادیر بهینه می‌تواند در شناسایی وضعیت تغذیه‌ای عنصر موردنظر، کمک بسیاری نماید. بهترین زمان برای تعیین

1- Calibration

وضعیت عناصر غذایی در گیاه گلرنگ، برگ‌هایی است که به‌تازگی بالغ شده و در قسمت وسط ساقه در مرحله رشد پیش از گل‌دهی اولین غنچه‌ها قرار دارد. می‌توان ۴۰ نمونه برگ برای تجزیه برداشت نمود. در جداول (۴) و (۵) حدود بهینه عناصر غذایی در برگ گلرنگ، ارائه شده است.

جدول ۴- حدود بهینه عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف در برگ‌های به‌تازگی بالغ شده در قسمت وسط ساقه در مرحله رشد پیش از گل‌دهی گلرنگ (اولین غنچه‌ها قابل‌مشاهده)

عنصر پرمصرف	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
(درصد)	۲/۲ - ۳	۰/۱۵ - ۰/۳	۲/۲ - ۲/۸

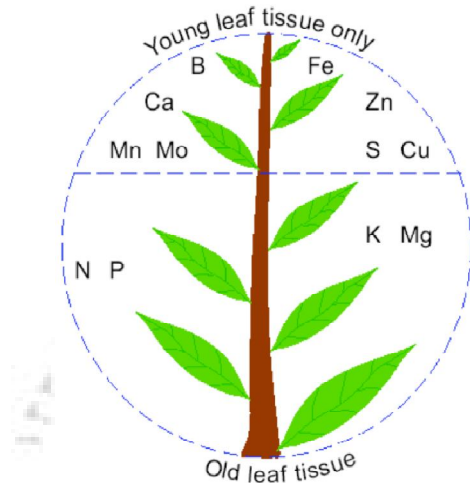
* مقادیر می‌تواند با توجه به نوع رقم، منطقه (گرمسیر و سردسیر) و مرحله رشد تغییر یابد.

علائم ظاهری کمبود عناصر غذایی

چون هر یک از عناصر غذایی وظایف خاصی را در گیاه به عهده دارند، کمبود هر کدام در گیاه سبب می‌شود که آن وظایف به‌خوبی انجام نگیرد و بسته به شدت کمبود، اختلالاتی در گیاه به‌وجود آید. علائم کمبود بیشتر روی ساقه و برگ گیاهان، ظاهر می‌شود. در صورتی که این علائم به‌موقع و با دقت کافی تشخیص داده شوند، تخمین ارزیابی حاصلخیزی خاک براساس آن‌ها، امکان‌پذیر است.

از مزایای این روش سرعت آن است. زیرا به‌محض مشاهده علامت ظاهری خاص، می‌توان به کمبود عنصر مربوطه در گیاه و سرانجام خاک، پی برد. از طرف دیگر، این روش دارای مشکلات و محدودیت‌های زیادی از جمله، نیاز به تخصص و تجربه برای تشخیص علائم، اختصاصی نبودن برخی علائم و امکان اشتباه در تشخیص، ظاهر نشدن علائم کمبودهای ضعیف (گرسنگی پنهان) است. البته یکی از مهم‌ترین مشکلات پیش رو در استفاده از علائم کمبود، آن است که علائم کمبود هنگامی بروز می‌نمایند که معمولاً فرصت کافی برای جبران، وجود ندارد. هم‌چنین علائم خسارت برخی از آفات و

بیماری‌ها نیز ممکن است با علائم کمبود عناصر، اشتباه شود. علائم کمبود عناصر کم-مصرف بیشتر در قسمت‌های جوان‌تر گیاه مشاهده می‌شود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- نمای کلی محل بروز علائم کمبود عناصر به‌عنوان یک راهنمای تشخیص

علائم کمبود عناصر غذایی پرمصرف

نیتروژن: علائم کمبود این عنصر به‌صورت رشد اولیه ضعیف، رشد سبزینه‌ای ضعیف، ارغوانی شدن تمامی برگ‌ها و رگبرگ‌ها و در کمبود شدید، زرد شدن برگ‌های پیر و مرگ آن‌ها است (شکل‌های ۱۲ و ۱۳).

فسفر: کمبود فسفر در گلرنگ رشد ریشه و اندام‌های هوایی را کند نموده و در موارد کمبود شدید موجب کوتاهی قد، ایجاد برگ‌های کوچک و مانع گل‌دهی می‌شود. علامت مشخص کمبود فسفر آن است که رنگ برگ‌ها به سبز مایل به آبی تیره تغییر یافته و اغلب با لکه‌های ارغوانی توأم است. همچنین ساقه نیز ممکن است به رنگ سبز مایل به آبی درآمده و برخی مواقع نیز به رنگ ارغوانی یا مایل به قرمز مشاهده شود. در حالت‌های شدید، حاشیه برگ‌ها نکروزه شده و برگ‌های پیر پیش از رسیدن، خشک می‌شوند. برگ‌ها باریک، ساقه ضعیف، شاخه‌بندی بسیار محدود و ظاهر گیاه راست و باریک به‌نظر می‌رسد. در مواردی که کمبود فسفر ناچیز باشد رشد گیاه در

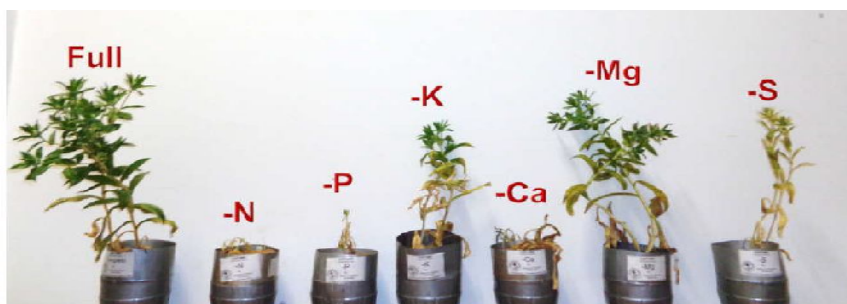
مرحله روزت، محدود می‌شود ولی این ضعف در مرحله گل‌دهی جبران شده و در این هنگام گیاه کمتر آسیب می‌بیند. رنگ برگ‌ها و ساقه‌ها در این حالت به سبز کم‌رنگ درآمده و علائمی شبیه کمبود نیتروژن را نشان می‌دهند. در صورت کمبود متوسط فسفر، گل‌دهی یک یا دو روز به تأخیر می‌افتد (Mundel و همکاران، ۱۹۹۴). البته در مناطق سرد در زمستان نیز سرما می‌تواند باعث ارغوانی شدن برگ‌ها شود (شکل‌های ۱۲ و ۱۳).

پتاسیم: کمبود این عنصر به‌صورت کاهش رشد گیاه، برگ‌های کوچک و ساقه‌های باریک، ظاهر می‌شود. در کمبود شدید حاشیه برگ‌ها زرد و خشک شده ولی همچنان بر روی ساقه باقی می‌مانند (شکل‌های ۱۲ و ۱۳).

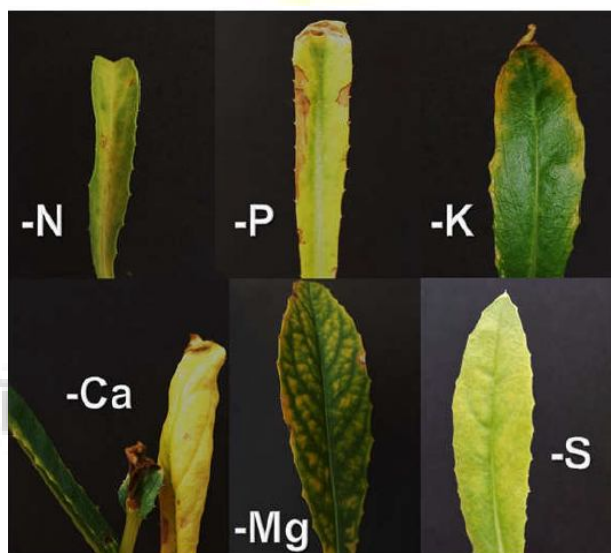
گوگرد: گوگرد چهارمین عنصر غذایی بوده که برای رشد کافی و مناسب گلرنگ ضروری است. پیش از آن‌که علائم کمبود ظاهر شود، کمبود آن سبب کاهش شدید محصول می‌شود. به‌طور کلی علائم کمبود گوگرد بسیار مشابه با نیتروژن بوده و در مراحل غنچه‌دهی و گل‌دهی دیده می‌شود؛ زیرا نیاز گیاه به گوگرد در طی این دوره زیاد است. علائم کمبود برعکس نیتروژن ابتدا در برگ‌های بالایی ظاهر می‌شود. از این‌رو در برگ‌های جدید، گل‌ها و در نوک غوزه‌ها، کمبود مشاهده می‌شود. شاخه‌های در حال رشد بیشتر از برگ‌های پیر در معرض کمبود گوگرد قرار دارند. کمبود گوگرد سبب زرد شدن برگ‌های جوان در مراحل ابتدایی شده و این زردشدگی به‌تدریج به همه برگ‌ها پیشرفت می‌کند. آزمون بافت نیز می‌تواند در شناخت کمبود گوگرد استفاده شود. نسبت نیتروژن به گوگرد (N/S) در بافت گیاهی نیز در تشخیص کمبود مهم است. در کمبود شدید گل‌ها نیز اغلب رنگ‌پریده‌تر از حالت طبیعی هستند (شکل‌های ۱۲ و ۱۳).

منیزیم: کمبود منیزیم ابتدا به‌صورت لکه‌های کلروزه (لکه‌های زرد) در برگ‌ها دیده می‌شود که توسعه‌یافته و به رگبرگ‌ها متصل شده و ممکن است به رنگ نارنجی یا نارنجی مایل به قرمز تغییر یابد (شکل‌های ۱۲ و ۱۳). علائم کمبود معمولاً ابتدا از برگ‌های مسن‌تر شروع شده و سپس به برگ‌های جوان گسترش می‌یابد. در حالت کمبود شدید برگ‌ها خشک شده و پیش از رسیدن می‌ریزند (Mundel و همکاران،

(۱۹۹۴). کمبود این عنصر از لحاظ ظاهر به کمبود منگنز شبیه است ولی کمبود منگنز در برگ‌های جدید مشاهده می‌شود.



