



راهکارهای بهبود مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه بهینه گیاه در زراعت حبوبات دیم

عزیز مجیدی^{۱*} و غلامرضا خلیل‌زاده^۲

^{۱*} دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
a.majidi@areeo.ac.ir
^۲ استادیار بخش تحقیقات اصلاح بذر و نهال، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

چکیده

یکی از مهم‌ترین دلایل عملکردهای پائین حبوبات دیم در واحد سطح، کشت آنها در خاک‌های با حاصلخیزی کم، مصرف ناکافی یا غیرمتعادل عناصر غذایی است. به علت پائین بودن سطح حاصلخیزی خاک، مدیریت صحیح تغذیه گیاه نقشی حیاتی در بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و توان تولیدی آن دارد. در این مقاله، اهمیت و ضرورت مدیریت تلفیقی تغذیه در تولید بهینه حبوبات دیم شرح داده شده است. استفاده از این فن‌آوری موجب حفظ و ارتقاء حاصلخیزی خاک برای تولید پایدار محصول حبوبات دیم در بلندمدت است. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهند که استفاده توأم از منابع شیمیایی، آلی و زیستی عناصر غذایی در مقایسه با مصرف کود شیمیایی، تأثیر بیشتری در افزایش عملکرد حبوبات دیم دارد. مصرف کود دامی غنی‌شده با منابع شیمیایی عناصر غذایی منجر به دسترسی بیشتر ریشه به عناصر غذایی شده و کارایی جذب عناصر توسط ریشه افزایش می‌یابد. از طرفی این کودها در کشت‌های بعدی نیز دارای اثرات باقیمانده مثبت بر عملکرد و کیفیت محصول است. نتایج بررسی‌های اقتصادی نشان داده است که نسبت فایده به هزینه مصرف کودها در مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی در زراعت حبوبات دیم با استفاده از کود دامی غنی‌شده با کودهای شیمیایی و زیستی از مصرف کودهای شیمیایی به‌تنهایی مقرون به‌صرفه‌تر بوده است. بنابراین تحت شرایط خاک‌های آهکی مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، استفاده از فن‌آوری مدیریت تغذیه تلفیقی با استفاده توأم از کودهای دامی غنی‌شده با کود شیمیایی و زیستی بر مبنای سطح حاصلخیزی خاک برای دستیابی به عملکردهای بهینه و کاهش هزینه‌های تولید حبوبات در شرایط دیم توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: کودآلی، کود زیستی، کود شیمیایی، کشاورزی پایدار، مدیریت تغذیه تلفیقی حبوبات

بیان مسئله

تولید حبوبات در سرتاسر جهان در حال افزایش است. این محصولات به عنوان یک منبع ارزان تأمین کننده پروتئین گیاهی اهمیت ویژه‌ای دارند. با افزایش جمعیت کره زمین، نیاز به تولید حبوبات بیشتری برای تأمین مقدار کافی پروتئین جامعه وجود دارد. حبوبات به طور سنتی تحت شرایط دیم در اراضی کم بازده و در تناوب با غلات دیم کشت می‌گردند. اگرچه این محصولات از نظر کیفیت مواد غذایی تولیدی بسیار غنی هستند ولی، آنها اگر در خاک‌هایی با سطح حاصلخیزی ضعیف کشت گردند، استفاده توأم از کودهای آلی و کودهای شیمیایی، اهمیت زیادی برای ارتقاء سطح حاصلخیزی، بهبود شرایط فیزیکی و فعالیت‌های زیستی خاک دارد. بنابراین، مدیریت حاصلخیزی خاک مبتنی بر نوآوری‌های فناورانه، بهبود تولید را در نتیجه استفاده مؤثر از عناصر غذایی و افزایش کارایی مصرف آنها موجب شده و توان تولید محصول در واحد سطح بهبود می‌یابد.

مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه به چه مفهومی است؟

مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی مبتنی بر مصرف هم‌زمان و متعادل کودهای آلی، شیمیایی و زیستی است که متناسب با نیازهای ویژه گیاه مورد کشت و به منظور تصحیح وضعیت حاصلخیزی خاک برای تولید بهینه و پایدار آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی از دیرباز مورد استفاده کشاورزان قرار گرفته است اما، اهمیت آن تا قبل از انقلاب سبز به خوبی درک نشده بود. یکی از دلایل بسیار مهم آن، نیاز اندک کشاورزی معیشتی آن دوره به مصرف عناصر غذایی بود. در این روش، از تمامی منابع اصلی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به صورت تلفیقی استفاده می‌شود تا علاوه بر تولید عملکرد بهینه هیچ گونه تأثیر زیان‌آوری روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و زیستی خاک نداشته باشد. بنابراین، مفهوم بنیادی آن دربرگیرنده اصول مدیریت تلفیقی، حفظ و ارتقاء سطح حاصلخیزی خاک برای تولید پایدار محصول در طولانی مدت است. رهاسازی پیوسته و آهسته عناصر غذایی از سطوح ذرات کلوئیدی آلی و معدنی خاک، قابلیت استفاده عناصر غذایی را برای گیاه افزایش داده و در نتیجه با افزایش جذب متعادل عناصر از خاک توسط گیاه، تولید مواد فتوسنتزی افزایش و انتقال مواد حاصل از فتوسنتز بیشتر از منبع به مخزن ارتقاء یافته و در نهایت عملکرد محصول چه از نظر کمی و چه از نظر کیفی، افزایش می‌یابد. (Singh et al., 2021)

معرفی دستاورد یا راهکار

مصرف توأم کودهای شیمیایی و دامی بر تولید حبوبات چه تأثیری دارند؟

نتایج بررسی‌ها نشان داده است که در دسترس بودن نسبت متعادلی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه برای تولید عملکرد بهینه حبوبات مورد نیاز است. در یک مطالعه مشخص شد که عملکرد دانه سویا با افزایش مقادیر پتاسیم از ۲۵ به ۷۵ کیلوگرم در هکتار توأم با افزایش مصرف نیتروژن از ۲۵ به ۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافته و عرضه متعادل کودهای نیتروژنی نه تنها غده بندی را تحت تأثیر قرار نداد بلکه، عملکرد محصول و الگوی مصرف عناصر غذایی را نیز بهبود بخشید. همچنین محققین دریافتند که افزایش سطوح فسفر از صفر تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار، اجزای عملکرد، عملکرد دانه و عملکرد زیستی ماش را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد. فسفر دومین عنصر غذایی حیاتی برای رشد گیاه است، اما در حبوبات نقش مهم

فیزیولوژیکی آن در تکثیر و ازدیاد ریشه است و به موجب آن جذب هوائی نیتروژن از طریق غده‌ها را بهبود می‌دهد. مصرف نیتروژن بعنوان کود پایه اولیه و فسفر در زمان کشت می‌توانند به‌طور قابل توجهی جذب پتاسیم، منیزیم، کلسیم و گوگرد را افزایش داده و از این طریق عملکرد محصول افزایش خواهد یافت. در تحقیقی در زمینه ارزیابی اثرات منفی خشکی بر نخود دیم، مشخص شد که مصرف کود حیوانی وضعیت رطوبتی خاک را در کنار افزایش قابلیت استفاده عناصر غذایی، بهبود بخشید. اراضی دیم معمولاً از نظر مواد آلی مواجه با کمبود هستند. کمبود مواد آلی در این خاک‌ها ناشی از تجزیه سریع و افزایش کمتر بقایای محصول است. در چنین اراضی افزودن کودهای معدنی و یا آلی به خاک برای افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و ارتقاء سطح حاصلخیزی ضروری است. نقش مهم کود حیوانی در بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک به‌ویژه از نظر ظرفیت ذخیره رطوبتی و اثرات مفید آن روی عملکرد چندین محصول به اثبات رسیده و مشخص شده است که کاربرد کود دامی به همراه کودهای شیمیایی عملکرد نخود را بهبود می‌بخشد. (Dotaniya et al., 2022)

