مجله ترویجی گیاهان دانه روغنی
جلد سوم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۴۰۰، ص ۷۲-۸۴
http://jop.areeo.ac.ir

راهنمای کشت و تغذیه بهینه آفتابگردان روغنی

سولماز کاظم علیلو*
دانش آموخته دکتری، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

زراعت دانه‌های روغنی در ایران به‌دلیل افزایش روزافزون جمعیت و حجم بالای نیاز مردم به دا نه‌های روغ نی اهمیت زیادی دارد. با توجه به سرانه مصرف بالای این محصولات در کشور و شدت و میزان وابستگی به واردات روغن و دانه‌های روغنی باید اقدام جدی در جهت افزایش تولید داخلی ا ین مح صولات و ن یز مدیریت واردات صورت گیرد. ا مروزه م صرف کود های شیمیایی شامل عنا صر غذایی پرم صرف و کم‌م صرف در ک شاورزی اجتناب‌ناپذیر بوده و مصرف این کودها چه در خاک و چه به‌صورت محلول‌پاشی باعث ا فزایش عمل کرد و ر شد گیاهان می‌شود. متأسفانه ایران از جمله کشورهایی است که با بحران مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی موا جه می‌باشد. مصرف بی‌رویه و زیاد کودهای شیمیایی مشکلات زیادی از جمله کاهش پاسخ گیاهان به کود ها، بروز مشکلات زیست محیطی و کاهش کیفیت محصولات تولیدی و مواد غذایی، ا فزایش خ طر م سمومیت گیا هان، آلودگی منابع آب و به خطر افتادن سلامت انسان، تخل یه م نابع غیرتجدید شونده مان ند سنگ‌های ف سفاتی و کاهش مقاومت گیاهان به آفات و بیماری‌ها را ایجاد کرده ا ست. شواهد ن شان می‌د هد که مدیریت تلفی قی حاصلخیزی خاک برای افزایش عملکرد، بهبود کیفیت تغذیه‌ای مح صولات ک شاورزی، کاهش آ لودگی م حیط زیست، افزایش کارایی کودهای شیمیایی، بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، زیستی و سلامت خاک ضروری می‌باشد. با استفاده از روش مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک در سطح و سیع می توان انت ظار دا شت کاهش چشمگیری در مصرف کودهای شیمیایی در کشور حاصل گردد که خود گامی بل ند در را ستای ح فظ م حیط زیست و رسیدن به کشاورزی ارگانیک و پایدار محسوب می‌شود. نشریه حاضر تلاشی است برای راهنمایی تول ید کنندگان جهت مصرف بهینه کود و تولید محصول سالم برای مصرف کنندگان.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، عناصر غذایی، کود شیمیایی، ماده آلی، مدیریت تلفیقی تغذیه

* solmazalilo@yahoo.com

بیان مسئله

مصرف مداوم کودهای شیمیایی به‌دلیل افت ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مطلوب خاک مانند کاهش مواد آلی خاک (در نتیجه تجزیه سریع ماده آلی)، کمبود چندگانه عناصر غذایی در کشاورزی متراکم، تغییر pH و EC خاک، کاهش سلامت خاک و آلودگی محیط زیست سبب ناپایداری در تولیدات کشاورزی و بهبود حاصلخیزی خاک برای مدتی کوتاه می شود. همچنین کودهای شیمیایی گران بوده و معمولاً کشاورزان نمی‌توانند نسبت متعادلی از کودهای شیمیایی را استفاده نمایند. از طرف‌دیگر، اگر جایگزین مناسبی برای جبران کاهش عناصر غذایی در خاک وجود نداشته باشد، تولید مداوم محصول سبب کاهش میزان مواد آلی خاک و تخلیه عناصر غذایی می‌شود. برای حل این مشکل یک‌راه این‌است که از مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک استفاده شود. شواهد نشان می‌دهد که مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک برای افزایش عملکرد، بهبود کیفیت تغذیه‌ای محصولات کشاورزی، کاهش آلودگی محیط زیست، افزایش کارایی کودهای شیمیایی، بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، زیستی و سلامت خاک ضروری است. کودهای آلی در مقایسه با کودهای شیمیایی مقادیر زیادی مواد آلی دارند که علاوه‌بر بهبود ساختمان فیزیکی خاک، اکثر عناصر غذایی لازم برای رشد گیاهان را فراهم می‌آورند (گرچه فقر بعضی از عناصر غذایی در کودهای آلی مشاهده می شود)؛ اما نمی‌توانند تمام نیاز غذایی گیاهان را به‌موقع تأمین کنند چون کودهای آلی عناصر غذایی را به تدریج آزاد می‌کنند که ممکن است در مواقع ضروری پاسخگوی نیاز گیاه نباشد. ازطرف‌دیگر، کودهای شیمیایی از طریق تأمین سریع نیاز غذایی گیاهان، رشد و عملکرد آنها را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهند. کودهای آلی حرکت آب در خاک، تهویه و ظرفیت نگهداشت آب خاک را افزایش می‌دهند. کودهای آلی، شیمیایی و زیستی هر کدام مزایا و معایبی بر فراهمی عناصر غذایی دارند که سلامت خاک و کیفیت محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین، به یک سیستم مدیریت تغذیه کارا برای افزایش تولیدات کشاورزی پایدار و حفاظت از محیط زیست نیاز است. تلفیق کودهای شیمیایی و آلی به‌عنوان یک روشی مؤثر برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و تخریب خاک می‌باشد که نه‌تنها خطرات آسیب به محصول را کم می‌کند بلکه سبب کاهش هزینه‌ها، کاهش وابستگی به کودهای شیمیایی، افزایش عملکرد و کیفیت گیاهان می‌شود. آفتابگردان به‌عنوان یک محصول دانه روغنی برای رشد بهینه به تغذیه متعادل از طریق حفظ سلامت خاک نیاز دارد. هدف از این پژوهش، توصیه کودی مناسب برای آفتابگردان، افزایش کارایی کودهای شیمیایی، کارایی مصرف آب، بهبود حاصلخیزی خاک، کاهش هزینه‌های تولید، افزایش کمیت و کیفیت محصول و توسعه کشاورزی پایدار می‌باشد.

