راهکارهای مدیریت بهینه تغذیه نخود دیم در شرایط کشت انتظاری

عزیز مجیدی*

* دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران a.majidi@areeo.ac.ir

چکیده

نخود یکی از مهم‌ترین حبوبات دیم در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران است که از طریق تثبیت زیستی نیتروژن در بهبود حاصلخیزی خاک و پایداری نظام‌های زراعی نقش مهمی دارد. در مناطق دیم‌خیز شمال‌غرب کشور، کشت انتظاری به‌عنوان روشی مؤثر برای بهره‌گیری از بارش‌های زمستانه و افزایش بهره‌وری مصرف آب مورد توجه قرار گرفته است. در این روش، بذر در اواخر پاییز کشت شده و با بارش‌های اوایل بهار سبز می‌شود. این سیستم با استفاده بهتر از رطوبت ذخیره‌شده در خاک و افزایش طول دوره رشد همراه است، اما محدودیت رطوبت، دمای پایین و شرایط خاک‌های آهکی می‌تواند جذب و کارایی مصرف عناصر غذایی را کاهش دهد. مدیریت تغذیه متعادل از عوامل کلیدی موفقیت کشت انتظاری نخود است. اگرچه نخود بخش عمده نیاز نیتروژنی خود را از طریق همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن تأمین می‌کند، مصرف مقادیر محدود نیتروژن آغازگر می‌تواند به استقرار بهتر گیاه کمک کند. فسفر مهم‌ترین عنصر محدودکننده در خاک‌های آهکی منطقه بوده و در توسعه ریشه، تشکیل گره‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و انتقال انرژی نقش اساسی دارد. پتاسیم نیز با بهبود روابط آبی گیاه و افزایش تحمل به تنش خشکی، در پایداری عملکرد مؤثر است. عناصر کم‌مصرفی مانند روی، آهن، مولیبدن و منگنز نیز در تثبیت نیتروژن، فتوسنتز و تشکیل دانه اهمیت دارند و کمبود روی در بسیاری از خاک‌های آهکی شمال‌غرب کشور شایع است. کاربرد کودهای زیستی، می‌تواند جذب فسفر و نیتروژن، رشد ریشه و بهره‌وری مصرف آب را افزایش دهد. در مجموع، راهبرد تغذیه‌ای مناسب در کشت انتظاری نخود دیم شامل آزمون خاک، مصرف هدفمند فسفر، تلقیح ریزوبیومی و میکوریزایی، بذرمال روی و مولیبدن، افزایش ماده آلی خاک و مصرف تشخیصی آهن و منگنز است. این رویکرد موجب افزایش عملکرد و کیفیت دانه، بهبود سودآوری و ارتقای پایداری تولید نخود در شرایط خشک و نیمه‌خشک می‌شود.

واژه‌های کلیدی: خاک‌های آهکی، ریزمغذی‌ها، قارچ‌های میکوریزا، ماده آلی خاک، تثبیت زیستی نیتروژن