شکل ۱۲- مقایسه بوته‌های گلرنگ از بابت کمبود عناصر پرمصرف و ثانویه با گیاه سالم



شکل ۱۳- علائم ظاهری کمبود عناصر پرمصرف و ثانویه

علائم کمبود عناصر غذایی کم مصرف

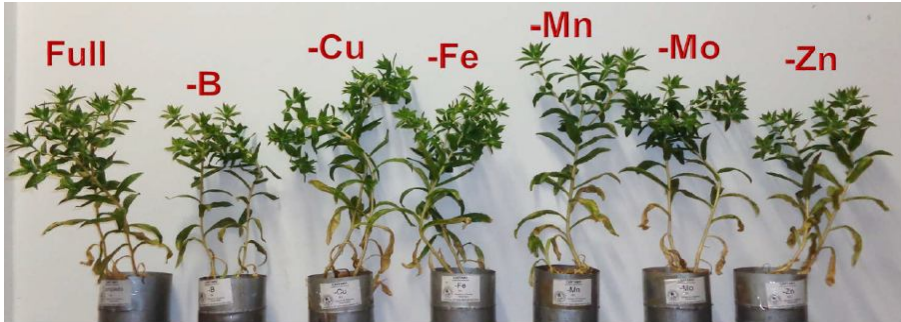
روی (Zn): علائم کمبود روی در گلرنگ در شکل‌های ۱۴ و ۱۵ نشان داده شده است. کمبود روی در برگ‌های جوان باعث رنگ‌پریدگی و کوچک شدن برگ‌ها می‌شود.

بور (B): علائم کمبود بور به صورت کوتاهی میان گره‌ها، ضخیم و چوب‌پنبه‌ای شدن ساقه‌ها و اختلال در رشد و تشکیل گل ظاهر می‌شود (شکل‌های ۱۴ و ۱۵).

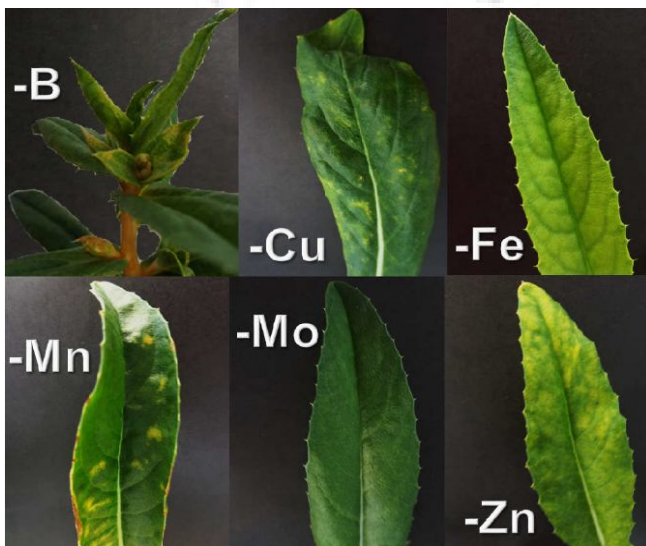
مس (Cu): کمبود مس در گیاه گلرنگ در برگ‌های جوان ظاهر شده و از نشانه‌های آن معمولاً رنگ‌پریدگی و وجود لکه‌های سوختگی در بخش‌هایی از برگ است (شکل‌های ۱۴ و ۱۵).

منگنز (Mn): کمبود منگنز رشد و شاخه‌بندی را محدود کرده و در موارد شدیدتر مانع گل‌دهی می‌شود. علائم کمبود ابتدا در برگ‌های جوان به صورت لکه‌های سوختگی بین رگبرگ‌ها ظاهر می‌شود و سپس تعداد و اندازه لکه‌ها بیشتر شده و در نتیجه تقریباً تمام سطح برگ به جز رگبرگ زرد می‌شود (شکل‌های ۱۴ و ۱۵).

آهن (Fe): علائم کمبود آهن در گلرنگ مشابه با دیگر محصولات به صورت کلروز بین رگبرگ‌ها در برگ‌های جوان اتفاق می‌افتد. بدین صورت که کلروز آهن نخست در برگ‌های جوان در نوک شاخساره به وجود آمده و رنگ برگ‌ها به زردی می‌گراید؛ ولی رگبرگ‌ها سبز باقی می‌مانند. لکه‌های قهوه‌ای یا بافت‌های مرده در صورت کمبود شدید، اتفاق می‌افتد (شکل ۱۴ و ۱۵). عنصر آهن یکی از عناصر ضروری کم مصرف برای تغذیه گیاه است. در شرایط کمبود آهن، تعداد رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی از جمله مقدار کلروفیل برگ کاهش می‌یابد. در میان عناصر کم مصرف، آهن و روی بیشترین تاثیر را بر کمیت و کیفیت گلرنگ دارند.



شکل ۱۴- مقایسه بوته‌های گلرنگ از بابت کمبود عناصر کم مصرف با گیاه سالم



شکل ۱۵- علائم ظاهری کمبود عناصر کم مصرف

الگوی جذب عناصر غذایی

نیاز غذایی گلرنگ با افزایش مقدار محصول تولیدی افزایش می‌یابد. گیاه برای تولید ۱۰۰ کیلوگرم دانه، ۵ کیلوگرم نیتروژن، ۱/۲ کیلوگرم فسفر (P_2O_5) و ۳/۸ کیلوگرم پتاسیم (K_2O)، جذب می‌کند.



شکل ۱۶- دینامیک جذب نیتروژن در مراحل مختلف رشدی گلرنگ (CDFA, ۲۰۱۷)

همان طوری که در شکل ۱۶ مشاهده می شود پس از استقرار وضعیت روزت گیاه در خاک، نیاز نیتروژن گیاه به طور محسوسی افزایش می یابد و حداکثر آن در زمان گل دهی کامل است و سپس نیاز نیتروژنه گیاه کاهش می یابد. از این رو باید در مصرف سرک کود نیتروژنه نهایت دقت را اعمال نمود.

مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه گلرنگ

تولید غذا برای جمعیت در حال رشد مستلزم مدیریت تلفیقی میزان عناصر غذایی و حاصلخیزی خاک توسط کشاورزان است. مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه، به صورت استفاده هوشمندانه از ترکیب بهینه منابع آلی، معدنی و بیولوژیکی عناصر غذایی در یک تناوب زراعی برای دستیابی به عملکرد و تولید بهینه بدون آسیب رساندن به اکوسیستم خاک تعریف می شود. به عبارت دیگر مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه با حفظ حاصلخیزی خاک و فراهمی عناصر مورد نیاز گیاه در سطح بهینه، سبب تولید پایدار محصول به میزان انتظار می شود. استفاده مداوم از مقادیر زیاد کودهای شیمیایی اثرات منفی بر تولید پایدار محصول داشته و استفاده نابجای آن ها می تواند به آلودگی محیط زیست منجر شود. کشاورزی پایدار چیزی جز مدیریت ماده آلی خاک و استفاده نسبی از کودهای آلی و بیولوژیک، کود سبز، بقایای گیاهی و انواع کمپوست نخواهد

بود. از آنجایی که کودهای آلی به‌تنهایی قادر به تأمین نیازهای غذایی محصولات کشاورزی پربازده در کشاورزی امروزی نیست، استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی، آلی و زیستی راه‌حل مناسبی در توصیه کود است. از طرف دیگر، استفاده هم‌زمان کودهای شیمیایی و آلی می‌تواند به بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک کمک کرده و به دنبال آن سبب افزایش میزان کربن آلی و عناصر غذایی خاک شود.

مصرف بهینه کودهای شیمیایی

در مزارع کود عاملی برای افزایش تولید محصول و درآمد است. در شرایط و مواقعی که کمبود غذا مطرح می‌شود، هدف، تولید حداکثر محصول از طریق کوددهی است و برعکس در مواقعی که غذا به‌طور فراوان یافت می‌شود، کارایی مصرف کود از لحاظ اقتصادی (نسبت درآمد به هزینه) مورد توجه است. کاربرد کود با هزینه‌های ثابت (هزینه مصرف) و متغیر (هزینه خود کود) هم‌زمان بوده و به‌طور معمول از طریق افزایش محصول (مقدار کل محصول یا از لحاظ کیفی، مواد پرارزش محصول) درآمد ایجاد می‌کند. معمولاً مصرف خیلی کم کود غیراقتصادی بوده، چون هزینه آن بیشتر از درآمد آن می‌شود (پایین‌تر از حد اقتصادی) و هم‌چنین مصرف خیلی زیاد کود سبب از دست رفتن پول است (بالتر از حد اقتصادی). تصمیم‌گیری در انجام کوددهی اقتصادی به حداکثر سوددهی (در زمان کمبود پول) و یا حداکثر درآمد خالص (در موقع کمبود زمین) بستگی دارد. برای محاسبه دقیق حد مطلوب این ارقام، رودرو قرار دادن ارقام مربوط به محصول و هزینه ضروری است (کسرای، ۱۳۷۲ و ملکوتی و ریاضی همدانی، ۱۳۷۰). به‌طور خلاصه تعیین پرسودترین میزان نیاز عناصر غذایی گیاه به دلایل زیر دشوار است:

- افزایش مقدار محصول به ازای واحد مقدار کود افزود شده

- سطح مدیریت

- پیش‌بینی قیمت محصول فروخته‌شده توسط کشاورز

- قیمت کود

- هزینه‌های اضافی برداشت و بازاریابی

- اثرات باقی مانده کود

- مقدار دیگر عناصر غذایی در کود یا خاک. بدیهی است که پرسودترین میزان کود در سال‌های مختلف به دلیل تغییر قیمت تولیدات کشاورزی و کود، متفاوت خواهد بود و لازم است برای آن سال تعیین شود (ملکوتی و ریاضی همدانی، ۱۳۷۰).