نیاز غذایی آفتابگردان

ریشه‌های گیاهان در شرایط مشخصی می‌توانند عناصر غذایی را از خاک جذب کنند: ابتدا، خاک باید رطوبت کافی داشته باشد تا ریشه بتواند عناصر غذایی را جذب و انتقال دهند. دوم، pH خاک باید سستی در

دامنه‌ای باشد که عناصر غذایی بتوانند به شکل مناسبی از ذرات خاک آزاد شوند. سوم، دمای خاک باید در حدی باشد که عناصر غذایی بتوانند به فاز محلول وارد شده و توسط گیاه جذب شوند. دامنه مطلوب دما، pH و رطوبت برای گونه‌های مختلف گیاهی، متفاوت است. بنابراین، ممکن است عناصر غذایی به‌طور فیزیکی در خاک وجود داشته باشند، ولی برای گیاهان قابل دسترس نباشد. از طرفی، گیاهان برای رشد و توسعه به ترکیب صحیحی از عناصر غذایی نیاز دارند و مصرف کم و یا زیاد هر عنصر می‌تواند سبب بروز مشکلاتی در گیاهان شود. زمانی‌که گیاهان از سوء تغذیه رنج ببرند علایم ظاهری مبنی بر کمبود را نشان می‌دهند (ملکوتی، ۱۳۹۴).

نیتروژن

در بین عناصر غذایی، نیتروژن مهمترین عنصر مورد نیاز آفتابگردان بوده و کمبود آن سبب فروپاشی کلروپلاست و در نتیجه کاهش میزان کلروفیل می‌شود. همچنین، کمبود نیتروژن سبب کلروز برگی، کاهش ظرفیت فتوسنتزی و توقف رشد گیاه می‌شود. در شرایط کمبود نیتروژن، توزیع مجدد نیتروژن در آوندهای آبکشی سبب می‌شود که رنگ زرد در بخش‌های مسن‌تر گیاه ظاهر شود. با گذشت زمان و در صورت تشدید کمبود، برگ‌های پیر از نوک به سمت پایین خشک شده و برگ‌های جوان‌تر نیز به‌طور یکنواخت زرد می شوند. مصرف کود نیتروژن سبب افزایش غلظت پروتئین در دانه آفتابگردان می شود. فرنگ و همکاران (۲۰۲۱) نتیجه‌گیری کردند که مصرف کود نیتروژن در دوره گلدهی آفتابگردان سبب افزایش معنی‌دار سنتز پروتئین در دانه آفتابگردان شد. همچنین با مصرف نیتروژن اسیدهای چرب اشباع دانه آفتابگردان کاهش ولی در صد اسیدهای چرب غیراشباع افزایش می‌یابد. به‌طور کلی، نیتروژن سبب افزایش عملکرد دانه آفتابگردان می‌شود ولی ممکن است اثر منفی بر درصد روغن داشته باشد به‌ویژه اگر در مقادیر زیاد مصرف شود (نسیم و همکاران، ۲۰۱۷). مقدار مصرف نیتروژن به عملکرد مورد انتظار، ویژگی‌های خاک، آب و هوا، رطوبت خاک، تناوب زراعی و نیتروژن باقی‌مانده در خاک بستگی دارد. حدود بهینه غلظت نیتروژن در برگ‌های آفتابگردان ۵-۳ در صد است و اگر غلظت نیتروژن در برگ کمتر از ۳ درصد باشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴) بروز علایم کمبود محتمل خواهد بود (شکل ۱). مصرف کودهای نیتروژنی قبل از کاشت، مصرف نواری کود در ۵ سانتی‌متری زیر و کنار بذر توصیه می‌شود. اگر بذر آفتابگردان در تماس با کود نیتروژنی قرار بگیرد در مرحله جوانه‌زنی بسیار مستعد سوختگی خواهد بود. ریشه‌های آفتابگردان توانایی استخراج آب و نیتروژن از اعماق ۱/۵ متری یا بیشتر پروفیل خاک را دارند بنابراین در به دام انداختن نیتروژن اعماق خاک مفید است. چون آفتابگردان در بازیابی نیتروژن باقی‌مانده کارا است آزمون خاک برای اندازه‌گیری نیتروژن موجود توصیه می‌شود.

