19th Iranian Soil Science Congress
2-4 December, 2025

نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۱ تا ۱۳ آذرماه ۱۴۰۴

مدیریت جامع‌نگر و هوشمند خاک و آب
Holistic and Smart Soil and Water Management
دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

بررسی وضعیت تغذیه ای مزارع لوبیا چیتی در استان فارس با استفاده از روش تشخیص چندگانه

سیدماشااله حسینی[1*]، محمد سعید تدین[2]

۱- عضو هیئت علمی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی (**AREEO**)، شیراز، ایران* پست الکترونیکی **mhoseini20@yahoo.ca**

۲- عضو هیئت علمی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی (**AREEO**)، شیراز، ایران

چکیده

ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای و تشخیص نیازهای غذایی مزارع لوبیای (*Phaseolus vulgaris*) استان فارس به منظور استفاده از نتایج آن در تفسیر و توصیه کودی از اولویت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. این مطالعه با هدف ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای، خاکی و عملکردی مزارع لوبیا در استان فارس و شناسایی عوامل محدودکننده تولید، با استفاده از روش تشخیص چندگانه (CND) انجام شد. نتایج نشان داد میانگین عملکرد دانه لوبیا ۲۴۲۲ کیلوگرم در هکتار با دامنه وسیعی از ۱۰۰۰ تا ۴۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (انحراف معیار: ۷۲۰/۴۵) است که نشان‌دهنده ناهمگونی قابل توجه در مدیریت مزارع است. کمبود عناصر غذایی خاکی به‌عنوان عامل اصلی محدودیت عملکرد شناسایی شد. کمبود فسفر (P) در ۹۵/۱۸ درصد مزارع لوبیا، شایع‌ترین مشکل تغذیه‌ای بود که به‌ویژه در خاک‌های قلیایی با تثبیت بالا رخ می‌دهد. کمبود روی (Zn) با ۷۹/۵۲ درصد مزارع لوبیا در رتبه بعدی قرار داشت. پتاسیم (K) و منگنز (Mn) نیز به ترتیب با ۷/۲۳ درصد و ۱۲/۰۵ درصد مزارع لوبیا، از دیگر چالش‌ها بودند. در مجموع، این مطالعه نشان می‌دهد که کمبود فسفر و روی همراه با عدم تعادل عناصر غذایی، چالش‌های اصلی محدودکننده عملکرد لوبیا در استان فارس هستند.

واژگان کلیدی: تغذیه بهینه، نرم عناصر غذایی، تشخیص چندگانه

مقدمه

براساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد در سال ۲۰۲۲، تولید جهانی لوبیا به حدود ۲۸ میلیون تُن رسید که کشورهای هند (۲۵ درصد)، برزیل (۱۵ درصد)، میانمار (۱۰ درصد)، و چین (۸ درصد) سهم عمده‌ای در آن داشتند (Bhat et al., 2022). لوبیا به‌عنوان یک منبع پروتئین گیاهی، نقش حیاتی در امنیت غذایی کشورهای در حال توسعه ایفا می‌کند و رشد سالانه تولید آن حدود ۱/۵ درصد برآورد شده است. در ایران، طبق آمار وزارت جهاد کشاورزی (۱۴۰۲)، تولید لوبیا حدود ۲۵۰ هزار تُندر سال است که استان‌های لرستان، کرمانشاه، همدان، و فارس به‌عنوان قطب‌های اصلی شناخته می‌شوند. لوبیا چیتی و سفید بیشترین سطح زیر کشت را دارند، اما چالش‌هایی مانند کاهش منابع آبی (۳۰ درصد کاهش در دو دهه اخیر) و تغییرات اقلیمی، رشد پایدار این محصول را محدود کرده است. استان فارس با تولید سالانه حدود ۴۰ هزار تُن (۱۵-۲۰ درصد از کل تولید ایران)، یکی از مناطق مهم کشت لوبیا محسوب می‌شود.

تغذیه متعادل لوبیا پیامدهای مثبتی مانند افزایش عملکرد، افزایش مقاومت گیاه در برابر آفات، بیماری-ها و تنش-های محیطی و غنی‌سازی محصول دارد. روش-های متفاوتی مانند تفسیر و آنالیز نتایج تجزیه بافت گیاهی و آزمون خاک برای شناخت وضعیت تغذیه‌ای گیاهان زراعی استفاده می‌گردد (Hallmark et al., 1991) .