توصیه کودی نیتروژن

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 نیتراسته برای رشد و توسعه آن مناسب هستند.

اگر مصرف نیتروژن با آب کافی همراه باشد، محصول 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 محصول بسیار اندک خواهد بود. افزایش آب مصرفی بدون کود نیتروژنه نیز محصول را کاهش می‌دهد.

افزایش مصرف نیتروژن با کاهش میزان روغن دانه همراه است. با افزایش مقدار نیتروژن، تشکیل ساختارهای پروتئینی نیتروژن‌دار بیشتر شده و از این‌رو تشکیل پروتئین در تهیه مواد فتوسنتزی بیشتر می‌شود و در نتیجه مقدار مواد در دسترس برای سنتز اسیدهای چرب کاهش می‌یابد.

روغن دانه گلرنگ به ازای مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار، بین ۱/۵-۰/۵ درصد کاهش می‌یابد. در بیشتر آزمایش‌ها با کاربرد ۲۷۰ کیلوگرم درهکتار نیتروژن، کاهش میزان روغن در محدوده صفر تا ۲ درصد بوده ولی در ۲۵ درصد آزمایش‌ها، مقدار کاهش از ۴ درصد نیز فراتر می‌رود که علت آن را در بیشتر موارد باید خسارت ناشی از خشکی و خوردن پرندگان و کوددهی بیش از اندازه، دانست. برای

داشتن عملکرد روغن مناسب کاربرد هم‌زمان کودهای نیتروژن و پتاسیم توصیه می‌شوند.

تغذیه زیاد نیتروژن، میزان پروتئین دانه را افزایش می‌دهد. این افزایش عموماً در مقادیر نیتروژن بیشتر از ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار، خطی بوده و مقدار افزایش آن نزدیک به یک درصد پروتئین به ازای هر ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن است. میزان پروتئین گلرنگ از زمان کاربرد نیتروژن نیز تأثیر می‌پذیرد. در آزمایش‌هایی که نیتروژن در بهار به کار برده شد میزان پروتئین به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت. میانگین مجموع روغن و پروتئین برای گلرنگ در محدوده‌ی ۶۴ تا ۷۰، در کلزای بهاره ۶۰ تا ۶۶ و خردل ۵۰ تا ۶۰ درصد است. لیکن در داخل هر گروه آزمایشی یعنی بین رقم‌های متعلق به یک‌گونه و یا تیپ معین، نیتروژن تأثیر کمتری دارد. مقادیر مجموع درصد روغن و پروتئین برای میزان افزایش یافته، تقریباً یکسان باقی می‌ماند. از این‌رو از نظر کمی، تأثیر معکوس نیتروژن بر میزان روغن با افزایش میزان پروتئین جبران می‌شود. لیکن از نظر اقتصادی افزایش درصد پروتئین به‌طور قابل توجه نسبت به کاهش روغن، کم‌ارزش‌تر است و به‌ندرت بر قیمت دانه مؤثر است. مانند اغلب زراعت‌های دیگر، سطوح بالای کود نیتروژن ممکن است مقدار نیترات و آمیدها را در کنجاله افزایش دهد. این افزایش ممکن است بر ارزش غذایی پروتئین که به‌صورت پروتئین دانه (به‌عنوان نمونه حاصل ضرب $N \times 6/25$) بیان می‌شود، در زراعت‌هایی که سطوح بالای نیتروژن را دریافت می‌کنند به‌ویژه برای احشام غیر نشخوارکننده، مهم است (Dahnke و همکاران، ۱۹۹۰). با توجه به اینکه هدف کشت دانه‌های روغنی مانند گلرنگ، افزایش روغن قابل استحصال است، نه پروتئین دانه، بایستی مناسب‌ترین مقدار توصیه نیتروژن برای حداکثر روغن با توجه به دستورالعمل ارائه شده، مصرف شود و از مصرف مازاد آن اجتناب شود (جدول ۵ و ۶).

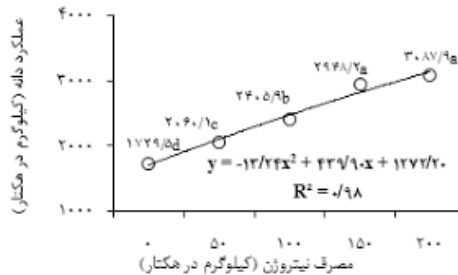
جدول ۵- میزان نیتروژن منتقل شده و برداشت شده در واحد سطح در طول یک فصل زراعی

عملکرد گلرنگ (کیلوگرم بر هکتار)	میزان نیتروژن منتقل شده به دانه (کیلوگرم بر هکتار)	کل نیتروژن برداشت شده (کیلوگرم بر هکتار)
۵۰۰	۲۰-۱۰	۵۰-۳۰
۱۰۰۰	۳۵-۲۰	۷۰-۵۰
۱۵۰۰	۴۵-۳۵	۹۰-۷۰
۲۰۰۰	۵۵-۴۵	۱۱۰-۹۰
۲۵۰۰	۶۵-۵۵	۱۳۰-۱۱۰
۳۰۰۰	۷۵-۶۵	۱۷۰-۱۵۰
۳۵۰۰	۸۵-۷۵	۲۰۰-۱۸۰

جدول ۶- توصیه مصرف بهینه کود براساس عملکرد مورد انتظار

عملکرد مورد انتظار (کیلوگرم در هکتار)	کل نیتروژن قابل مصرف در خاک (کربن آلی کمتر از ۰/۸ درصد)	کل فسفر مصرفی (کیلوگرم در هکتار)	کل پتاسیم مصرفی (کیلوگرم در هکتار)
	میزان فسفر قابل جذب در خاک (میلی گرم در کیلوگرم)	میزان پتاسیم قابل جذب در خاک (میلی گرم در کیلوگرم)	
۵۰۰	۵۰	۱۷	۱۰
۸۰۰	۷۰	۲۲	۲۰
۱۲۰۰	۹۰	۲۲	۲۵
۱۵۰۰	۱۰۰	۲۸	۳۰
۱۸۰۰	۱۱۰	۳۵	۳۵
۲۱۰۰	۱۲۰	۴۰	۴۰
۲۴۰۰	۱۳۰	۴۵	۴۵
۲۷۰۰	۱۴۰	۵۰	۵۰
۳۰۰۰	۱۴۵	۵۶	۵۵
۳۵۰۰	۱۵۰	۶۵	۶۰
۴۰۰۰	۱۵۵	۷۵	۷۰

*مقادیر ارائه شده با توجه به جدول پیوست ۱ قابل تبدیل به کودهای مختلف است.



شکل ۱۷- عکس العمل گلرنگ پاییزه به سطوح مختلف نیتروژن

همان طوری که در شکل ۱۷ مشاهده می شود مصرف نیتروژن در ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم، اختلاف معنی داری از لحاظ عملکرد دانه، مشاهده نمی شود. از این رو کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اقتصادی است. بر اساس بررسی های انجام گرفته در موسسه تحقیقات خاک و آب، نیاز غذایی گلرنگ به نیتروژن در مناطق سرد کشور در عملکرد یکسان، بیشتر از مناطق گرم است (نورقلی پور و همکاران، ۱۳۹۶).

توصیه کودی فسفر

یکی دیگر از عناصر اصلی که گیاه لازم دارد فسفر است. این عنصر در تمام فرآیندهای بیوشیمیایی در ترکیبات انرژی زا و در سازوکارهای انتقال انرژی دخالت دارد. به علاوه فسفر جزئی از پروتئین سلول بوده و نقش ویژه ای به عنوان جزئی از پروتئین هسته سلول، غشاء سلولی و نوکلئوتیدها بازی می کند. فسفر توسط گیاه به شکل های $H_2PO_4^-$ یا HPO_4^{2-} جذب می شود.

حداکثر میزان جذب فسفر نسبت به نیتروژن یا پتاسیم کم بوده و برای گلرنگ بهاره بین ۴۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار (P_2O_5) است. در حالی که گلرنگ پاییزه مقادیر کمتری فسفر، در حدود ۲۰ تا ۳۰ کیلوگرم در هکتار جذب می کند. حداکثر میزان جذب معمولاً در مرحله رسیدن محصولات به دست آمده است. جذب فسفر در پائین به یک تا ۱۰ کیلوگرم در هکتار بالغ می شود. در مناطق با زمستان ملایم، در سراسر زمستان، فسفر به آرامی جذب می شود ولی مقدار آن در اسفند و فروردین ممکن است

بسیار متفاوت باشد. میزان جذب در بالاترین مقدار خود، به طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به نیتروژن و پتاسیم کمتر است.

پیش از ریزش برگ‌ها، بیشترین مقدار فسفر به بذرها منتقل می‌شود. فسفر ساقه در مرحله ساقه‌دهی افزایش یافته و در دوره گل‌دهی بیشتر می‌شود، ولی بعداً کاهش می‌یابد. از اواخر مرحله گل‌دهی به بعد مقدار فسفر در بذور و غلاف‌ها به سرعت افزایش می‌یابد و موجب افزایش نسبت فسفر در گیاه می‌شود. مقدار فسفر تعیین شده در ریشه در تمام مراحل رشد گیاه، بسیار اندک است (Dahnke و همکاران، ۱۹۹۰). میزان فسفر گیاه جوان گلرنگ زیاد بوده و حدود ۰/۴۵ درصد ماده خشک را تشکیل می‌دهد ولی با رشد گیاه مقدار آن کاهش یافته و به ۰/۲۵ تا ۰/۳۵ درصد می‌رسد. این کاهش در همه اندام‌ها صورت می‌گیرد ولی مقدار آن در ریشه و ساقه نسبت به برگ‌ها بیشتر است. از این رو ریشه، ساقه و برگ‌های گلرنگ پائیزه در مقدار فسفر مشابهی دارند ولی در مرحله گل‌دهی، فسفر برگ‌ها به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر است.