شکل ۱- برخی علایم ظاهری کمبود نیتروژن در آفتابگردان (سمت راست) نسبت به گیاه سالم (سمت چپ).

فسفر

پس از نیتروژن، فسفر دومین عنصر غذایی محدود کننده تولید آفتابگردان می‌با شد. ف سفر سبب ا فزایش درصد و عملکرد روغن آفتابگردان می‌شود. در شرایط کمبود فسفر، آفتابگردان سریعاً وارد مرحله گلدهی و ب لوغ می‌شود. برای تولید یک تن دانه آفتابگردان، حدود ۵ کیلوگرم فسفر در هکتار از خاک خارج می‌شود که ۸۰-۷۰ درصد آن توسط بذر و ۳۰-۲۰ درصد آن در بقایای گیاهی ذخیره می‌شود. لازم است مقدار م صرف کود ف سفر براساس آزمون خاک، نوع خاک، همزیستی قارچ آربوسکولار میکوریزا، میزان عملکرد بهینه، روش م صرف کود، اقلیم و تجربیات محلی تعیین شود. حدود بهینه غلظت فسفر در برگ‌های آفتابگردان ۰/۵-۰/۳ درصد است و اگر غلظت فسفر در برگ کمتر از ۰/۳ درصد باشد، بروز علا یم کم بود محت مل خوا هد بود (ملکوتی و هم کاران، ۱۳۸۴). علایم کمبود فسفر در آفتابگردان به‌صورت ظهور لکه‌های نکروتیک خاکستری تیره با هاله زرد رنگ بوده ولی برگ‌های سالم به رنگ سبز تیره هستند (شکل ۲). همچنین، کلروز بین رگبرگی، ساقه‌های لا غر و کو تاه، دمبرگ‌های خمیده (در نتیجه برگ‌ها به سمت پایین خم می‌شوند)، تأخیر در بلوغ، طبق‌های کو چک و مت عدد (که دانه کمتری تولید می‌کنند)، کاهش عملکرد، ن قاط سوخته ق هوه‌ای ر نگ، ن قاط سوخته ق هوه‌ای ت یره-خاکستری مشاهده می‌شود.

شکل ۲- برخی علایم ظاهری کمبود فسفر در آفتابگردان (راست) نسبت به گیاه سالم (چپ)

پتاسیم

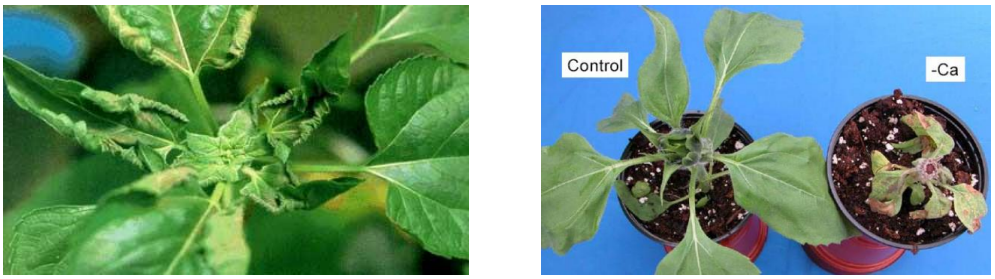
پتاسیم نقش مهمی در تنظیم پتانسیل اسمزی، مقاومت به تنش خشکی و فعالیت اکثر آنزیم‌های دخ یل در تنفس و فتوسنتز دارد. علایم کمبود پتاسیم در آفتابگردان در برگ‌های مسن‌تر و به شکل کلروز و سپس ن کروز در نوک و حاشیه برگ‌ها نمایان می‌شود. با تشدید علایم ممکن است خمیدگی برگ های جوان اتفاق بیافتد. پتاسیم برای استحکام ساقه و بافت‌های آفتابگردان مورد نیاز است و کمبود آن سبب خم شدگی ساقه، کاهش عملکرد دانه، روغن و پروتئین آفتابگردان می‌شود. آفتابگردان به پتاسیم نیاز فراوا نی دا شته (مع مولاً بی شتر از نیتروژن و فسفر) و برای تولید یک تن دانه در هکتار، حدود ۳۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار از خاک خارج می‌شود که تقریباً ۸ کیلوگرم آن در دانه و ۲۲ کیلوگرم در کاه و کلش انباشته می‌شود. حدود بهی نه غل ظت پتا سیم در برگ‌های آفتابگردان ۵-۳ درصد است و اگر غلظت پتاسیم در برگ کمتر از ۳ درصد باشد (مل کوتی و هم کاران، ۱۳۸۴)، بروز علایم کمبود محتمل خواهد بود (شکل ۳).