بیان مسئله

نخود دیم یکی از محصولات کلیدی مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران است که سطح زیرکشت آن در سال‌های اخیر بیش از ۴۰۰ هزار هکتار برآورد شده است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۳). این گیاه به‌دلیل مقاومت نسبی به خشکی و توان تثبیت نیتروژن، نقش اساسی در پایداری تولیدات زراعی در سیستم‌های تناوبی دارد. با توجه به نوسانات بارندگی و وقوع خشکسالی‌های متوالی، کشت انتظاری به‌عنوان یک روش مدیریتی هوشمندانه برای استفاده از رطوبت پاییزه و زمستانه در مناطق دیم‌زار شمال غرب ایران مورد توجه قرار گرفته است (کریمی و همکاران، ۱۳۹۹). در این روش، بذر نخود پیش از بارندگی‌های اصلی پاییزه و با هدف سبز شدن پس از اولین بارش مؤثر کاشته می‌شود. این کار، ضمن استفاده بهینه از زمان رشد و رطوبت خاک، خطر خشکی انتهای فصل را کاهش می‌دهد (صادقی و هاشمی، ۱۴۰۰). با این حال، مدیریت تغذیه‌ای نخود در کشت انتظاری به دلیل محدودیت در جذب عناصر و کندی فرآیندهای زیستی در دمای پایین، یکی از چالش‌های اصلی کشاورزان دیم‌کار محسوب می‌گردد. تغذیه متعادل عناصر غذایی از جمله نیتروژنN، فسفرP ، پتاسیمK و ریزمغذی‌ها مانند رویZn و آهنFe تاثیر مستقیمی بر رشد، تشکیل غلاف، و عملکرد دانه نخود دارد. در شرایط دیم، محدودیت رطوبت سبب کاهش تحرک عناصر غذایی در خاک و محدود شدن جذب آن‌ها می‌شود، بنابراین استفاده از روش‌های نوین کوددهی مانند کوددهی تلفیقی و کاربرد کودهای زیستی می‌تواند کارایی مصرف عناصر را به‌طور قابل‌توجهی افزایش دهد (مالهوترا، ۲۰۱۷).

اصول مدیریت تغذیه تلفیقی در کشت انتظاری نخود دیم

مدیریت تغذیه تلفیقی به استفاده هماهنگ و متعادل از منابع مختلف تأمین عناصر غذایی شامل کودهای شیمیایی، منابع آلی، بقایای گیاهی و کودهای زیستی با هدف دستیابی به تولید پایدار، حفظ حاصلخیزی خاک و افزایش کارایی اقتصادی مصرف نهاده‌ها اطلاق می‌شود (فائو، ۲۰۱۹). در زراعت نخود دیم، به‌ویژه در شرایط کشت انتظاری مناطق شمال‌غرب ایران که محدودیت اصلی تولید، کمبود رطوبت و پایین بودن قابلیت دسترسی عناصر غذایی در خاک‌های آهکی است، اجرای برنامه‌های تغذیه تلفیقی می‌تواند ضمن افزایش عملکرد، سودآوری تولید را نیز بهبود بخشد.

نخود به‌عنوان یک گیاه لگوم قادر است بخش قابل توجهی از نیاز نیتروژنی خود را از طریق همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن تأمین کند (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه کمبود نیتروژن در نخود (سمت راست) و تاثیر همزیستی ریزوبیومی (سمت چپ) در تامین نیتروژن مورد نیاز نخود دیم

با این وجود، عملکرد مناسب تثبیت زیستی نیتروژن مستلزم تأمین متعادل سایر عناصر غذایی به‌ویژه فسفر، مولیبدن، آهن و روی است (پوپلس و همکاران، ۲۰۰۹). در شرایط دیم، کمبود همزمان چند عنصر غذایی معمولاً موجب محدود شدن رشد ریشه، کاهش تشکیل گره‌های ریشه و افت بهره‌وری مصرف آب می‌شود. بنابراین، مدیریت تلفیقی تغذیه باید مبتنی بر شناخت وضعیت حاصلخیزی خاک و محدودیت‌های اقلیمی منطقه باشد. اگرچه نخود قادر به تثبیت زیستی نیتروژن است، اما در مراحل اولیه رشد تا زمان استقرار کامل گره‌های ریشه، به مقدار محدودی نیتروژن معدنی نیاز دارد. تحقیقات نشان داده است که مصرف مقادیر کم نیتروژن آغازگر در حدود ۱۵ تا ۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار می‌تواند رشد اولیه گیاه را بهبود دهد، اما مصرف مقادیر زیاد نیتروژن موجب کاهش تشکیل گره‌های ریشه و تثبیت نیتروژن می‌شود. در شمال‌غرب ایران استفاده از بذرمال با سویه‌های مؤثر مزوریزوبیوم همراه با مصرف محدود نیتروژن اولیه، یکی از اقتصادی‌ترین راهکارهای افزایش عملکرد نخود دیم محسوب می‌شود. بر اساس مطالعات انجام‌شده در استان کرمانشاه، کاربرد تلفیقی کود نیتروژن با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در کشت انتظاری نخود شد (رحمانی و همکاران، ۱۴۰۰). همچنین، فسفر به‌عنوان یکی از عناصر کلیدی در توسعه ریشه و گره‌های ریزوبیومی، بیشترین تأثیر را بر عملکرد نخود دیم داشته است (ویاس و همکاران، ۲۰۲۲).