مصرف کود فسفره بایستی به صورت نواری و در مجاورت بذر (بدون تماس با بذر) باشد. تأثیر مقدار فسفر خاک بر میزان واکنش گیاه به روشنی مشخص شده است و در مناطقی که غلظت فسفر قابل استخراج به روش اولسن از ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم بیشتر باشد، میزان واکنش به کود فسفره کم است. اطلاعات موجود در زمینه مقدار فسفر لازم برای دستیابی به حداکثر عملکرد یا میزان بهینه آن متفاوت است. اگرچه مصرف ۴۰ تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 اغلب رضایت بخش است، ولی توصیه برای مناطق یا شرایط رشد خاص، بایستی براساس داده‌های خاکشناسی از محل کشت، صورت گیرد. در کشت گلرنگ در شرایط کنترل شده، مصرف فسفر اثر مهمی بر میزان روغن آن‌ها دارد. البته، در خاک‌هایی که از نظر فسفر خیلی فقیر هستند، کاربرد کافی کود فسفره ضروری است تا از درصد روغن و نیز عملکرد رضایت بخش اطمینان حاصل شود. کود فسفره تأثیر کمی بر ترکیب اسیدهای چرب روغن گلرنگ دارد. کود فسفره بر میزان پروتئین گلرنگ کمتر تأثیر می‌گذارد. شواهدی وجود دارد که کود فسفره برخی مواقع می‌تواند بر ترکیبات نیتروژن دار تأثیر گذارد. مصرف کود فسفره در شرایط کمبود گوگرد، میزان اسیدهای آمینه آزاد به‌ویژه پرولین و آرژنین را افزایش می‌دهد. بر

اساس تحقیقات انجام گرفته در موسسه تحقیقات خاک و آب در منطقه گرم، مقدار مصرف فسفر بیشتر از منطقه سرد است (نورقلی پور و همکاران، ۱۳۹۶).

توصیه کودی پتاسیم

پتاسیم به عنوان یک عنصر غذایی، نقش مهمی در افزایش محصول و کیفیت گلرنگ دارد. گلرنگ در زراعت‌های پرمحصول، مقادیر زیادی پتاسیم جذب می‌کند. ولی مقادیر زیاد جذب تنها در مواردی دارای اهمیت عملی برای تعیین نیاز میزان کود پتاسه است که پتاسیم موجود در خاک توسط زراعت قبلی تخلیه شده و خاک از نظر آن فقیر باشد و یا آزمایش‌های مزرعه‌ای مربوط به تعیین حد بحرانی پتاسیم، نشان دهد که مقادیر بالای کود پتاسیم برای محصول مطلوب لازم است. انتقال پتاسیم به دانه نسبت به کل جذب، بسیار اندک بوده و کود پتاسیم زمانی محصول گلرنگ را افزایش می‌دهد که پتاسیم خاک کم باشد و این افزایش در شرایط دیگر به ندرت روی می‌دهد. بی‌شک کمبود شدید پتاسیم اثرات منفی مهمی بر رشد، عملکرد و کیفیت گلرنگ خواهد داشت. نقش پتاسیم در گلرنگ، بیشتر فعال کردن مقدار زیادی از سیستم‌های آنزیمی است. محدوده‌ی کنترل فعالیت‌های فیزیولوژیکی بسیار گسترده است که از جمله آن‌ها می‌توان به تنظیم بیلان آب از طریق سازوکارهای مختلف از جمله باز و بسته شدن مطلوب روزنه‌ها، تأثیر بر فتوسنتز از طریق تشکیل کلروپلاست، انتقال مواد فتوسنتزی، کربوهیدرات و متابولیسم نیتروژن اشاره کرد. برای اینکه فعالیت آنزیم به‌طور کامل مؤثر باشد، غلظت زیادی از یون‌های پتاسیم ضروری است. از این رو وجود غلظت زیاد پتاسیم در بافت‌های جوان و فعال، اتفاقی نیست. توزیع پتاسیم در میان اندام‌های مختلف با رشد گیاه تغییر می‌نماید. در پائیز و زمستان، پتاسیم به‌طور برابر بین برگ‌ها و ساقه‌ها تقسیم می‌شود، لیکن در دوره رشد سریع در بهار و دوره گل‌دهی، پتاسیم در ساقه افزایش بیشتری یافته و پتاسیم برگ‌ها فقط اندکی افزایش می‌یابد. از این رو در انتهای گل‌دهی که حداکثر جذب صورت می‌گیرد، ساقه چهار برابر بیشتر از برگ پتاسیم دارد. بعد از مرحله گل‌دهی، پتاسیم ساقه و برگ کم می‌شود درحالی‌که پتاسیم در گل‌ها و دانه‌ها افزایش می‌یابد و بیش از نصف پتاسیم گیاه در

مرحله رسیدن در دانه‌ها، ذخیره می‌شود. میزان پتاسیم در بوته‌های جوان گلرنگ زیاد بوده و مقدار آن در پائیز به $2/6$ تا $5/3$ درصد ماده خشک می‌رسد. در طول زمستان، میزان پتاسیم گیاه همچنان زیاد بوده یا به مقدار ناچیزی کاهش می‌یابد. ولی از مرحله گل‌دهی به بعد تا حد یک‌سوم یا حتی یک‌ششم مقدار پائیز، کاهش می‌یابد. مقدار پتاسیم بوته‌های گلرنگی که کود نیتروژن دریافت نمی‌کنند به طور ثابت کمتر از بوته‌هایی است که به آن‌ها نیتروژن داده شده است. بیشترین مقدار پتاسیم در ساقه و کمترین مقدار در اندام‌های زایشی است ولی در ساقه، برگ‌ها و گل‌آذین، الگوی فصلی مانند موارد یادشده است، یعنی در پائیز و سراسر زمستان زیاد است و از اوایل بهار به‌طور یکنواخت، کاهش می‌یابد. سهم زیادی از پتاسیم جذب شده به ساقه اختصاص می‌یابد. 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 می‌یابد. میزان پتاسیم دانه نسبت به اندام‌های رویشی اندک است و طبق گزارش‌ها در محدوده $0/66$ تا $1/34$ درصد ماده خشک را شامل می‌شود. از این‌رو نسبت به اندام‌های دیگر، تغییرات کمتری دارد. براساس تحقیقات انجام گرفته در موسسه تحقیقات خاک و آب در مناطق گرم نسبت به مناطق سرد، حداقل پتاسیم لازم برای تولید عملکرد بهینه، افزایش می‌یابد (نورقلی پور و همکاران، ۱۳۹۶).

توصیه کودی گوگرد

گوگرد برای گلرنگ همانند دیگر زراعت‌های خانواده دانه‌های روغنی و حبوبات یک ماده غذایی مهم به‌شمار می‌رود. واکنش مثبت گلرنگ به کاربرد گوگرد در بسیاری از کشورها از جمله کانادا، فرانسه و سوئد، گزارش شده است. البته تأمین گوگرد کافی بستگی به برخی عوامل مانند مقدار گوگرد خاک، مقدار گوگرد منتقل شده به خاک توسط باران یا مقدار گوگرد جذب شده از اتمسفر دارد که این عوامل بیشتر با دوده‌های گوگرددار کارخانه‌ها و استفاده از کودهای گوگرددار مانند سولفات آمونیوم یا سوپرفسفات مرتبط است. مقدار گوگرد دانه از $0/36$ تا $1/80$ درصد ماده خشک در زراعت‌هایی که گوگرد دریافت کرده‌اند، تغییر می‌کند. بر مبنای محاسبه متوسط یک

درصد گوگرد در ماده خشک، میزان انتقال گوگرد، ۱۱ کیلوگرم به ازاء تولید هر تن دانه با ۱۰ درصد رطوبت است (Dahnke و همکاران، ۱۹۹۰). نظر به اینکه بیشترین مقدار گوگرد خاک به شکل آلی است، از این رو میزان سولفات قابل دسترس گیاه از منابع خاک به میزان معدنی شدن این مواد آلی بستگی دارد. کمبود، اغلب در سال‌هایی اتفاق می‌افتد که بارندگی زیاد بوده و سولفات خاک به‌ویژه در خاک‌های سبک شسته می‌شود. معدنی شدن سولفات خاک در اوایل بهار به آرامی صورت می‌گیرد ولی با بالا رفتن سریع دمای محیط، رشد گلرنگ نیز آهنگ سریع‌تری یافته و نیاز آن به گوگرد بیشتر می‌شود و از این رو گوگرد معدنی شده موجود در خاک در این زمان برای تأمین نیاز آن کافی نیست. کود نیتروژن می‌تواند در واکنش گلرنگ به گوگرد مؤثر باشد. استفاده از نیتروژن بدون گوگرد باعث می‌شود که گیاه رشد رویشی و گل‌دهی قابل توجهی داشته باشد، ولی تشکیل دانه کاهش یافته و گل‌دهی به‌طور نامحدود تا پائیز ادامه یابد (Dahnke و همکاران، ۱۹۹۰). با توجه به اینکه گلرنگ پائیزه رشد رویشی و محصول بیشتری نسبت به گلرنگ بهاره دارد، مقدار گوگرد بیشتری نیاز دارد.

رایج‌ترین شکل مصرف گوگرد استفاده از آن به صورت سولفات در کودهای مختلف است. 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 سوپرفسفات ساده نسبت به سوپرفسفات تریپل یا فسفات آمونیوم و استفاده از سولفات پتاسیم نسبت به کلرید پتاسیم یا دیگر مواد گوگرددار، برتری دارد. تمام کودهای فوق حاوی سولفات‌های قابل حل در آب هستند که گیاه می‌تواند به آسانی آن را جذب کند. استفاده از گوگرد عنصری نیز پیش از کشت می‌تواند در نظر گرفته شود، ولی با توجه به اینکه فرآیند معدنی شدن آن اغلب نسبتاً به کندی صورت می‌گیرد، استفاده از باکتری‌های تیوباسیلوس همراه با کاربرد گوگرد برای تسهیل امر اکسیداسیون آن، توصیه می‌شود. زمان مصرف گوگرد بایستی مدتی پیش از کشت باشد تا زمان کافی برای اکسید شدن توسط اکسیدکننده‌ها را داشته باشد. ضمناً بایستی رطوبت و مواد آلی در حد مناسبی باشد.