شکل ۳- برخی علایم ظاهری کمبود پتاسیم در برگ آفتابگردان

کلسیم

کلسیم در گیاهان غیرمتحرک است و نمی‌تواند در شرایط کمبود از برگ‌های پیر به سمت برگ های جوان حرکت کند بنابراین، رشد گیاه به شدت کاهش می‌یابد. کلسیم از طریق جریان توده‌ای آب ناشی از تعرق برگ‌ها از طریق ریشه وارد گیاه می‌شود بنابراین، اگر نور خیلی کم باشد و یا رطوبت نسبی بالا باشد ممکن است علا یم کمبود کلسیم در نوک شاخه‌های جوان نمایان شود. حدود بهینه غلظت کلسیم در برگ‌های آف تابگردان ۲-۰/۸ درصد است و اگر غلظت کلسیم در برگ کمتر از ۰/۸ درصد باشد، بروز علایم کمبود محتمل خواهد بود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴). کمبود کلسیم باعث تخریب دیواره اسکلتی سلول شده در نتیجه برگ‌ها به رنگ قهوه‌ای و یا سیاه ظاهر می‌شوند و حاشیه برگ‌ها نامنظم و پاره پاره شده، در نتیجه شکل برگ به‌صورت فنجانی رو به پائین تغییر می‌یابد. کمبود کلسیم سبب کلروز در برگ‌های جوان و ایجاد نقاط سایه روشن در برگ‌ها می شود. یکی

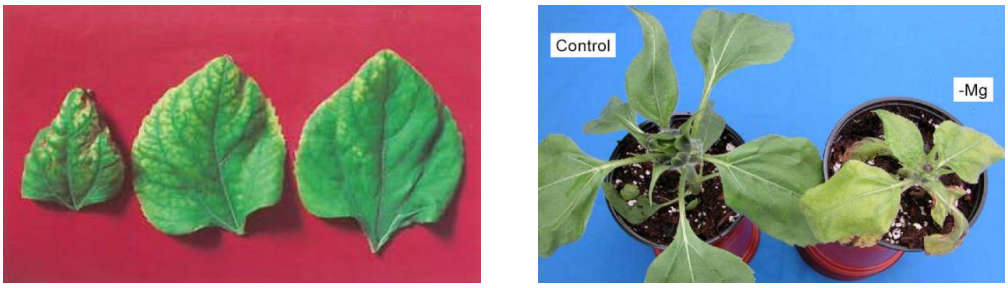
دیگر از تأثیرهای کمبود کلسیم مرگ و پوسیدگی نقاط بوده و ممکن است علایم نکروز نمایان شود. در گیا هان ممکن است نکروز قبل از کلروز و خم شدن برگ‌ها نیز ظاهر شود. بر خی علا یم کم بود ظاهری کل سیم در آفتابگردان در شکل (۴) آورده شده است.



شکل ۴- برخی علایم کمبود کلسیم (سمت راست) در آفتابگردان نسبت به گیاه سالم (سمت چپ)

منیزیم

منیزیم جزئی از ساختار مولکول کلروفیل است، بنابراین کمبود آن سبب ک لروز بر گی می شود. همچ نین، کمبود منیزیم سبب نکروز نقاط سفید و پیچیدگی برگ‌های جوان می شود. از آنجایی که من یزیم دا خل گ یاه متحرک نیست بنابراین، علایم کمبود ابتدا در برگ‌های جوان ظاهر می‌شود. در کمبودهای شدید، برگ‌ها سفید و یا زرد رنگ می‌شوند. حدود بهینه غلظت منیزیم در برگ‌های آفتابگردان ۰/۸-۰/۳ درصد ا ست و ا گر غل ظت منیزیم در برگ کمتر از ۰/۳ درصد باشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴)، بروز علایم کم بود محت مل خوا هد بود (شکل ۵).



شکل ۵- برخی علایم کمبود منیزیم (سمت راست) در آفتابگردان نسبت به گیاه سالم (سمت چپ)

گوگرد

گوگرد یک عنصر غذایی ضروری در تولید دانه‌های روغنی است. گوگرد به‌عنوان عنصر کیفیت نیز شناخته می‌شود، چون بو و طعم روغن را بهبود بخشیده و جزئی از اسیدهای آمینه می‌باشد. همچنین در سنتز کلروفیل و روغن نقش مهمی دارد و در غیاب آن، کربوهیدرات‌ها به‌طور کامل برای سنتز روغن استفاده نمی شوند. در گیاهان گوگرد عمدتاً به‌صورت یون سولفات (SO_4^{2-}) جذب می‌شود و گیاهان زراعی گوگرد مورد نیاز خود را از منابع زیر به‌دست می‌آورند: ۱) خاک، بقایای گیاهی و کودهای آلی، ۲) آب آبیاری، ۳) بارندگی و اتمسفر و (۴) کود شیمیایی و اصلاح کننده‌های خاک. ترتیب اهمیت هر یک از این منابع با توجه به نوع محصول، موقعیت و روش‌های مدیریت مزرعه متفاوت است. برای تولید یک تن دانه آفتابگردان، حدود ۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار از خاک خارج می‌شود که بیشترین مقدار آن بین مرحله غنچه‌دهی و گلدهی (۴۵ درصد) بوده و مقداری هم در مرحله جوانه‌زنی بذر تا غنچه‌دهی (۲۰ درصد) و پس از گلدهی (۳۵ درصد) جذب می‌شود.