تأثیر مصرف کود دامی، کود شیمیایی و کود دامی غنی‌شده بر روی وضعیت حاصلخیزی خاک و جذب عناصر در حبوبات چیست؟

نتایج مطالعات به انجام رسیده، به اثبات رسانده است که مصرف کودهای شیمیایی و زیستی به همراه کود حیوانی و رعایت تناوب زراعی، جذب و قابلیت استفاده عناصر غذایی و به‌ویژه عناصر ریزمغذی را افزایش می‌دهد. همچنین مشخص شده که برداشت فسفر از خاک توسط گیاه با افزایش مقدار نیتروژن قابل جذب خاک تحت تأثیر قرار می‌گیرد ولی، مقدار پتاسیم خاک تغییری نکرده است. افزایش قابل‌ملاحظه‌ای در قابلیت استفاده نیتروژن در خاک می‌تواند با مصرف کود دامی اتفاق افتاد. در یک مطالعه در زمینه تأثیر مدیریت تلفیقی تغذیه در شرایط دیم مشخص شد که مصرف کودهای شیمیایی توصیه‌شده به همراه کود دامی موجب افزایش عملکرد و سود خالص تولید محصول شد. (Venkatesh et al., 2017)

اصطلاح کود دامی غنی‌شده دلالت بر کود دامی به‌خوبی تجزیه‌شده‌ای دارد که با مقادیر توصیه‌شده کود فسفره تحت شرایط بی‌هوازی فرآوری شده باشد. مصرف کود دامی غنی‌شده قابلیت استفاده فسفر را در خاک افزایش می‌دهد و منجر به افزایش حلالیت جزء فسفر غیرمحلول گردیده و رسوب فسفر را در خاک کاهش می‌دهد. تأثیر مصرف تلفیقی کود دامی غنی‌شده با کودهای شیمیایی و زیستی اثرات مثبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد حبوبات دارد. نتایج تحقیقات نشان داده است که مصرف توأم کودهای شیمیایی و کود حیوانی غنی‌شده (۷۵۰ کیلوگرم در هکتار) با کود زیستی آزوسپرلوم، بالاترین عملکرد را در نخود سیاه موجب شد. رهاسازی پیوسته و آهسته عناصر غذایی ناشی از مصرف توأم کودهای شیمیایی و کود دامی غنی‌شده منجر به افزایش عملکرد شده و سیستم ریشه گیاه تقویت می‌گردد و از این طریق منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود. (Elayaraja and Kamalakannan, 2019)

مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی موجب بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک شده، جذب عناصر غذایی را در حبوبات افزایش داده و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است.