توصیه کودی منیزیم

منیزیم یکی از اجزای ضروری کلروفیل است ولی این فقط ۱۵ درصد کل منیزیم گیاه را شامل می‌شود. بیشتر منیزیم موجود در گیاه با آنیون‌های آلی و غیرآلی، مرتبط است. منیزیم در برخی از سیستم‌های آنزیمی مانند فسفریلاسیون، وارد شده و کمبود آن مانع ساخت پروتئین می‌شود. علائم کمبود ابتدا به‌صورت لکه‌های کلروتیک در برگ‌ها دیده می‌شوند که توسعه یافته و به رگبرگ‌ها متصل شده و ممکن است به رنگ نارنجی یا نارنجی مایل به قرمز تغییر یابند. علائم کمبود معمولاً ابتدا از برگ‌های مسن‌تر شروع شده و سپس به برگ‌های جوان گسترش می‌یابد. مقدار جذب به‌طور کلی از تولید ماده خشک تبعیت می‌کند و در طول دوره گل‌دهی و بعدازآن به حداکثر می‌رسد و سپس بین این مرحله و مرحله رسیدن محصول، کاهش می‌یابد که دلیل آن چه بسا کمبود برگ‌ها بر اثر ریزش است. در مرحله روزت، بیشترین مقدار منیزیم در برگ‌ها متمرکز می‌شود ولی در طی گل‌دهی، مقدار آن در ساقه بیشتر است. در اواخر گل‌دهی بیشتر منیزیم (حدود ۷۵ درصد آن) در اندام‌های زایشی است.

میانگین میزان منیزیم در کل گیاه به‌طور طبیعی در محدوده ۰/۴ تا ۰/۱۵ درصد ماده خشک است. که بیشترین مقدار در مرحله جوانی بوده و سپس در طول گل‌دهی و پس‌ازآن کاهش می‌یابد. بیشترین مقدار منیزیم به‌ویژه در طی مرحله گل‌دهی و پس‌ازآن در برگ‌ها و کمترین مقدار آن در ساقه‌ها وجود دارد که در اواخر دوره رویشی تا حد قابل ملاحظه‌ای، کاهش می‌یابد (Dahnke و همکاران، ۱۹۹۰). کاربرد منیزیم به‌ویژه در خاک‌هایی که از نظر این ماده غذایی فقیر هستند می‌تواند موجب بهبود رشد و عملکرد گلرنگ شود. باوجوداین هیچ گزارشی برای میزان واکنش گیاه به مقادیر مختلف منیزیم و یا حد بحرانی آن در خاک برای گیاه گلرنگ منتشر نشده است.

توصیه کودی عناصر کم‌مصرف (بور، آهن، منگنز و روی) در گیاه گلرنگ

محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف از طریق افزایش اجزای عملکرد به‌ویژه تعداد دانه در بوته، سبب افزایش محصول دانه گلرنگ می‌شود (نادری و همکاران، ۱۳۸۴).

بور

کمبود بور از مراحل اولیه رشد بر گیاه گلرنگ تأثیر می‌گذارد و موجب کوتولگی، چروکیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها می‌شود. این علائم ممکن است با کم‌رنگ شدن برگ‌ها و گاهی با ترک خوردن دمبرگ‌ها، همراه باشد. برگ‌ها اغلب کوچک و سبز تیره هستند و نقاط رویشی جوانه‌ها، اغلب می‌میرند. در چنین شرایطی، دانه‌بندی کمی صورت می‌گیرد. در مواردی که کمبود شدید نباشد، گیاه کوتاه نمی‌ماند، ولی اندام‌های زایشی ممکن است خسارت ببینند. تعداد اندکی دانه تشکیل می‌شود، نوک گل‌آذین‌ها خشک شده و گلبرگ‌های خشکیده بر روی چند گل آخر گل‌آذین، باقی می‌مانند. درست در زیر این منطقه مرده، ممکن است هشت میلی‌متر از گل‌آذین نارس به رنگ قهوه‌ای کم‌رنگ باقی بماند (Model و همکاران، ۱۹۹۷).

تأثیر کاربرد بور بر محصول دانه با شدت کمبود این عنصر در ارتباط است. به‌عنوان مثال در گلرنگ پائیزه با کمبود متوسط بور، مصرف مقدار نسبتاً کمی بور می‌تواند مشکل کمبود را برطرف نماید. در این حالت مصرف ۰/۷ کیلوگرم بور در هکتار کافی بوده ولی ممکن است برای اطمینان از حصول عملکرد مطلوب، به مقدار بیشتری نیاز باشد. مصرف بیش‌ازحد بور در زراعت گلرنگ نیز مانند دیگر زراعت‌ها، می‌تواند موجب مسمومیت گیاهان شود. به نظر می‌رسد که مقدار روغن دانه، چندان تحت تأثیر کمبود بور، قرار نمی‌گیرد. در مورد تأثیر بور بر ترکیب روغن، اطلاعات اندکی وجود دارد. غلظت بور در گیاه گلرنگ ۱۶/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم است و بیشتر در اندام‌های زایشی به‌ویژه گل‌ها، متمرکز می‌شود. گل‌آذین بوته‌هایی که با بور کافی تغذیه شده بودند ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و گل‌آذین بوته‌هایی که علائم کمبود را نشان می‌دادند ۱۰/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بور داشتند. اگر براساس نتایج بالا غلظت ۱۶/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم به‌عنوان میانگین غلظت در نظر گرفته شود، با محاسبه ۱۰ تن در هکتار ماده خشک، محصول گلرنگ محتوی ۰/۱ تا ۰/۲ کیلوگرم در هکتار، بور است. کمبود بور را با دادن ترکیبات قابل حل بور مثل اسید بوریک به خاک و یا محلول‌پاشی با غلظت دو در هزار، می‌توان برطرف نمود.

در زراعت‌های یک‌ساله، با دوره رشد نسبتاً کوتاه، کاربرد در بستر بذر و محلول‌پاشی بلافاصله پس از استقرار کامل گیاه و پوشش زمین توسط آن، هردو به یک میزان مؤثر هستند. زمانی که کمبود شدید نبوده یا به شسته شدن بور محلول در خاک در زمستان مربوط باشد، می‌توان با محلول‌پاشی در اوایل بهار، آن را برطرف کرد. در صورتی که غلظت بور در آب آبیاری بین ۰/۲ تا ۰/۸ میلی گرم در لیتر باشد مشکلی ایجاد نخواهد نمود ولی در مقادیر بیش از ۱ میلی گرم در لیتر ممکن است باعث مسمومیت بور شود (حسنپور اصطهباناتی، ۱۳۹۷).

آهن

عنصر آهن در ساختمان سیتوکروم‌ها به عنوان ناقل الکترون در فتوسنتز، تنفس و چرخه‌های اکسیداسیون و احیا و سنتز کلروفیل گیاهان ضروری است. کمبود آهن در زراعت گلرنگ تنها در خاک‌های به شدت آهکی اتفاق می‌افتد. علائم کمبود آهن همانند دیگر گیاهان به صورت وقوع کلروز شدید برگ‌ها است (سلیمانی و همکاران، ۱۳۹۶).

منگنز

گلرنگ نسبت به کاربرد منگنز در مواردی که قابلیت انحلال آن در خاک اندک بوده و یا انتقال به گیاه، دچار اختلال شود، واکنش نشان می‌دهد.

کمبود منگنز رشد و شاخه‌بندی را محدود کرده و در موارد شدیدتر مانع گل‌دهی می‌شود. علائم ابتدا در برگ‌های نو رسیده به صورت لکه‌های کلروتیک بین رگبرگ‌ها، ظاهر می‌شود. سپس تعداد و اندازه لکه‌ها بیشتر شده و در نتیجه تقریباً تمام سطح برگ به جز رگبرگ‌ها و مناطق مجاور که سبز باقی می‌مانند، زرد می‌شوند. علائم سپس به برگ‌های مسن‌تر، توسعه یافته و لکه‌های نکروتیک، ظاهر می‌گردند. کمبود منگنز بر میزان روغن دانه نیز، تأثیر منفی دارد، اطلاعات محدود در زمینه مقدار منگنز گلرنگ پائیزه نشان می‌دهد که میزان کل منگنز در بوته ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم بوده و از اغلب عناصر ریزمغذی بیشتر است و بیشتر در غوزه‌ها و برگ‌ها متمرکز می‌شود.

گرچه دادن مقادیر زیاد سولفات منگنز به خاک می‌تواند در کنترل کمبود موثر واقع شود ولی محلول‌پاشی آن کارایی بیشتری دارد. معمولاً محلول‌پاشی با غلظت ۴ در هزار سولفات منگنز در هنگامی که بوته‌ها ۳۰ درصد زمین را پوشانده باشند، کافی است، ولی در موارد کمبود شدید منگنز در زراعت‌های پائیزه، محلول‌پاشی دوباره در اوایل بهار ممکن است ضروری باشد. در ضمن مصرف خاکی آن به مقدار ۳۰-۴۰ کیلوگرم در هکتار توصیه می‌شود. توصیه مصرف عنصر منگنز براساس عملکرد مورد انتظار در جدول ۷ نشان داده شده است.

روی

کمبود روی به‌طور وسیعی در خاک‌های کشور مشاهده می‌شود. در صورت کمبود روی در زراعت گلرنگ، بوته‌ها کوچک مانده و گل‌دهی کاملاً متوقف می‌شود. کلروز در بین رگبرگ‌ها ابتدا از حاشیه برگ‌ها شروع و سپس به قسمت‌های درونی توسعه می‌یابد. برگ‌ها کوچک، باریک، ضخیم و کلروتیک گردیده و در موارد کمبود شدید به‌طور کامل سفید می‌شوند.