مصرف ماده آلی همراه با گوگرد عنصری سبب افزایش غلظت فسفر قابل جذب در خاک می شود. از دلایل این امر می‌توان به تولید اسیدهای آلی، رقابت آنیون‌های آلی با فسفر برای مکان‌های جذب و کمپلکس شدن کاتیون‌های دخیل در رسوب فسفر و در نتیجه کاهش ظرفیت تثبیت فسفر اشاره کرد. ماده آلی از طریق بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و به‌عنوان منبع کربن و انرژی سبب افزایش تعداد و فعالیت ریزجانداران هتروتروف اکسید کنندهٔ گوگرد می‌شود در نتیجه سرعت اکسایش گوگرد در خاک افزایش می‌یابد که خود باعث ایجاد تغییرات بیشتر در pH می‌گردد. حدود بهینه غلظت گوگرد در برگ‌های آفتابگردان ۰/۷-۰/۵ درصد است و اگر غلظت گوگرد در برگ کمتر از ۰/۵ درصد باشد، بروز علایم کمبود محتمل خواهد بود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴). علامت اصلی کمبود گوگرد، زرد شدن برگ‌های جوان است (شکل ۶).

شکل ۶- برخی علایم کمبود گوگرد در آفتابگردان

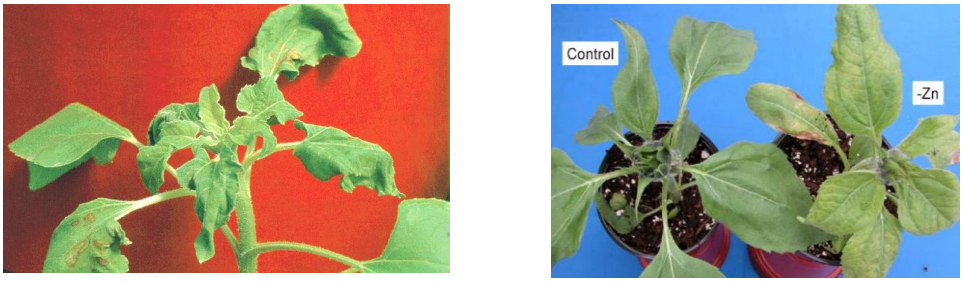
شکل ۷- برخی علایم کمبود بر در آفتابگردان

بُر

آفتابگردان یک محصول زراعی است که نیاز بالایی به بر دارد و نسبت به کمبود بر ب سیار ح ساس و لی به سطوح بالای بر مقاوم است. با وجود این‌که اکثر ارقام آفتابگردان در خاک‌های قلیایی غنی از کلسیم که کم بود بر دارند، رشد می‌کنند ولی کمبود بر در آفتابگردان شایع نیست. در اکثر خاک ها، م یزان بر با ع مق ا فزایش می‌یابد بنابراین، نمونه‌برداری از اعماق خاک و تجزیه با فت گ یاه پس از ر سیدن ری شه به ع مق حداقل ۶۰ سانتی‌متری ضروری است. علایم کمبود بر معمولاً نزدیک مرحله گ لدهی و در برگ های بالایی تکا مل نیافـ ته آفتابگردان مشاهده می‌شود که ممکن است به‌صورت نقاط ارغوانی و یا برنزی رنگ باشد. مم کن ا ست ن قاط در حال رشد نکروز شوند، گیاهان قد کوتاه شده و فاصله میان گره‌ها کو تاه و ر شد و تو سعه ری شه ضعیف شود. برگ‌های پیر دچار لکه‌های نکروتیک (بافت مرده)، ضخیم و چرمی می‌شوند. ممکن است گل‌ها شکل خود را از دست داده و مجموعه بذری ضعیف شود. همچنین، کمبود بر ممکن است سبب ضعیف شدن ساقه شود که باعث خم‌شدگی آن و کاهش عملکرد می‌شود. اغلب لکه‌های سیاه رنگ بر روی ساقه ظاهر می‌شود. کم بود بر اغ لب همراه با تنش رطوبتی است و توانایی جذب و انتقال آن در گیاه ممکن است تحت تأثیر تنش قرار بگیرد. حدود بهینه غلظت بر در برگ‌های آفتابگردان ۱۰۰-۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک است و اگر غلظت بر در برگ کمتر از ۵۰ باشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴)، بروز علایم کم بود محت مل خوا هد بود (شکل ۷). در صورت کمبود بر، محلـول پاشـی اسید بوریک با غلظت ۳ در هـزار در سه مرحله ۱: ظهور ط بق (R3)، ۲: پا یان گرده افـشانی (R5)، ۳: مرحله دانه‌بندی (R7) توصیه می‌شود.