فسفر مهم‌ترین عنصر غذایی محدودکننده رشد نخود در خاک‌های آهکی ایران است. در خاک‌های آهکی شمال‌غرب ایران، بخش زیادی از فسفر مصرفی تثبیت می‌شود؛ بنابراین مصرف نواری کود فسفاته در زمان کاشت نسبت به پخش سطحی کارایی بیشتری دارد. بسته به آزمون خاک، معمولاً مصرف ۳۰ تا ۶۰ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار توصیه می‌شود (فائو، ۲۰۱۹). ترکیب کودهای فسفاته با مواد آلی و کودهای زیستی حل‌کننده فسفات می‌تواند بهره‌وری فسفر را افزایش دهد. یکی از راهکارهای مؤثر برای افزایش بهره‌وری فسفر در نخود دیم، استفاده از قارچ‌های میکوریزای آربوسکولار در قالب مایه تلقیح زیستی است. روش مصرف قارچ‌های میکوریزا باید به‌گونه‌ای باشد که تماس مستقیم بین ریشه جوان و اندام‌های زنده قارچ برقرار شود، زیرا قارچ‌های میکوریزا برخلاف بسیاری از کودهای زیستی، تحرک محدودی در خاک دارند. یکی از روش‌های مصرف مایه تلقیح همراه با بذر است. در این روش، مایه تلقیح حاوی اسپورها و قطعات ریشه آلوده به قارچ روی بذر مالیده می‌شود. بنابراین، در سیستم‌های مدیریت تلفیقی توصیه می‌شود کود فسفاته بر اساس آزمون خاک مصرف شود و از کاربرد بیش از حد فسفر اجتناب گردد. مایه تلقیح میکوریزا همراه با مقادیر متوسط فسفر مصرف شودو بقایای گیاهی و مواد آلی برای حفظ فعالیت زیستی خاک استفاده شوند. این راهبرد ضمن کاهش هزینه مصرف کود، موجب افزایش کارایی جذب فسفر، توسعه بهتر ریشه، بهبود تثبیت زیستی نیتروژن و افزایش تحمل گیاه به تنش خشکی می‌شود (اسمیت و اسمیت، ۲۰۱۱).

اگرچه بسیاری از خاک‌های مناطق نیمه‌خشک ایران از نظر پتاسیم نسبتاً غنی هستند، اما در برخی اراضی زراعی با برداشت مداوم محصول، کمبود پتاسیم مشاهده می‌شود. در شرایط دیم، تأمین پتاسیم کافی موجب افزایش کارایی مصرف آب و بهبود پر شدن دانه می‌شود. کاربرد پتاسیم باید بر اساس نتایج آزمون خاک انجام گیرد و از مصرف غیرضروری آن به‌منظور کاهش هزینه‌های تولید اجتناب شود.

کمبود روی یکی از رایج‌ترین مشکلات تغذیه‌ای در خاک‌های آهکی شمال‌غرب ایران است (باقری و همکاران، ۱۳۹۷). مصرف ۱۰ تا ۲۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار یا بذرمال حاوی روی می‌تواند به افزایش رشد اولیه و عملکرد دانه کمک کند. در شرایط اقتصادی محدود، کاربرد موضعی یا بذرمال نسبت به مصرف گسترده خاکی مقرون‌به‌صرفه‌تر است.