مخلوط کردن کودهای شیمیایی با کود حیوانی به خوبی تجزیه شده در فرایند تهیه کود حیوانی غنی شده، منجر به قابلیت استفاده پایدار عناصر غذایی مصرفی برای محصول شده و بنابراین، عکس العمل مثبت بالاتری را نسبت به عناصر غذایی مصرفی موجب می شود. نتایج مطالعات به اثبات رسانده که قابلیت استفاده فسفر در خاک با مصرف کود حیوانی غنی شده با فسفر در مقایسه با منابع شیمیایی این عنصر به طور قابل توجهی افزایش می یابد. بالاترین جذب عناصر غذایی از کرت هایی به دست آمد که در آنها کود دامی غنی شده با ۲۰ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار به دست آمد. (Piash et al., 2022) چنین استنباط می شود که مصرف تلفیقی کود دامی غنی شده و کودهای شیمیایی، جذب عناصر غذایی را در نتیجه رهاسازی این عناصر ناشی از اثر کلاته کنندگی اسیدهایی که در طی تجزیه مواد آلی تولید می شوند، افزایش خواهد داد و باید در مدیریت تغذیه حبوبات دیم مدنظر قرار گیرد. نتایج بررسی های اقتصادی نشان داده است که نسبت فایده به هزینه مصرف ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و ۲۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به عنوان کود دامی غنی شده با آزوسپیریلیوم برابر ۱/۷۹ بود. در مقابل این نسبت برای همان سطوح عناصر غذایی که به صورت مخلوط با کود حیوانی مصرف شد، برابر ۱/۱۵ برآورد گردید. نسبت فایده به هزینه در شرایطی که فقط کود حیوانی مصرف شده بود معادل ۱/۰۳ بدست آمد (شکل ۱). در این تحقیق مشخص شد که هزینه مربوط به انتقال و مصرف کود حیوانی بالا بوده در حالی که، استفاده از کود حیوانی غنی شده به عنوان حاملی برای کود شیمیایی در کشت نخود دیم از نظر نسبت فایده به هزینه و از نظر اقتصادی کاملاً توجیه پذیر بود. (Veerabadran and Rajendran, 1993) بر مبنای نتایج تحقیق اخیر، می توان چنین استنباط نمود که بالاترین نسبت فایده - هزینه مصرف کود در زراعت نخود دیم با مدیریت تلفیقی عناصر غذایی دربرگیرنده کود دامی غنی شده با فسفر، کودهای شیمیایی و کود زیستی حاصل می شود.



شکل ۱- نسبت فایده به هزینه مدیریت های مختلف کودی در زراعت نخود در شرایط دیم

ارزیابی وضعیت حاصلخیزی خاک از نظر قابلیت جذب عناصر ریزمغذی در زراعت حبوبات یک ضرورت است.

سیستم های متراکم کشت به واسطه استفاده از فناوری پیشرفته و به کارگیری کودهای شیمیایی با درجه خلوص بالا، خاک های زراعی را مستعد کمبود یک یا چند عنصر ریزمغذی نموده است. حبوبات، به خوبی به مصرف عناصر ریزمغذی مانند روی (Zn)، بور (B)، مولیبدن (Mo) و آهن (Fe) عکس العمل مثبت نشان می دهند. هر کدام یا همه عناصر ریزمغذی، یک نقش فیزیولوژیکی

مشخصی در رشد، عملکرد دانه و کیفیت محصول (مقدار پروتئین) در حبوبات ایفا می‌کنند. تأثیر مصرف توأم عناصر ریزمغذی و عناصر پرمصرف بر رشد و عملکرد حبوبات به اثبات رسیده است. مقدار پروتئین و عملکرد نخود دیم می‌تواند با مصرف عناصر ریزمغذی، افزایش یابد. آهن تأثیر مثبتی بر عملکرد دانه نخود دارد. همچنین مصرف توأم بور و مولیبدن، نیز عملکرد دانه نخود را افزایش می‌دهد. همچنین با مصرف عناصری مانند روی، بور، آهن و مولیبدن تأثیر مثبتی در بهبود عملکرد دانه و کیفیت محصول سویا مشاهده شده است. (Dhaliwal et al., 2022) نتایج بررسی‌ها نشان داده است که مصرف توأم و متعادل عناصر ریزمغذی و عناصر پرمصرف، متناسب با وضعیت حاصلخیزی خاک، تأثیر مثبتی بر رشد حبوبات دیم خواهد داشت. Meena و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که مصرف عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر مبنای آزمون خاک به همراه ترکیبی از عناصر ریزمغذی، نسبت به مصرف این عناصر پرمصرف بر مبنای آزمون خاک و بدون استفاده از عناصر ریزمغذی، عملکردهای بالاتری را در زراعت نخود در شرایط دیم به دنبال داشته است.