روی

اغلب در خاک‌های قلیایی، گیاه به مصرف کود روی پاسخ نشان می‌دهد. برای بررسی میزان پاسخ آفتابگردان به کود، تجزیه بافت گیاه شاخص مطمئن‌تری نسبت به آزمون خاک ا ست. ا ستفاده از کود های ا ستارتر دارای روی یا محلول‌پاشی روی می‌تواند برای رفع کمبود روی مؤثر باشد. برای دانه‌های روغنی می‌توان روی را ق بل از کاشت و به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار در عمق خاک قرار داد. مصرف نواری روی به هنگام کاشت بذر، رو شی مؤثر برای افزایش کارایی آن می‌باشد (سرافین و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین محلول‌پاشی هپتاهیدرات سولفات روی با غلظت ۳ تا ۴ در هزار در سه مرحله ظهور طبق (R3)، پا یان گرده ا فـشانی (R5) و مرح له دانه‌ب ندی (R7) توصیه می‌شود. حدود بهینه غل ظت روی در برگ های آف تابگردان ۷۰-۵۰ میلی گرم در کی لوگرم ماده خشک است و اگر غلظت روی در برگ کمتر از ۵۰ باشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴)، بروز علایم کمبود محتمل خواهد بود (شکل ۸).



شکل ۸- برخی علایم کمبود روی درآفتابگردان

مس

مس در تشکیل کلروفیل دخالت داشته و به‌نظر می‌رسد که جذب مس به‌طور معکوس با جذب آ هن راب طه دارد. کمبود مس سبب تجمع آهن در گیاهان می‌شود. جذب بیش از حد مس نیز، علایم کلروزی مشابه کم بود آهن را به‌وجود می‌آورد. مس تقریباً در گیاهان غیرمتحرک است و علایم کمبود مس در قسمت‌های جوان گ یاه ظهور می‌یابد. حدود بهینه غلظت مس در برگ‌های آفتابگردان ۲۰-۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک است و اگر غلظت مس در برگ کمتر از ۱۰ باشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴)، بروز علایم کمبود محت مل خوا هد بود (شکل ۹). سولفات مس با غلظت یک در هزار را نیز می‌توان در سه مرحله ظهور طبق (R3)، پایان گرده افشانی (R5) و مرحله دانه‌بندی (R7) محلول‌پاشی برگی کرد.

شکل ۹- برخی علایم کمبود مس (سمت راست) درآفتابگردان نسبت به گیاه سالم (سمت چپ)

آهن

کمبود آهن سبب کاهش اندازه گیاه و کلروز بر گی آف تابگردان می شود. برگ های جوان کاملاً کلروزه (برگ‌های نکروز تقریباً سفید رنگ) می‌شود؛ چون آهن برای ساخت برخی کمپلکس‌های کلروف یل- پروتئین در کلروپلاست مورد نیاز است (شکل ۱۰). حدود بهینه غلظت آهن در برگ‌های آفتابگردان ۲۰۰-۱۰۰ میلی‌گرم در

کیلوگرم ماده خشک است و اگر غلظت آهن در برگ کمتر از ۱۰۰ باشد، بروز علایم کمبود محتمل خواهد بود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴).

شکل ۱۰- علایم کمبود آهن (سمت راست) درآفتابگردان نسبت به گیاه سالم (سمت چپ)

منگنز

منگنز در ایجاد کلروفیل و سیستم‌های آنزیمی گیاهان نقش دارد. همانند آهن منگنز یک عنصر نسبتاً غیرمتحرک در گیاهان است. علایم کمبود ابتدا در برگ‌های جوان‌تر گیاه ظاهر می شوند. علایم در گیاهان مختلف متفاوت هستند، اما رنگ پریدگی مشابه کلروز آهن در بین رگبرگ‌های گیاهان پهن برگ از جمله این علایم می‌باشد (شکل ۱۱). شباهت منگنز و آهن سبب به وجود آمدن رقابت بین این دو عنصر می شود. علایم سمیت آهن مشابه علایم کمبود منگنز بوده و علایم سمیت منگنز همانند علایم کمبود آهن می‌باشد. حدود بهینه غلظت منگنز در برگ‌های آفتابگردان ۱۰۰-۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک است و اگر غلظت منگنز در برگ کمتر از ۵۰ باشد، بروز علایم کمبود محتمل خواهد بود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴).