از روش‌ای رایج برای تفسیر نتایج تجزیه گیاه، روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی (CND) می‌باشد. روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی در مقایسه با سایر روش‌ها به علت در نظر گرفتن ترکیب عناصر، روش بهتری بشمار می‌آید (Parent and Dafir, 1992). با توجه به اینکه در زمینه شناخت وضعیت تغذیه‌ای لوبیا در استان فارس با استفاده از روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی مطالعاتی صورت نگرفته است، این مطالعه در مزارع لوبیای استان فارس به مدت سه سال اجراء گردید.

مواد و روش‌ها

در سال ۱۴۰۰ باتوجه به سطح زیرکشت مناطق مختلف لوبیاکاری استان فارس، تعداد ۱۰۰ مزرعه لوبیا چیتی در مناطق عمده تولید لوبیا شامل شهرستان‌های سپیدان، آباده و اقلید در استان فارس انتخاب شد. مزارع به گونه‌ای انتخاب گردید که دارای عملکردهای متفاوت بوده، یعنی شامل مزارع با عملکرد مطلوب، عملکرد متوسط و عملکرد پایین باشند، اما محدودیت-های غالب منطقه را نیز داشته باشند و همگی از یک رقم مشخص (رقم خمین) بودند. قبل از کشت از هر مزرعه یک نمونه خاک مرکب از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری برداشت گردید. نمونه‌های برگ از تعداد ۳۰ بوته لوبیا در هر مزرعه در مرحله گلدهی بطور تصادفی و پراکنده انتخاب شدند. نمونه‌ها از برگ‌های جوان و کاملاً بالغ ۱/۳ بالایی هر بوته لوبیا (BBCH 18-16 یعنی ظهور ششمین تا هشتمین برگ‌های مرکب) برداشت شد. نمونه خاک و برگ به روش رایج (براساس دستورالعمل موسسه تحقیقات خاک و آب) تجزیه شد و داده‌های حاصل از تجزیه آزمایشگاهی برای تفسیر وضعیت تغذیه‌ای مورد استفاده گرفت. ویژگی‌های خاک شامل مقدار عناصر غذایی کم مصرف مانند آهن، روی، مس و منگنز و پر مصرف از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم، درصد ماده آلی، بافت خاک، واکنش (اسیدیته) گل اشباع خاک و قابلیت هدایت الکتریکی در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تعیین گردید. عملکرد و اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه در مزارعی که از آنها نمونه برگ تهیه شده بود، اندازه‌گیری شد. در سال دوم و سوم نیز مجدداً نمونه خاک و گیاه تهیه و عملکرد مزارع مورد نظر اندازه‌گیری شد. محاسبات آماری و تعیین نرم و رسم نمودار و همچنین تعیین و تفکیک اثر هریک از شاخص-ها با روش تشخیص چند گانه عناصر غذایی (CND) که بیان کننده رابطه غلظت عناصر با عملکرد می‌باشد، در نرم افزار اکسل انجام شد. با استفاده از مشتق دوم تابع تجمعی جامعه آماری مزارع مورد مطالعه به دو گروه با عملکرد بالا و پایین تقسیم گردید و سپس عملکرد مطلوب را برای هر یک از عناصر غذایی در این جامعه آماری تعیین نموده و سپس غلظت عناصر غذایی برای عملکرد مطلوب که در مرحله قبل تعیین شده بدست آمد. در نتیجه نرم¬های مطلوب عناصر غذایی برای رقم و منطقه مشخص شد.

نتایج و بحث

با توجه به اینکه غلظت عناصر در جامعه‌ی با عملکرد زیاد به عنوان اعداد مرجع و حد بهینه عناصر غذایی قرار می‌گیرند (Khiari et al., 2001)، در نتیجه با در نظر گرفتن میانگین گروه عملکرد بالا در هکتار مقدارهای V^*_N،V^*_P، V^*_K،V^*_{Mn}، V^*_{Zn}، V^*_{Fe}، V^*_{Cu}، V^*_{Rd} بعنوان اعداد مرجع معرفی می‌گردند (جدول ۲). براین اساس، غلظت‌های بهینه عناصر مذکور نیز در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول - اعداد مرجع برای عناصر غذایی مربوط به میانگین گروه عملکرد بالای مزارع لوبیا به روش تشخیص چندگانه