بوته‌های کامل حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی هستند که بیشترین مقدار آن در گل‌ها و برگ‌ها است و دانه حاوی ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی است. کمبود روی را می‌توان با محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت ۳-۴ در هزار، هنگامی که بوته‌ها ۲۵ درصد سطح زمین را پوشانده‌اند برطرف کرد. در مورد مصرف خاکی نیز کاربرد ۴۰-۵۰ کیلوگرم سولفات روی، هر سه سال یک‌بار کمبود این عنصر را در خاک‌ها برطرف می‌کند (Dahnke و همکاران، ۱۹۹۰). بیشترین میزان جذب و کارایی کود سولفات روی در اوایل دوره رشد گلرنگ است (Kamali و همکاران، ۲۰۰۸)؛ ولی اضافه نمودن مقدار زیاد سولفات روی به خاک احتمالاً در نتیجه تأثیر منفی آن بر قابلیت جذب دیگر عناصر، می‌تواند موجب کاهش عملکرد دانه شود. توصیه مصرف عنصر روی براساس عملکرد مورد انتظار در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷- توصیه مصرف عناصر کممصرف روی و منگنز بر اساس عملکرد مورد انتظار

عملکرد مورد انتظار (کیلوگرم در هکتار)			کل روی مصرفی			کل منگنز مصرفی
میزان روی قابل جذب در خاک (میلی گرم بر کیلوگرم)			میزان منگنز قابل جذب در خاک (میلی گرم بر کیلوگرم)			
۰-۰/۲	۰/۲-۰/۴	۰/۴-۰/۸	۰-۴	۴-۶	۶-۸	
۵۰۰	۵	۳	۲	۴	۳	۲
۸۰۰	۵	۳	۲	۴	۳	۲
۱۲۰۰	۸	۵	۳	۵	۴	۳
۱۵۰۰	۱۰	۸	۵	۵	۴	۳
۱۸۰۰	۱۲	۱۰	۷	۶	۵	۴
۲۱۰۰	۱۲	۱۰	۸	۶	۵	۵
۲۴۰۰	۱۵	۱۲	۱۰	۷	۶	۵
۲۷۰۰	۱۵	۱۲	۱۲	۱۰	۷	۶
۳۰۰۰	۱۸	۱۵	۱۳	۱۵	۸	۷
۳۵۰۰	۲۰	۱۸	۱۵	۱۸	۱۰	۸
۴۰۰۰	۲۲	۲۰	۱۸	۲۰	۱۵	۱۰

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 ۰/۲ در هزار (۲۰۰ میلی لیتر در ۱۰۰۰ لیتر آب) اضافه شود. 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 برگ افزایش می یابد؛
- 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 ۲۹ درجه سانتی گراد باشد.
- برای اطمینان از صحت انجام عملیات فوق پیشنهاد می شود 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 محتوی عناصر کم مصرف ولی بدون بور استفاده شود. محلول پاشی برگي بیشتر به عنوان یک ابزار موقتي و اضطراری استفاده می شود. 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 است (Kianci و Gulmezoglu, ۲۰۰۷).

عناصر کم مصرف به طور کلی از طریق خاک و یا محلول پاشی استفاده می شوند؛ ولی تصمیم گیری در خصوص کاربرد عناصر کم مصرف به دو روش مزبور، به سهولت کاربرد و مسائل اقتصادی وابسته است (Jones و Jacobsen, ۲۰۰۹).

کاربرد ماده آلی در تولید گلرنگ

ماده آلی به چرخش بهتر مواد غذایی کمک می کند. از سویی، مصرف مواد آلی در خاک، سبب بهبود وضعیت فیزیکی خاک نیز می شود که این امر به نوبه خود به رشد و نمو بهتر گیاه کمک می کند. 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 می توان همزمان با کشت آن را مصرف نمود (خادمی و همکاران، ۱۳۷۹). بهتر است کود آلی در عمق موثر ریشه با خاک کاملاً مخلوط شود. میزان مصرف بسته به میزان ماده آلی خاک و سابقه استفاده از این کودها بین ۱۰ تا ۲۰ تن در هکتار است. اگر از کود آلی پیش از کشت استفاده شده است به ازاء مصرف هر تن کود مرغی از میزان مصرف نیتروژن و فسفر به ترتیب ۲۰ و ۱۰ کیلوگرم و به ازاء مصرف هر تن کود گاوی یا گوسفندی از میزان مصرف نیتروژن و فسفر به ترتیب ۱۰ و ۵ کیلوگرم کم شود. کاربرد آن به عنوان یکی از راهکارهای کاهش تنش سرما در گیاه گلرنگ در نظر گرفته می شود.

کاربرد کودهای زیستی در زراعت گلرنگ

کودهای زیستی به مواد جامد (بیشتر پودری)، مایع و یا در برخی موارد ژله مانند اطلاق می شود که قادر است جمعیت انبوه از یک یا چند نوع موجودات زنده مفید خاکزی مثل باکتری و قارچ و یا فرآورده متابولیک آنها را روی یک ماده نگه دارنده یا

حامل از زمان تولید تا زمان مصرف حفظ نماید. این دسته از کودها به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز 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 استفاده می‌شوند. این کودها می‌توانند به صورت بذر مال در زمان کشت گلرنگ، استفاده شوند.

آب و نیاز آبیاری گلرنگ

به طور کلی آبیاری در مراحل بعد از کشت، جوانه زنی و سبز شدن، رشد سریع ساقه، تکمه دهی، گل دهی (دو مرحله) و دانه بندی (هفت نوبت) ضروری است و این تعداد براساس زمان کشت، نوع رقم، منطقه کشت، ساختمان و بافت خاک، کود مصرفی تا ۱۰ نوبت نیز افزایش می‌یابد. با توجه به وجود خارهای فراوان و سرعت زیاد رشد ریشه در رقم پدیده، می‌توان یک نوبت از تعداد نوبت‌های معمول آبیاری را در این رقم کاهش داد، بدین ترتیب با آبیاری در مراحل بعد از کشت، شروع رشد سریع ساقه، تکمه دهی، گل دهی (یک مرحله) و دانه بندی (در مجموع پنج نوبت آبیاری) عملکرد اقتصادی حاصل خواهد شد. در صورتی که در طول دوره رشد و نمو گیاه، حدود ۲۵ میلی‌متر نزولات جوی در یک مرتبه حادث شود، می‌توان از انجام آبیاری در آن مرحله صرف نظر کرد؛ مشروط بر این که دمای محیط بالای ۵ درجه سانتی‌گراد باشد و این میزان بارندگی را به عنوان یک نوبت آبیاری تلقی نمود. در خاک‌های شنی، یک بار آبیاری کردن گلرنگ در مرحله غنچه دهی تقریباً محصول را افزایش خواهد داد. آبیاری گلرنگ و نگهداری رطوبت خاک در حد ۶۰ تا ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه، سبب تشکیل و تکمیل گل‌آذین و کنترل علف‌های هرز خواهد شد. اگر در آخر فصل رشد، نیاز به آبیاری باشد، باید پیش از پایان گل‌دهی انجام گیرد. محصول با استفاده از رطوبت موجود در پروفیل خاک می‌تواند به طور کامل به مرحله بلوغ برسد. آبیاری زیاد، بلوغ را به تأخیر انداخته و خطر مواجه شدن با گرمای آخر فصل رشد را به وجود می‌آورد.

توصیه کودی گلرنگ در شرایط دیم

در کشت دیم مقدار نیاز کودی با توجه به عملکرد مورد انتظار کم، حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد کمتر از کشت آبی است (سلیمانی و همکاران، ۱۳۹۶). در کشت پاییزه مصرف ۱۲۰ کیلوگرم اوره و ۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم مناسب است. این کودها در کشت بهاره به ۸۰ کیلوگرم اوره و ۴۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم تقلیل می‌یابد. میزان کود مصرفی می‌تواند تحت تأثیر بارندگی، رطوبت خاک و نیز وضعیت خاک از نظر وجود این عناصر قرار گیرد. نکته اساسی در مصرف کودهای نیتروژنه این است که بذر گلرنگ نباید در تماس با کود باشد زیرا سطح سبز را به شدت کاهش می‌دهد. از این رو استفاده از بذرکارهایی که کود و بذر را در کنار هم قرار می‌دهند، توصیه نمی‌شود. مصرف کود سرک اوره به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار در اوایل بهار برای مناطقی با بارندگی بیش از ۴۰۰ میلی‌متر و بارندگی‌های مناسب بهاره، توصیه می‌شود. میزان بارندگی و نیز دوره رشد در مناطق معتدل گرمسیر، بیشتر بوده و از آنجائی که عملکرد گلرنگ در این مناطق بیشتر است، در نتیجه نیاز غذایی آن نیز بیشتر خواهد بود. به همین علت مصرف ۱۴۰ کیلوگرم اوره و ۶۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم در هکتار توصیه می‌شود. توصیه ریشه گیاه گلرنگ در شرایط دیم نسبت به دیگر گیاهان بیشتر بوده و از این رو توانایی استفاده از آب و خاک در آن هم نسبت به دیگر گیاهان بیشتر است (جدول ۸).