شکل ۱۱- علایم کمبود منگنز در آفتابگردان

مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهان

براساس تحقیقات انجام شده، تلفیق کودهای شیمیایی با کودهای آلی و زیستی نتایج مطلوبی در افزایش بازده تولید فرآورده‌های کشاورزی داشته که خود می‌تواند راهی به‌سوی کشاورزی پایدار باشد. هدف مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک، تغذیه متعادل گیاهان، افزایش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی تولید شده، بهبود سلامت خاک و افزایش فعالیت میکروبی آن، تولید پایدار محصولات کشاورزی، کاهش هزینه و وابستگی به سوخت‌های فسیلی برای تولید کودهای شیمیایی می‌باشد. مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک تمام منابع تغذیه گیاهان را شناسایی و مورد استفاده قرار می‌دهد. سه جزء اصلی نظام مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک شامل ۱) حفظ و افزایش حاصلخیزی خاک از طریق استفاده متعادل از کودهای شیمیایی در ترکیب با کودهای آلی و زیستی، ۲) افزایش ذخیره عناصر غذایی در خاک و ۳) افزایش کارایی عناصر غذایی و کاهش آلودگی محیط زیست می‌باشد. اجزای مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک شامل کودهای شیمیایی، انواع کود های آلی (بقایای گیاهی، کود سبز، کودهای دامی، کمپوست، ورمی‌کمپوست، بایو چار، لجن فاضلاب)، انواع کود های زیستی (تثبیت کننده‌های نیتروژن، باکتری‌های محرک رشد گیاه، قارچ آربوسکولار میکوریزا، حل کننده‌های فسفر و پتاسیم)، روش کشت (تناوب زراعی و کشت مخلوط)، محرک های رشد آلی (اسیدهای هومیک و فولویک، اسیدهای آمینه و محصولات آبکافت پروتئین‌ها*، عصاره جلبک دریایی، اکسین، سیتوکینین، اسید سالیسیلیک، اسید آبسیزیک و غیره) و استفاده از مهندسی ژنتیک می‌باشد.

کاظم علیلو و همکاران (۱۳۹۶) با بررسی اثر مصرف تلفیقی فسفر و لجن فاضلاب بر ویژگی های کمی و کیفی آفتابگردان روغنی در شرایط آبیاری مطوب و محدود گزارش کردند که با مصرف تلفیقی فسفر و لجن فاضلاب عملکرد و اجزای عملکرد دانه آفتابگردان در هر دو شرایط آبیاری به طور معنی‌داری افزایش یافت. نتایج آن پژوهش نشان داد که با افزایش کارایی مصرف آب از طریق مصرف تلفیقی کود می توان عملکرد روغن آفتابگردان و کیفیت آن را بهبود بخشید. مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، افزایش فعالیت‌های میکروبی خاک، بهبود چرخه عناصر غذایی در خاک، کاهش مصرف نهاده‌ها و افزایش کارایی کودهای شیمیایی می‌شود. همچنین مصرف تلفیقی کود های آلی و شیمیایی سبب کاهش غلظت نیترات خاک، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، مواد آلی، بهبود خصوصیات خاک و افزایش عملکرد گیاه می‌شود. ترکیب کودهای شیمیایی و آلی، استفاده از تناوب زراعی، کشت مخلوط و رقم های کارا به‌عنوان یک روشی مؤثر برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و تخریب خاک می‌باشد که نه‌تنها خطرات آسیب به محصول را کم می‌کند بلکه سبب افزایش عملکرد و کیفیت گیاهان می‌شود. استفاده از کود دامی و گیاهان لگوم همراه با کودهای شیمیایی(NPK) توصیه شده در تناوب سیب زمینی-آفتابگردان سبب افزایش کارایی مصرف

* Protein hydrolysates

عناصر غذایی، افزایش فعالیت میکروبی و سلامت خاک می‌شود (شوران و همکاران، ۲۰۱۷). چون سیب‌زمینی از اعماق سطحی ولی آفتابگردان از اعماق خاک (به‌دلیل داشتن سیستم ریشه‌ای عمیق)، آب و عناصر غذایی را جذب می‌کند تناوب این دو گیاه توصیه می‌شود. عملکرد دانه آفتابگردان و کیفیت خاک با مصرف تلفیقی ورمی کمپوست/کود دامی+باکتری‌های حل کننده فسفات+ازتوباکتر+ نصف کودهای شیمیایی توصیه شده+محلولپاشی اوره (دو درصد) افزایش می‌یابد (موکرج و همکاران، ۲۰۱۹). استفاده موثر از ریزجاندارن همراه با کودهای آلی و شیمیایی روشی موثر برای تحریک فراهمی و افزایش جذب عناصر غذایی است. باکتری‌های محرک رشد، رشد گیاه را مستقیماً از طریق افزایش جذب نیتروژن، سنتز فیتوهورمون‌ها و انحلال کانی‌ها افزایش می‌دهند.

معرفی دستاورد (راهکار)

دستاورد حاضر به بررسی میزان عناصر غذایی مورد نیاز گیاه آفتابگردان، بر خی علائم ظاهری کم بود و مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک می‌پردازد. این دستاورد نشان می‌دهد که مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی نتایج مثبتی بر خاک، گیاه و محیط زیست دارد. نشریه حاضر تلاشی است برای راهنمایی تولیدکنندگان برای مصرف بهینه کود و تولید محصول سالم برای مصرف کنندگان.