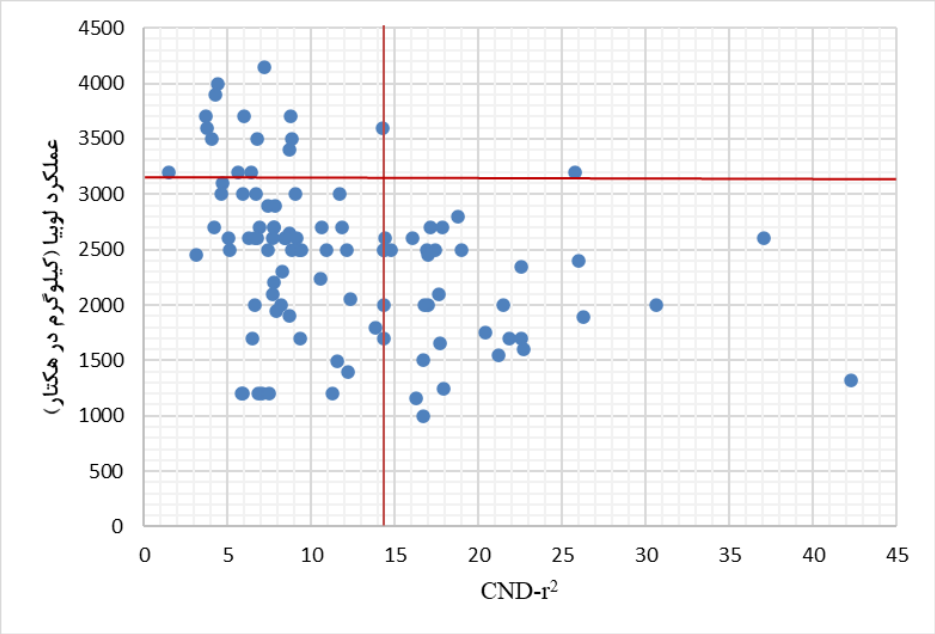
عنصر غذایی	عدد مرجع عنصر غذایی (درصد)	انحراف استاندارد	میانگین V_x (گروه عملکرد بالا) (n=16)	عدد مرجع (V_x)
N	۲/۸۲	۰/۱۱۹۵	۲/۹۲۲	V^*_N
P	۰/۲۹	۰/۱۹۷۷	۰/۶۵۰۸	V^*_P
K	۲/۶۲	۰/۱۷۰۵	۲/۸۳۳	V^*_K
	$mg.kg^{-1}$			
Zn	۲۴/۳۱	۰/۱۶۹۴	-۴/۱۴۶	V^*_{Zn}
Fe	۳۶۶/۱۳	۰/۴۴۲۶	-۱/۵۱۵	V^*_{Fe}
Cu	۹/۷۵	۰/۲۵۴	-۵/۰۸۷	V^*_{Cu}
Mn	۱۸/۹۵	۰/۱۵۰۲	-۲/۰۹۴	V^*_{Mn}
		۰/۱۱۴۲	۶/۴۳۶۰	V^*_{Rd}

شکل ۱ نشان می‌دهد برای عملکردهای ۳۱۲۴/۳۳ کیلوگرم در هکتار و بالاتر مزارع لوبیا، مقادیر $\Sigma I^2x= CNDr^2$ می‌بایستی کمتر از ۱۴/۳۳ و به طرف صفر گرایش پیدا کند و برای عملکرد کمتر از ۳۱۲۴/۳۳ کیلوگرم در هکتار، به طرف بیشتر از ۱۴/۳۳ تمایل خواهد داشت. دامنه‌های بحرانی ارائه شده در جدول ۹ را می‌توان به عنوان یک «دامنه‌ی کفایت» برای شاخص-های عناصر غذایی در نظر گرفت که اعداد خارج از این دامنه بیانگر وضعیت بحرانی و داخل دامنه نشانه‌ی وضعیت خوب و بسنده است. تعداد بالای نقاط در ربع سوم (خطای نوع اول) (مقدار $CND-r^2$ کمتر از ۱۴/۳۳ و عملکرد کمتر از ۳۱۲۴/۳۳) نشان دهنده تأثیر سایر عوامل غیر تغذیه‌ای مانند شرایط محیطی (دما، رطوبت، نور)، مدیریت آبیاری، به‌زراعی و آفات و بیماری‌ها بر عملکرد لوبیا می‌باشند.