جدول ۸- عمق توسعه نسبی ریشه و میزان آب قابل استفاده در برخی از محصولات مناطق

دیم در مقایسه با گلرنگ

محصول	عمق ریشه (متر)	میزان استفاده از آب خاک (نسبت به گلرنگ) درصد
گلرنگ	۲-۲/۵	۱۰۰
آفتابگردان	۲	۸۲
گندم	۱/۸	۸۱
جو	۱/۵	۷۷
کلزا	۱/۷	۶۸
کتان	۱/۷	۶۷

مدیریت تغذیه گیاه گلرنگ در شرایط تنش‌های محیطی

تأثیر شرایط تنش خشکی بر نیاز غذایی گلرنگ و پتانسیل تولید

تنش خشکی یکی از محدودکننده‌ترین عوامل تولید گلرنگ 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 گلرنگ بسته به رقم، شدت و دوام تنش، شرایط آب و هوایی و همچنین به دلیل ارتباط نزدیک نیازهای غذایی و آبی به شرایط حاصلخیزی خاک نیز مرتبط است. تنش خشکی علاوه بر کاهش عناصر غذایی بر فرآیندهای دیگری مانند فتوسنتز، تورم سلولی و رشد سلول‌ها اثر منفی دارد. تنش خشکی به‌طور کلی باعث کاهش جذب عناصر غذایی می‌شود. یک اثر مهم کمبود آب، تأثیر بر جذب عناصر غذایی توسط ریشه و انتقال آن به اندام‌ها بالای گیاه است. جذب کاسته شده توسط ریشه می‌تواند ناشی از تداخل در جذب عناصر غذایی و سازوکارهای بارگیری مواد غذایی و کاهش جریان تعرق باشد. همچنین تأثیر تنش خشکی بر جذب عناصر غذایی ممکن است مرتبط با محدود شدن قابلیت دسترسی انرژی برای آلی سازی نیتрат، آمونیوم، فسفات و سولفات باشد (Farooq و همکاران، ۲۰۰۸).

شاخص برداشت بهترین معیار در ارزیابی پیشرفت ژنتیکی برای تحمل به تنش خشکی به شمار می‌آید. به نظر می‌آید که در شرایط تنش، ارقام مقاوم به خشکی، دارای شاخص برداشت بیشتری نسبت به ارقام حساس هستند. به‌طورمعمول انتظار می‌رود که شاخص برداشت ثابت باشد زیرا همان‌طور که تنش خشکی باعث کاهش محصول می‌شود، وزن خشک کل نیز کاهش می‌یابد، مگر اینکه تنش شدید باعث کاهش عملکرد دانه به میزان زیادتری شود و در نتیجه شاخص برداشت کاهش یابد (دلخوش و همکاران، ۱۳۸۵). نادری و همکاران (۱۳۸۴) بیان کردند که تنش خشکی در گلرنگ، رشد اندام رویشی را بیشتر از عملکرد دانه کاهش داده است. به عبارتی تأثیر منفی تنش خشکی بر عملکرد دانه کمتر از عملکرد بیولوژیک است. وی به این نتیجه رسید که عملکرد دانه با شاخص برداشت، همبستگی مثبت و با رشد رویشی همبستگی منفی دارد. در طی تنش طولانی‌مدت، حفظ تورژسانس و مقاومت به از دست دادن آب گیاه از طریق تنظیم اسمزی به گیاه اجازه می‌دهد تا فعالیت متابولیکی‌اش را برای دوره

طولانی‌تری حفظ کند و مواد آلی ذخیره شده بیشتری را به دانه‌ها منتقل کند و باعث افزایش شاخص برداشت شود (محسن‌نیا و جلیلیان ۱۳۹۱). سیروس مهر و همکاران (۱۳۸۶) کاهش درصد روغن را در اثر تنش خشکی در گلرنگ گزارش کردند.

سازوکارهای پیشنهادی برای کاهش اثرات تنش خشکی بر گلرنگ عبارتند 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 به‌ویژه در مورد نیتروژن، پتاسیم و فسفر، آماده‌سازی بذر برای جوانه‌زدن (seed priming)، استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد (مانند اسید جیبرلیک) و استفاده از حفاظ‌های اسمزی مانند پرولین (Farooq و همکاران، ۲۰۰۹).

مدیریت تغذیه گیاه گلرنگ در شرایط شور

شوری خاک و آب به روش‌های مختلف بر روی نیاز غذایی گیاهان اثر می‌گذارد. با افزایش شوری خاک، جذب آب توسط گیاه کم شده و به علت خشکی فیزیولوژیکی، میزان فتوسنتز در گیاه کاهش و در نتیجه عملکرد کم می‌شود. از این دیدگاه نیاز کودی گیاه تقلیل می‌یابد. این مسئله در بسیاری از تحقیقات گذشته به اثبات رسیده و تجزیه و تحلیل دوباره بر روی داده‌های آزمایشی داخل کشور نیز مؤید همین مطلب است. از دیدگاهی دیگر با افزایش شوری خاک، رشد ریشه گیاه کاهش یافته و در نتیجه سطح جذب ریشه کم می‌شود. از این رو 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 شود. این مسئله در مواقعی درست است که شوری خاک خیلی زیاد نباشد.

به‌طور کلی گلرنگ گیاه متحمل به شوری است و می‌تواند تولید اقتصادی و سودآوری در خاک‌های شور داشته باشد. گلرنگ در مرحله جوانه‌زنی جزو گیاهان مقاوم به شوری است و این وضعیت در مرحله گیاهچه نیز وجود دارد (Hussain و همکاران، ۲۰۱۶). تحمل گلرنگ به شوری، کمی کمتر از جو و بیشتر از گندم است. گیاهانی که تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرند نسبت به آن‌هایی که در خاک‌های غیر شور رشد

می کنند کوتاه ترند و ساقه های سبز پرت و شاخه های نازک تر دارند. شوری، جوانه زنی را کاهش می دهد. رشد را به تأخیر انداخته و باعث پایین آمدن محصول می شود. در شوری حدود ۷ دسی زیمنس بر متر، زمان رویش دو برابر و محصول دیررس می شود. یکی از دلایل کاهش عملکرد در خاک های شور، کوتاه شدن دوره رشد بیان شده است. در خاک هایی با شوری ۵/۳ دسی زیمنس بر متر این گیاه با کاهش عملکرد مواجه نخواهد شد. در شوری ۶/۲ دسی زیمنس بر متر مقدار ۱۰ درصد از عملکرد کاسته خواهد شد. در شوری ۷/۶ و ۹/۹ به ترتیب ۲۵ و ۵۰ درصد از عملکرد گلرنگ کاسته خواهد شد. بیشترین شوری قابل تحمل آن ۱۵ دسی زیمنس بر متر است. شوری آب آبیاری تا ۳/۵ دسی زیمنس بر متر کاهشی در محصول این گیاه ایجاد نخواهد نمود. در شوری آب آبیاری ۶/۶ دسی زیمنس بر متر ۵۰ درصد از محصول کاسته خواهد شد (حسنپور اصطهباناتی، ۱۳۹۷).

برخی از ارقام کمتر از بقیه تحت تأثیر شوری قرار می گیرند. در شرایط شور تعداد دانه های غوزه بدون تغییر می ماند؛ ولی تعداد شاخه های هر گیاه و وزن دانه ها کاهش می یابد. بسته به نوع ارقام، مقدار روغن دانه تا ۶۰٪ کاهش می یابد ولی ترکیب شیمیایی روغن با شوری تغییر نمی کند.

گلرنگ مقاوم به نمک های سدیمی است. سدیم متمایز از شوری است. در مقادیر زیاد سدیم، این عنصر موجب تخریب ساختمان خاک می شود و به شدت بر روی عملکرد گیاه اثر منفی می گذارد. در مقادیر بیشتر از ۲۰-۱۰ مول یون سدیم و کلر در مترمکعب آب آبیاری حساسیت در برگ های گلرنگ مشاهده خواهد شد (حسنپور اصطهباناتی، ۱۳۹۷).

توصیه کودی و سرمازدگی در گلرنگ

مدیریت تغذیه از جمله عوامل مهم در کاهش خسارت ناشی از سرما محسوب می شود. مقدار مصرف کود نیتروژن در جلوگیری از خطر سرمازدگی می تواند مؤثر باشد. گیاهانی که دارای کمبود نیتروژن هستند، اغلب از نظر تاریخ خوشه رفتن تفاوتی با گیاهانی که نیتروژن کافی دریافت داشته اند، ندارند؛ ولی ظاهر گیاه کوچک تر و عملکرد

آن پایین تر است. مصرف کود نیتروژن موجب افزایش رشد رویشی و شادابی گیاه گردیده، ساقه‌ها آبدار و مستعد سرمازدگی می‌شوند. مصرف کود نیتروژن باید پیش از مرحله ساقه رفتن به منظور دستیابی به محصول حداکثر انجام شود. از مصرف بیش از حد کود نیتروژن در پاییز باید اجتناب نمود، ولی مقادیر کافی فسفر برای 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 می‌شود. 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 مواد آلی و هیومیک اسید نیز با سازوکارهایی می‌تواند تا حدودی مانع سرمازدگی شود. سازوکار نخست مربوط می‌شود به افزایش فعالیت ریزجانداران خاک که خودبه‌خود سبب گرم شدن خاک در اطراف ریشه می‌شود. اگرچه چرخش شیره گیاهی در درون آوندها در فصل زمستان کند است، ولی 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؛ ولی 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 در خاک جذب می‌شود. ذکر این نکته ضروری است که پیروی از اصول مدیریت بهینه تغذیه گلرنگ و استفاده از کودهای حاوی عناصر غذایی، مواد آلی و محرک‌های رشد گیاه در قالب یک برنامه مدیریتی و برنامه‌ریزی شده که بیشتر از اول فصل رشد آغاز می‌شود، علاوه بر حصول عملکرد و کیفیت محصول، گیاه را در برابر بسیاری از تنش‌های غیرزنده از جمله سرمازدگی، مقاوم می‌سازد. این گونه نهاده‌ها اصولاً می‌بایست در مراحل مختلف فنولوژیکی گلرنگ مصرف شده و توسط سلول‌های گیاهی به متابولیت‌های مفید برای

رشد و مقابله با تنش تبدیل شوند. از این رو استفاده از این گونه نهاده‌ها در زمان کوتاهی پیش از مواجهه با تنش‌هایی مانند سرمازدگی، کارایی لازم را نداشته و گاهی برای کاهش عوارض ناشی از سرمازدگی در دوره پس از وقوع سرما می‌توانند مؤثرتر باشند (طهرانی و همکاران، ۱۳۹۵).