توصیه ترویجی

مرور تحقیقات به انجام رسیده مطابق آنچه در این مقاله ذکر شد، نشان می‌دهد که نوآوری‌های فناورانه مدیریت حاصلخیزی خاک شامل استفاده تلفیقی از کودهای آلی، شیمیایی (عناصر پرمصرف و ریزمغذی) و زیستی می‌توانند بهره‌وری تولید حبوبات را در شرایط دیم افزایش داده و در نتیجه بر شکاف میزان تولید و نیاز جامعه با افزایش در دسترس بودن این محصولات مهم زراعی غلبه نمود. بنابراین، پیشنهاد می‌نماید مصرف کودهای دامی غنی‌شده متناسب با وضعیت حاصلخیزی خاک که از طریق آزمون خاک انجام می‌شود، می‌تواند به‌طور مؤثری موجب بهبود عملکردهای کمی و کیفی حبوبات دیم شده و ضرورت دارد زارعین محترم در برنامه‌های مدیریتی تولید این محصولات مدنظر قرار دهند.

فهرست منابع

- 1- Banerjee P, and Nath R .2022. Prospects of molybdenum fertilization in grain legumes-A review. Journal of Plant Nutrition, 45(9): 1425-1440.
- 2- Dhaliwal SS, Sharma V, Shukla AK, Kaur J, Verma V, Kaur M, Singh P, Brestic M, Gaber A, and Hossain A .2022. Interactive effects of molybdenum, zinc and iron on the grain yield, quality, and nodulation of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) walp.) in north-Western India. Molecules, 27(11):3622.
- 3- Dotaniya CK, Lakaria BL, Sharma Y, Meena BP, Aher SB, Shirale AO, Gurav Pandurang P, Dotaniya ML, Biswas AK, Patra AK, and Yadav SR .2022. Performance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in maize-chickpea sequence under various integrated nutrient modules in a Vertisol of Central India, Plos one. 17(2): p.e0262652.
- 4- Elayaraja D, and Kamalakannan P .2019. Effect of fortified organic manures on growth and yield of crops and soil properties in coastal salt affected soils. Novel Advances in Agricultural and Veterinary Sciences. p.66.

- 5- Harisudan C, Latha KR, Subbian P, Vaidyanathan R, and Manivannan V .2009. Nutrient management for rainfed pulses—A review. *Agricultural reviews*, 30(3): 224-228.
- 6- Meena BP, Biswas AK, Singh M, Chaudhary RS, Singh AB, Das H, and Patra AK .2019. Long-term sustaining crop productivity and soil health in maize–chickpea system through integrated nutrient management practices in Vertisols of central India. *Field crops research*, 232: 62-76.
- 7- Piash MI, Iwabuchi K, and Itoh T .2022. Synthesizing biochar-based fertilizer with sustained phosphorus and potassium release: Co-pyrolysis of nutrient-rich chicken manure and Ca-bentonite. *Science of The Total Environment*, 822: p.153509.
- 8- Tripathi AK, Kushwaha HS, Singh D, and Praharaj CS .2019. Nutrient management in pigeonpea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] Cereal intercropping system under rainfed environment of Bundelkhand region of India. *Journal of Food Legumes*, 32(3):161-169.
- 9- Singh J, Bhatt R, Dhillon BS, Al-Huqail AA, Alfagham A, Siddiqui MH, Ali HM, Khan F, and Kumar R .2022. Integrated use of phosphorus, farmyard manure and bio fertilizer improves the yield and phosphorus uptake of black gram in silt loam soil. *Plos one*, 17(4):0266753.
- 10- Veerabadran V, and Rajendran P .1993. Integrated nutrient Management for rainfed sorghum in red soils of North Western Zone of Tamil Nadu. *Madras Agricultural Journal*, 80 (5): 255-258.
- 11- Venkatesh MS, Hazra KK, Ghosh PK, Khuswah BL, Ganeshamurthy AN, Ali M, Singh J, and Mathur RS .2017. Long–term effect of crop rotation and nutrient management on soil–plant nutrient cycling and nutrient budgeting in Indo–Gangetic plains of India. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 63(14):2007-2022.