جدول ۹- شاخص عناصر غذایی و دامنه کفایت و بحرانی برای ۷ عنصر غذایی در لوبیا

شاخص عنصر غذایی	سطح بحرانی بالا	سطح بحرانی پایین	شاخص عنصر غذایی I^2x	عملکرد بحرانی* kg/ha
I^2_N	۰/۶۶۹	-۰/۶۶۹	۰/۴۴۸	۲۱۲۵/۵۴
I^2_P	۲/۰۲۳	-۲/۰۲۳	۴/۰۹۴	۲۴۰۸/۱۳
I^2_K	۲/۳۰۹	-۲/۳۰۹	۵/۳۳۴	۳۱۲۴/۳۳
I^2_{Zn}	۰/۲۴۵	-۰/۲۴۵	۰/۰۶۰	۲۱۹۴/۰۲
I^2_{Fe}	۰/۰۵۴	-۰/۰۵۴	۰/۰۰۳	۲۶۵۵/۰۷
I^2_{Cu}	۱/۶۳۶	-۱/۶۳۶	۲/۶۷۷	۲۳۲۶/۲۰
I^2_{Mn}	۱/۳۳۷	-۱/۳۳۷	۱/۷۸۷	۱۸۱۹/۷۵
I^2_{Rd}	۲/۳۸۳	-۲/۳۸۳	۵/۶۷۸	۱۴۵۷/۸۵

* منظور از عملکرد بحرانی در روش تشخیص چندگانه عملکردی است که تابع هر عنصر در آن نقطه دو گروه عملکرد بالا و پایین تقسیم می شوند.



شکل ۱- رابطهٔ بین عملکرد (کیلوگرم در هکتار) با شاخص تعادل عناصر غذایی ($CND\text{-}r^2$) برای لوبیا. مقدار $CND\text{-}r^2$ ۱۴/۳۳ به عنوان نقطه بحرانی تعیین شد.

بر اساس روش تشخیص چندگانه (CND)، تنها ۱۵/۸۴ درصد مزارع لوبیا در گروه عملکرد بالا (میانگین ۳۵۶۵/۶۳ کیلوگرم در هکتار) قرار گرفتند، در حالی که ۸۴/۱۶ درصد مزارع لوبیا در گروه عملکرد پایین (میانگین ۲۴۲۲ کیلوگرم در هکتار) جای گرفتند. در این مطالعه با استفاده از روش CND مقدار شاخص عناصر غذایی و دامنه‌ی کفایت و بحرانی برای ۷ عنصر غذایی جهت ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای لوبیا ارائه شده است. با توجه به اینکه غلظت عناصر در جامعه‌ی با عملکرد زیاد به عنوان اعداد مرجع و حد بهینه عناصر غذایی قرار می‌گیرند، در نتیجه با در نظر گرفتن میانگین گروه عملکرد بالا در هکتار مقادیر V^*_N=۲/۹۲، V^*_P=۰/۶۵، V^*_K=۲/۸۳، V^*_{Zn}=-۴/۱۵، V^*_{Fe}=-۱/۵۲، V^*_{Cu}=-۵/۰۹، V^*_{Mn}=-۲/۰۹ و V^*_{Rd}=۶/۴۴ بعنوان اعداد مرجع (V_X) معرفی می‌گردند. نقاط بحرانی تعیین‌شده برای عناصر غذایی برگی لوبیا (مانند عناصر پرمصرف N =۲/۸۲، P=۰/۲۹، K=۲/۶۲ درصد، و برای عناصر کم‌مصرف Zn=۲۴/۳۱، Fe=۳۶۶/۱۳، Cu=۹/۷۵ و Mn=۱۸/۹۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) به‌عنوان معیارهای مرجع برای بهبود مدیریت کوددهی پیشنهاد می‌شوند. برای عملکردهای ۳۱۲۴/۳۳ کیلوگرم در هکتار و بالاتر مزارع لوبیا، مقادیر $\Sigma I^2x = CNDr^2$ می بایستی کمتر از ۱۴/۳۳ و به طرف صفر گرایش پیدا کند و برای عملکرد کمتر از ۳۱۲۴/۳۳ کیلوگرم در هکتار، به طرف بیشتر از ۱۴/۳۳ تمایل خواهد داشت. دامنه‌های بحرانی را می‌توان به عنوان یک «دامنه‌ی کفایت» برای شاخص‌های عناصر غذایی در نظر گرفت که اعداد خارج از این دامنه بیانگر وضعیت بحرانی و داخل دامنه نشانه‌ی وضعیت خوب و بسنده است (Justino et al., 2025).