جدول ۹- دستورالعمل کوددهی گلرنگ برای مقاوم‌سازی و باز توانی گیاه پس از سرمازدگی

مرحله رسیدگی	گل‌دهی (آغاز گرده‌افشانی در گل‌آذین‌های انتهایی ساقه اصلی در ده درصد بوته‌ها آغاز شده)	مشاهده غوزه (تکمه دهی)	روزت	دومین آبیاری و سبز شدن	پیش از کاشت	مراحل فنولوژیکی نوع کود
	۱۰ درصد بیشتر از دستورالعمل*	۱۰ درصد بیشتر از دستورالعمل*		مطابق دستورالعمل		کود نیتروژنی
					مطابق دستورالعمل	کود فسفوری
					مطابق دستورالعمل	کود پتاسیمی
	محلول پاشی*	محلول پاشی*			بذر مال-مصرف خاکی	کودهای حاوی عناصر ریز مغذی به‌ویژه روی
محلول پاشی- کودآبیاری		۵ تا ۱۰ کیلوگرم در هکتار کودآبیاری*	۵ تا ۱۰ کیلوگرم در هکتار کودآبیاری* یا محلول پاشی*			کودهای قابل حل با پتاسیم بالا
	محلول پاشی*	۵ تا ۱۰ کیلوگرم در هکتار کودآبیاری*		کودآبیاری		کودهای قابل حل با فسفر بالا
					توسط دیسک با خاک مخلوط شود	کودهای آلی
					بذر مال	کودهای زیستی
				۵ تا ۶ لیتر در هکتار کودآبیاری*	بذر مال	اسیدهای هیومیک
		محلول پاشی*	محلول پاشی		بذر مال	محرك‌های رشد گیاهی جلبک یا اسیدآمینه

توجه: در صورت بروز خسارت سرمازدگی، مواردی که در جدول نه با ستاره نشان داده شده است، برای احیاء محصول پس از مساعد شدن شرایط اقلیمی و شروع رشد گیاه، اولویت دارند.

برای بازتوانی 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 حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد نیتروژن بیشتر به همراه استفاده از محرک‌های رشد گیاهی از جمله هیومیک اسید، اسید آمینه یا عصاره جلبک توصیه می‌شود تا حرکت گیاه تسریع شود. در صورتی که قبلاً کودهای پتاسه و فسفات در زمان کشت مصرف نشده است، بهتر است این کودها به صورت سرک در آب آبیاری مصرف شوند. در زمینه انتخاب نوع کود فسفره و پتاسیمی برای سرک‌دهی لازم است با کارشناس ترویج هماهنگ شود تا کودی که قابلیت حل مناسب داشته باشد برای این مرحله انتخاب شود.



موسسه تحقیقات خاک و آب

منابع

- آذری، آ. و م. ر. خواجه پور، ۱۳۸۴. اثر آرایش کاشت بر نمو، رشد اجزای عملکرد و عملکرد دانه و گلبرگ، توده محلی اصفهان در کشت تابستانه، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۹: ۱۳۱-۱۴۲.
- آذری، آ.، ۱۳۸۰. تعیین آرایش کاشت مناسب گلرنگ، توده محلی، در دو تاریخ کاشت به موقع و دیر در منطقه اصفهان، پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۶. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴، جلد اول محصولات زراعی. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، معاونت برنامه ریزی و اقتصاد، وزارت جهاد کشاورزی.
- اهدایی، ب. و ق. نورمحمدی، ۱۳۶۲. اثر تاریخ کاشت روی عملکرد دانه و دیگر صفات زراعی دو رقم گلرنگ، مجله علمی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران، ۹: ۲۸-۴۲.
- باقری، م.، ۱۳۷۴. اثرات تاریخ کاشت بر عملکرد ارقام گلرنگ، پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- حسنپور اصطهباناتی، ا.، ۱۳۹۷. کیفیت آب آبیاری و شوری خاک. سازمان نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی کشور، نشریه یک، ۲۳ صفحه.
- خادمی، ز.، ح. رضایی، م. ج. ملکوتی و پ. مهاجر میلانی. ۱۳۷۹. تغذیه بهینه کلزا گامی مؤثر در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت روغن (توصیه کودی برای تولید کنندگان کلزا در خاکهای کشور). نشریه شماره ۱۴۲، نشر آموزش کشاورزی، کرج، ایران.
- دلخوش، ب.، ا. ح. شیرانی راد، ق. نورمحمدی و ف. درویش. ۱۳۸۵. تاثیر تنش خشکی بر عملکرد و مقدار کلروفیل ارقام کلزا. مجله علوم کشاورزی، جلد ۱۲، شماره ۲، ۳۵۹-۳۶۸.
- سلیمانی ر.، ف. نورقلی پور و ف. مشیری. ۱۳۹۶. اثر محلول پاشی روی، آهن و منگنز بر عملکرد و محتوای عناصر غذایی دانه گلرنگ. مجله علوم زراعی ایران، جلد نوزدهم، شماره ۱، ۱-۱۲.
- سیروس مهر، ع. م. ر. شکيبا، ه. آلياری، م. تورچی و ع. دباغ محمدی نسب، ۱۳۸۶. اثرات تنش کمبود آب و تراکم بر عملکرد دانه، برخی اجزای عملکرد و میزان روغن سه رقم گلرنگ. مجله دانش کشاورزی، جلد ۱۷، شماره ۱. ص: ۶۹-۸۲.

طهرانی م. م. ، م. بصیرت، ف. نورقلی پور، م. ع. خودشناس و ج. قدبیک لو. ۱۳۹۵. مدیریت تغذیه گیاه گندم و کلزا در شرایط تنش سرما. نشر آموزش کشاورزی، معاونت ترویج، تهران، ایران.

کسرای، ر. ۱۳۷۲. چکیده ای درباره علم تغذیه گیاهی (ترجمه). چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. ۳۷۲ ص.

محسن نیا، ا. و ج. جلیلیان. ۱۳۹۱. اثر تنش خشکی و منابع کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ (*Carthamus tinctorius*). بوم‌شناسی کشاورزی، ۴(۳): ۲۴۵-۲۳۵.

ملکوتی، م. ج. و ع. ح. ریاضی همدانی. ۱۳۷۰. کودها و حاصلخیزی خاک (ترجمه). چاپ اول، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ایران، ۸۰۱ ص.

نادری درباغشاهی، م. ق. نورمحمدی، ا. مجیدی، ف. درویش، ا. شیرانی راد، و ح. مدنی. ۱۳۸۴. بررسی عکس العمل گلرنگ تابستانه به شدت های مختلف تنش خشکی در منطقه اصفهان، مجله علوم زراعی ایران، جلد هفتم، شماره سوم، ص: ۲۱۱-۲۲۵.

نورقلی پور، ف. ، م. ع. خودشناس، ج. قدبیگلو، ص. زمانی، م. رجایی، ه. نقوی، ر. احمدی عدلی، م. شریعتمداری، یحیی آبادی، خ. دهمرده، ع. ا. شهبایی، آ. صباح، ا. بایوردی، م. ا. رضایی، ک. میرزاشاهی. ۱۳۹۶. بهینه سازی توصیه کودی ارقام جدید گلرنگ در مناطق گرم و سرد ایران. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

CDFA. 2017. Safflower Nitrogen Uptake and Partitioning. California Fertilization Guidelines. Safflower.

https://apps1.cdfa.ca.gov/FertilizerResearch/docs/N_Safflower.html.

Craufurd, A., and Cartwright, P. M. 1989. Effects of photoperiod and chlormequat on apical development and growth in spring wheat. Ann. Bot., 63:512-525.

Dahnke, W.C., Fanning, C. and Cattamach, A. 1990. Fertilizing safflower. AGR-8-1 (SF-727 revised), NDSU Extension Service/North Dakota State University, Fargo, ND. 2 pp.

Farooq, M., Wahid, A., Kobatashi N., Fujita D. and Basra. S. M. A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agron. Sustain. Dev. 29: 185-212.

Flemmer, A.C., Franchini, M.C. and Lindström, L.I., 2015. Description of safflower (*Carthamus tinctorius*) phenological growth stages according to the extended BBCH scale. Ann. Appl. Biol., 166:331-339.

- Hussain, M.I., Lyra, D.A., Farooq, M., Nikoloudakis, N. and Khalid, N., 2016. Salt and drought stresses in safflower: a review. *Agron Sustain Dev*, 36:3-31.
- Jones, C. and Jacobsen. J. 2009. Micronutrients: Cycling, Testing and fertilizer recommendation. Nutrient Management Module No. 7. Manitoba State University.
- Kamali, N. G., Mohammadi-Nejad, E., Tohidi-Nejad, E., and Rezaie, S. 2008. study of different Zinc rates effects on yield and yield components of safflower gonotypes in jiroft, region, Iran. *Plant Ecophysiology*. 1 25-29.
- Kianci, E. and Gulmezoglu, N. 2007. Grain yield and yield components of triticales upon application of different foliar fertilization. *Inter scientia*. 32: 624- 628.
- Model, H.-H., Huang, H.C., Kozub, G.C. and Daniels, C.R.G. 1997. Effect of soil moisture, soil temperature and seed-borne, , on emergence of safflower (L.). *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 48: 257-262.
- Mundel, H.H., Morrison, R.J., Blackshaw, R.E., Entz, T., Roth, B.T., Gaudiel, R., and Kiehn, F. 1994. Seedling-date effects on yield, quality and maturity of safflower. *Can. J. Plant Sci.* 74: 261-266.
- Omidi, A.H., M.R. Shahsavari, M.R. Shahsavariand and Jahanbin, A. 2008. Estimation of Adaptability and Stability of New Spring Safflower Lines for Seed and Oil Yields in Different Environmental Conditions. *Seed Plant Improv J.* 27: 287-303.

پیوست

جدول پیوست ۱- ضرایب تبدیل برای عناصر غذایی در کودهای مختلف

از این شکل	ضرب در این عدد	برای رسیدن به این شکل / یا از این شکل	ضرب در این عدد	برای رسیدن به 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