خاک‌های آهکی منطقه به دلیل pH بالا و غلظت زیاد بی‌کربنات‌ها مستعد کمبود آهن هستند. مصرف خاکی آهن در خاک‌های آهکی معمولاً کارایی محدودی دارد. به همین دلیل استفاده از کودهای کلاته آهن یا برگ‌پاشی آهن در مراحل اولیه رشد، به‌ویژه در مزارعی که علائم کلروز مشاهده می‌شود، راهکار مؤثرتری است. از دیدگاه اقتصادی، برگ‌پاشی اغلب نسبت به کاربرد خاکی کلات آهن هزینه کمتری دارد.

منگنز در فتوسنتز، متابولیسم نیتروژن و فعال‌سازی بسیاری از آنزیم‌ها نقش دارد. در خاک‌های آهکی و دارای ماده آلی کم، قابلیت جذب منگنز کاهش می‌یابد (برودلی و همکاران، ۲۰۱۲). برگ‌پاشی سولفات منگنز در مراحل رویشی اولیه می‌تواند کمبود این عنصر را برطرف کرده و موجب افزایش فتوسنتز و مقاومت گیاه به تنش خشکی شود. در سیستم‌های دیم، استفاده هدفمند و مبتنی بر تشخیص کمبود اقتصادی‌ترین گزینه محسوب می‌شود.

مولیبدن یکی دیگر از عناصر کلیدی در گیاهان لگوم است. در نخود دیم، بذرمال با مولیبدات سدیم یا مولیبدات آمونیوم به میزان بسیار کم، روشی کم‌هزینه و بسیار مؤثر برای افزایش کارایی تثبیت زیستی نیتروژن محسوب می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که پاسخ اقتصادی مولیبدن در خاک‌های آهکی و فقیر از این عنصر بسیار مطلوب است (گوپتا، ۱۹۹۷).

توصیه‌های ترویجی

در شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک شمال‌غرب ایران، موفقیت کشت انتظاری نخود دیم به میزان زیادی به مدیریت صحیح تغذیه و استفاده بهینه از رطوبت ذخیره‌شده زمستانه بستگی دارد. از آنجا که هزینه کودهای شیمیایی در سال‌های اخیر افزایش یافته و کارایی مصرف برخی عناصر غذایی در خاک‌های آهکی منطقه پایین است، استفاده از نهاده‌های زیستی نظیر باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و قارچ‌های میکوریزای آربوسکولار در کنار مصرف هدفمند کودهای شیمیایی، یکی از اقتصادی‌ترین راهکارهای افزایش عملکرد و سودآوری تولید محسوب می‌شود (خاوازی و همکاران، ۱۳۸۹). مطالعات انجام‌شده توسط مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور و مؤسسه تحقیقات خاک و آب نشان داده‌اند که تلفیق کودهای زیستی با مدیریت متعادل عناصر غذایی می‌تواند علاوه بر افزایش عملکرد نخود، بهره‌وری مصرف آب و کود را نیز بهبود بخشد (مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۳۹۹).

انجام آزمون خاک قبل از کاشت: نخستین گام در مدیریت اقتصادی تغذیه، شناخت وضعیت حاصلخیزی خاک از طریق آزمون خاک است. در اغلب اراضی دیم شمال‌غرب کشور، کمبود فسفر، ماده آلی، روی و گاهی آهن مشاهده می‌شود، در حالی که بسیاری از این خاک‌ها از نظر پتاسیم در سطح نسبتاً مطلوبی قرار دارند. توصیه کودی مبتنی بر آزمون خاک موجب جلوگیری از مصرف غیرضروری کودها و افزایش بازده اقتصادی مزرعه می‌شود (مجیدی و خلیل‌زاده، ۱۴۰۱).