توصیه ترویجی

روغن آفتابگردان به‌دلیل داشتن مقادیر زیاد اسیدهای چرب غیراشباع مانند لینولئیک و اولئیک اسید و نبود کلسترول از نظر تغذیه و سلامت انسان اهمیت زیادی دارد و تلاش برای افزایش تولید آن بایستی سرلوحه برنامه‌های دولت و تولیدکنندگان قرار بگیرد.

علی‌رغم اثرهای مفید کودهای شیمیایی، مصرف بیش از اندازه کود های شیمیایی سبب تخریب خاک و آلودگی محیط زیست شده و از طرفی، معمولاً کشاورزان نمی‌توانند در نسبت متعادل از کود های شیمیایی استفاده کنند.

علی‌رغم اثرهای مفید کودهای آلی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک، آن ها نمی‌توانند تمام نیاز غذایی گیاهان را در مواقع مورد نیاز تأمین نمایند با این‌حال کودهای آلی می‌توانند به‌عنوان جانشینی یا بخشی از کودهای شیمیایی در تولید آفتاب‌گردان روغنی مورد استفاده قرار بگیرند.

مصرف تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی با افزایش درصد ماده آلی و غلظت عناصر غذایی در خاک سبب افزایش کارایی کودها، بهبود حاصلخیزی خاک برای طولانی‌مدت و تولیدات پایدار کشاورزی می‌شوند.

مصرف تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی از طریق کاهش تلفات نیتروژن سبب افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه و در نتیجه افزایش غلظت پروتئین و افزایش عملکرد روغن می‌شود. همچنین مصرف کود دامی به‌تنهایی یا در تلفیق با باکتری‌های محرک رشد گیاه سبب افزایش معنادار غلظت روغن و اولئیک اسید آفتابگردان می‌شود.

مصرف بهینه کودها عمدتاً با مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک تحقق می‌یابد. در صورت رعایت نکات فنی در مصرف کودها، عملکرد و کیفیت تغذیه‌ای محصولات کشاورزی، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، زیستی و سلامت خاک افزایش یافته و از آلودگی محیط زیست جلوگیری می‌شود.

منابع

کاظم علیلو، س.، ۱۳۹۷. بررسی اثر مصرف تلفیقی فسفر و لجن فاضلاب بر ویژگی های کمی و کیفی آفتابگردان روغنی در شرایط آبیاری مطوب و محدود. رساله دکتری، دانشگاه تبریز، ۲۸۶ صفحه.

کاظم علیلو، س.، نجفی، ن. و ریحانی تبار، ع. ۱۳۹۶. افزایش عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان با مصرف تلفیقی فسفر و لجن فاضلاب در شرایط آبیاری مطلوب و محدود. نشریه آب و خاک، ۳۱(۶): ۱۶۵۰-۱۶۳۷.

ملکوتی، م.ج.، مشیری، ف. و غیبی، م.ن. ۱۳۸۴. حد مطلوب عناصر غذایی در خاک و برخی از محصولات زراعی و باغی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره ۴۰۵.

ملکوتی، م.ج.، ۱۳۹۴. توصیه بهینه مصرف کود برای محصولات کشاورزی در ایران. چاپ سوم با بازنگری کامل.

Feng L. Li W. Shi Q. Zhao S. Hao Y. Liu H. and Shi H. 2021. Effects of irrigation and nitrogen application rates on protein and amino acid content of sunflower seed kernels. Water, 13(1), p.78.

Gibson J.L. Bolles B. Dunning S. Friday D. Mullins T. Stevenson C. and Williams L. 2007. Nutrient Deficiencies in Production of Annual Floral Crops. UF/IFAS Extension Service, University of Florida.

Li S.T. Yu D.U.A.N. Guo T.W. Zhang P.L. Ping H.E. and Majumdar K. 2018. Sunflower response to potassium fertilization and nutrient requirement estimation. Journal of Integrative Agriculture, 17(12): 2802-2812.

Mukherjee A.K. Tripathi S. Mukherjee S. Mallick R. and Banerjee A. 2019. Effect of integrated nutrient management in sunflower (*Helianthus annuus* L.) on alluvial soil. Current Science, 117(8): 1364-1368.

Nasim W. Ahmad A. Ahmad S. Nadeem M. Masood N. Shahid M. Mubeen M. Hoogenboom G. and Fahad S. 2017. Response of sunflower hybrids to nitrogen application grown under different agro-environments. Journal of Plant Nutrition, 40(1): 82-92.

Serafin L. McCaffery D. and Thompson S. 2014. Sunflower. Summer crop production guide. pp. 80–92. NSW DPI Management Guide. NSW Department of Primary Industries.

Sheoran P. Sardana V. Singh S. Chander S. Kumar A. Mann A. and Sharma P. 2017. Nutrient management for sustaining productivity of sunflower-based cropping sequence in Indian semiarid regions. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 48(5): 581-593.