نتیجه‌گیری

روش CND به‌عنوان ابزار کارآمد: تفکیک مزارع به دو گروه عملکرد بالا (۱۵/۸۴ درصد) و پایین (۸۴/۱۶ درصد) با استفاده از CND، دقت بالای این روش را در شناسایی تعاملات عناصر غذایی تأیید کرد. نقاط بحرانی تعیین‌شده برای عناصر برگی (مانند ۲/۸۲ درصد نیتروژن، ۰/۲۹ درصد فسفر، و ۲۴/۳۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی) معیارهای معتبری برای توصیه‌های کودی ارائه می‌دهند.

این مطالعه نشان داد که بهبود عملکرد لوبیا در استان فارس مستلزم عبور از رویکردهای سنتی کوددهی به سمت مدیریت دقیق تغذیه‌ای است. استفاده از روش CND به‌عنوان ابزارهای مکمل، امکان شناسایی دقیق کمبودها و تعادل بهینه عناصر را

فراهم می‌کند. اجرای توصیه‌های این پژوهش نه‌تنها عملکرد را افزایش می‌دهد، بلکه از طریق کاهش مصرف نهاده‌ها، پایداری زیست‌محیطی را نیز تقویت خواهد کرد.

فهرست منابع

Bhat, S., Aditya, K.S., Kumari, B., Acharya, K.K., Sendhil, R. (2022). Pulses production, trade and policy imperatives: A global perspective. In Advances in legumes for sustainable intensification. Academic Press, 639-656 p.

Hallmark, W.B., Beverly, R.B., DeMooy, C.J., Pesek, J. (1991). Relationship of diagnostic nutrient expressions to soybean phosphorus and potassium diagnoses. Agronomy journal, 83(5), pp.858-863.

Justino, L.F., Heinemann, A.B., da Matta, D.H., Stone, L.F., de Oliveira Gonçalves, P.A., da Silva, S.C. (2025). Characterization of common bean production regions in Brazil using machine learning techniques. Agricultural Systems, 224, p.104237.

Khiari, L., Parent L.E., Tremblay N. (2001). Selecting the high-yield subpopulation for diagnosing nutrient imbalance in crops. Agron. J. 93:802–808.

Parent, L.E, Dafir M. (1992). A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. J. Am. Soc. Hort. Sci. 117:239-242

Sefati, Z., Khalilimoghadam, B., Nadian, H. (2019). Assessing urban soil quality by improving the method for soil environmental quality evaluation in a saline groundwater area of Iran. Catena, 173(1), 471-480.

Investigation of nutritional status of common bean fields in Fars's province using Compositional Nutrient Diagnosis (CND)

Seyed Mashaallah Hosseini[1*], Mohammad Saeed Tadayin[2]

[1] Faculty Member, Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran. *Email: mhoseini20@yahoo.ca

[2] Faculty Member, Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran.

Abstract

Evaluating the nutritional status and diagnosing the fertilizer requirements of common bean (*Phaseolus vulgaris*) fields in Fars Province are critical for translating findings into actionable fertilizer recommendations. Various methods are employed to assess crop nutritional status, with the Compositional Nutrient Diagnosis (CND) method offering advantages over others due to its consideration of nutrient interactions. This study aimed to evaluate the nutritional, soil, and yield status of bean fields in Fars Province, identify production-limiting factors, and apply analytical CND indices. Results showed an average bean yield of 2,422 kg ha^{-1}, with a wide range of 1,000–4,150 kg ha^{-1} (SD: 720.45), reflecting significant heterogeneity in farm management. Soil nutrient deficiencies were identified as primary yield-limiting factors. Phosphorus (P) deficiency was observed in 95.18% of fields, particularly in alkaline soils with high fixation. Zinc (Zn) deficiency ranked second, affecting 79.52% of fields. Potassium (K) and manganese (Mn) deficiencies were noted in 7.23% and 12.05% of fields, respectively. The study concludes that phosphorus and zinc deficiencies, coupled with nutrient imbalances, are the primary constraints limiting bean yields in Fars Province.

Keywords: Optimal nutrition, Nutrient norms, Compositional Nutrient Diagnosis (CND).