تلقیح بذر با مزوریزوبیوم سیسری: استفاده از مایه تلقیح ریزوبیومی یکی از کم‌هزینه‌ترین و مؤثرترین روش‌های تأمین نیتروژن در نخود دیم است. این باکتری‌ها از طریق تشکیل گره‌های ریشه‌ای، نیتروژن هوا را تثبیت کرده و در اختیار گیاه قرار می‌دهند (خاوازی و همکاران، ۱۳۸۹). در شرایط دیم، تلقیح بذر به‌ویژه در مزارعی که سابقه طولانی کشت نخود ندارند، موجب افزایش تعداد گره‌های فعال، رشد رویشی و عملکرد دانه می‌شود. بذرها در روز کاشت و قبل از کاشت با مایه تلقیح ریزوبیومی آغشته شده و در سایه خشک می‌شوند سپس کشت می‌گردند.

استفاده از مایه تلقیح قارچ‌های میکوریزا: یکی از مهم‌ترین فناوری‌های نوین در مدیریت تغذیه نخود دیم، استفاده از قارچ‌های میکوریزای آربوسکولار است. در شرایط دیم که رطوبت خاک محدود است، میکوریزا می‌تواند دسترسی گیاه به آب و عناصر غذایی را افزایش داده و تحمل گیاه به تنش خشکی را بهبود بخشد(خاوازی و همکاران، ۱۳۹۰). پژوهش‌های انجام‌شده در مناطق دیم کشور نشان داده‌اند که تلقیح میکوریزا موجب افزایش جذب فسفر، تعداد غلاف و عملکرد دانه نخود شده است (نوروزی و همکاران، ۱۳۹۳). از نظر اقتصادی، استفاده از مایه تلقیح میکوریزا به‌ویژه در خاک‌های دارای فسفر کم و ماده آلی پایین، موجب افزایش کارایی مصرف کود فسفاته و کاهش نیاز به مصرف مقادیر زیاد کود می‌شود. همزمان با کاشت مایه تلقیح در شیار کاشت و در مجاورت بذر قرار داد می‌شوند و یا با فرآورده‌های تجاری دارای قارچ میکوریزا، بذرمال می‌شوند.

مصرف هدفمند فسفر بر اساس آزمون خاک: فسفر مهم‌ترین عنصر محدودکننده عملکرد نخود در خاک‌های آهکی شمال‌غرب ایران است. این عنصر در توسعه ریشه، تشکیل گره‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و افزایش تحمل گیاه به تنش خشکی نقش اساسی دارد. مطالعات داخلی نشان داده‌اند که بیشترین کارایی فسفر زمانی حاصل می‌شود که کود فسفاته به صورت نواری و همزمان با کاشت مصرف شود (حسینی و همکاران، ۱۳۹۴). در مزارعی که از مایه تلقیح میکوریزا استفاده می‌شود، معمولاً کارایی جذب فسفر افزایش یافته و بخشی از نیاز کودی گیاه از طریق افزایش بهره‌وری فسفر خاک تأمین می‌شود (نوروزی و همکاران، ۱۳۹۳). وجود میکوریزا در خاک می‌تواند جذب روی را نیز افزایش دهد و از این طریق بخشی از کمبودهای تغذیه‌ای را جبران کند (خاوازی و همکاران، ۱۳۹۰). تلقیح بذور همزمان با کاشت موثرترین روش برای مصرف مایه تلقیح میکوریزا است.

استفاده از بقایای گیاهی و کود دامی پوسیده: افزایش ماده آلی خاک یکی از ارکان اصلی تغذیه پایدار در اراضی دیم است. بقایای گیاهی و کود دامی پوسیده علاوه بر تأمین بخشی از عناصر غذایی، شرایط مناسبی برای فعالیت ریزوبیوم‌ها و قارچ‌های میکوریزا فراهم می‌کنند (جعفری و همکاران، ۱۳۹۵). تحقیقات انجام‌شده در اراضی دیم آذربایجان غربی نشان داده است که تلفیق کود دامی و کودهای زیستی موجب افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک و بهبود جذب فسفر می‌شود زمان مصرف آن، تابستان یا پاییز قبل از کشت است.

برگپاشی آهن ، منگنز ، روی و مولیبدن بر اساس تشخیص کمبود: در بسیاری از مزارع، مصرف خاکی آهن و منگنز توجیه اقتصادی ندارد. توصیه می‌شود برگپاشی این عناصر تنها در صورت مشاهده علائم کمبود یا تأیید تجزیه گیاهی انجام شود (مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۳۹۹). وجود همزیستی میکوریزایی معمولاً جذب عناصر کم‌مصرف شامل روی، آهن و منگنز را

بهبود می‌بخشد و در برخی شرایط نیاز به مصرف این عناصر را کاهش می‌دهد (خاوازی و همکاران، ۱۳۹۰). زمان مصرف برگپاشی، مرحله ۶ تا ۸ برگی و قبل از گلدهی است.

اجتناب از مصرف بیش از حد نیتروژن و پتاسیم: مصرف بیش از حد نیتروژن باعث کاهش فعالیت ریزوبیوم‌ها و تثبیت زیستی نیتروژن می‌شود و از نظر اقتصادی نیز توجیهی ندارد (خاوازی و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین در بسیاری از خاک‌های شمال‌غرب کشور، سطح پتاسیم قابل جذب مناسب است و مصرف بی‌رویه آن معمولاً افزایش عملکرد محسوسی ایجاد نمی‌کند.

فهرست منابع

۱ - حسینی، س.م.، رستمی، ن. و احمدی، ع. (۱۳۹۴). اثر سطوح مختلف فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم در شرایط شمال‌غرب ایران، مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۳ (۲)، ۸۵–۹۶.

۲ - خاوازی، ک.، ملکوتی، م.ج. و نوروزی، م. (۱۳۸۹). کاربرد کودهای زیستی در کشاورزی پایدار. تهران: انتشارات آموزش کشاورزی.

۳ - صادقی، س. و هاشمی، م. (۱۴۰۰). عملکرد نخود در سیستم‌های کشت مورد انتظار: دیدگاه‌های فیزیولوژیک و زراعی. مجله تولید گیاهی ایران، ۳۱(۱)، ۹۹–۱۱۳.

۴ - کاظمی، ف.، نادری، ا. و نوری، س. (۱۳۹۹). تأثیر فسفر و زمان کاشت بر رشد و عملکرد نخود دیم. نشریه علوم زراعت ایران، ۵۱(۳)، ۳۲۷–۳۳۹.

۵ - مؤسسه تحقیقات خاک و آب .(۱۳۹۹). دستورالعمل توصیه کودی محصولات زراعی بر اساس آزمون خاک. کرج: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

6 - Broadley, M., Brown, P., Cakmak, I., Rengel, Z. and Zhao, F. (2012). Function of nutrients: micronutrients. In Marschner, P. (ed.) Marschner’s Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd ed. London: Academic Press, pp. 191–248.

7 - FAO. (2019). Integrated Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

8 - Gupta, U.C. (1997). Molybdenum in Agriculture. Cambridge: Cambridge University Press.

9 - Khaitov, B., Karimov, A. and Narimov, R. (2019). Nitrogen fixation and soil fertility improvement in chickpea-wheat rotation under rainfed systems. Agronomy Journal, 111(4), pp. 1775–1786.

10 - Malhotra, R.S. (2017). Nutrient Management in Chickpea under Climate Change. FAO Regional Workshop on Pulses.

11 - Richardson, A.E., Barea, J.M., McNeill, A.M. and Prigent-Combaret, C. (2009). Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms, Plant and Soil, 321(1–2), pp. 305–339.

12 - Vyas, P., Sharma, N. and Patel, J. (2022). Phosphorus nutrition and nodulation response in chickpea under dry land farming, Journal of Legume Science, 10(4), e164.

13 - Zörb, C., Senbayram, M. and Peiter, E. (2014). Potassium in plant starvation and stress tolerance. Journal of Plant Physiology, 172(9), pp. 853-860.