

Analysis of the development of the use of biological and organic fertilizers in agricultural exploitation units in Nazarabad County, Alborz Province

Zahra Zare Imamvardi Khan¹, Hossein Shabanali Fami^{2*}, Ali Asadi², Amir Alambeigi⁴, Mahnaz Mohammadzadeh Nasirabadi⁵

1. Bachelor of Agricultural Development, Department of Agricultural Management and Development, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Professor, Department of Agricultural Management and Development, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Tehran, Iran
4. Associate Professor, Department of Agricultural Extension and Education, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Tehran, Iran
5. Assistant Professor, Department of Water Engineering and Agricultural Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

*Corresponding author: hfami@ut.ac.ir

Received Date:
26/05/2025

Revise Date:
23/09/2025

Accepted Date:
03/01/2026

Published Date:
20/03/2026

Article Info Abstract

Volume 3, Issue 2, Autumn and Winter 2026
Pages 162-180
Research Paper

Today, the technological revolution has contributed to the development and advancement of biofertilizers, which have important benefits for the agricultural sector worldwide. This study aimed to analyze the barriers and components of the development of the use of biofertilizers and organic fertilizers in agricultural exploitation units of Nazarabad County, Alborz Province, using a descriptive-correlation method. The statistical population of the study was 2951 agricultural users in Nazarabad County, Alborz Province. The study villages and members of the statistical sample were selected using stratified sampling with proportional assignment and simple random sampling. To determine the sample size, Daniel's limited population correction formula was used, taking into account a 5% error rate; 228 people were determined. The main tool for data collection was a questionnaire. Confirmatory factor analysis was used to analyze the data. The results showed that infrastructure-technological barriers (0.830) are the most important barriers to the use of bio- and organic fertilizers in Nazarabad County, followed by economic-market barriers (0.780) in second priority, and socio-cultural and institutional barriers (0.699) in third priority. The results also showed that the economic-market mechanism (0.886) is the most important mechanism for the development of the use of bio- and organic fertilizers in Nazarabad County, followed by educational-promotional mechanism (0.841) in second priority, and socio-cultural and institutional mechanism (0.825) in third priority. In order to develop the use of biological and organic fertilizers in Nazarabad County, the Agricultural Jihad Organization should provide appropriate educational and extension services according to the age and education of farmers.

Keywords: Component, organic fertilizers, biofertilizers, agricultural exploitation, Nazarabad

Cite this article:

Zare Imamvardi Khan, Z., Fami, H. S., Asadi, A., Alambeigi, A., & Mohammadzadeh Nasirabadi, M. (Year). Analysis of the development of the use of biological and organic fertilizers in agricultural exploitation units in Nazarabad County, Alborz Province, *Journal of Rural Development and Extension Studies*, 3(2),162-180.

 <https://doi.org/10.30470/jrdes.2025.2073050.1102>



2821-2266 © University of Zanjan.

This is an open access article under the CC BY-NC/4.0/License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Extended Abstract

Introduction

Today, the technological revolution has helped the development and advancement of biofertilizers, which have important benefits for the agricultural sector worldwide. Biofertilizers not only have many economic and environmental benefits and advantages, but also increase long-term production capacity and reduce environmental pollution. In fact, biofertilizer is a product containing beneficial microorganisms that, through various mechanisms, increase growth and provide plants with the elements they need. The major producers of biofertilizers include Europe, Australia, Brazil, Canada, China, India, Russia, and the United States. In Iran, the production and consumption of biofertilizers has also flourished and is developing in the last two decades. Biofertilizers are mainly produced in powder, liquid and granular forms. The main method of using biofertilizers for most agricultural products is as seed, however, seed soaking, cuttings or seedlings are also used. Fertilizer irrigation in surface, drip, rain and underground irrigation systems is also applicable for some biofertilizers. For use in gardens, application to the soil in the form of a fertilizer pit or fertilizer channel is recommended. Foliar spraying is also applicable for some biofertilizers in crops and gardens.

Methodology

This study aimed to analyze the barriers and components of the development of the use of biological and organic fertilizers in agricultural exploitation units in Nazarabad County, Alborz Province, using a descriptive-correlation method. The statistical population of the study was 2951 agricultural exploiters in Nazarabad County, Alborz Province. Using stratified sampling with proportional assignment and simple random sampling, the study villages and members of the statistical sample were selected. To determine the sample size, Daniel's limited population correction formula was used, considering an error of 5 percent; which was determined to be 228 people. The main tool for data

collection was a questionnaire. Confirmatory factor analysis was used to analyze the data.

Results and discussion

According to the results, the average age of the people studied in this study was 45 years. Regarding gender, 100% of the people studied were men, which indicates that women are more active in secondary agricultural issues such as animal husbandry, milk processing, etc. and do not engage in agriculture directly. Only 30.3% of the farmers studied had a university education, of which 8.8% had studied in various agricultural fields. Also, the average agricultural activity experience of the farmers studied was 22 years. A review of the history of participation in training courses related to fertilizer use showed that 85.5 percent of the studied farmers had participated in these courses. According to the results of the study, the average area under irrigated agriculture of the farmers was 10 hectares, the area under rainfed agriculture was 6 hectares, the area under irrigated gardens was 2 hectares, and the average area under greenhouse cultivation was 1 hectare. According to the findings, the frequency distribution of farmers by type of ownership also showed that the majority of their farms (70%) were private farms. In identifying the challenges and obstacles to the development of the use of bio- and organic fertilizers in the study area, based on the second-order confirmatory factor analysis model, it was determined that infrastructural-technological obstacles (0.830) are the most important obstacles to the use of bio- and organic fertilizers in Nazarabad County, followed by economic-market obstacles (0.780), socio-cultural and institutional obstacles (0.699), legal-policy obstacles (0.528), and educational-promotional obstacles (0.398) in the following priorities, respectively. The research findings in order to identify appropriate mechanisms for developing the use of biological and organic fertilizers in the studied region showed that economic-market mechanisms (0.886) are the most important mechanism for developing the use of biological and organic fertilizers in Nazarabad County, followed by educational-promotional

mechanisms (0.841), socio-cultural and institutional mechanisms (0.825), legal-policy-making mechanisms (0.675), and infrastructure-technological mechanisms (0.624) are the next priorities, respectively.

Conclusion

According to the issues raised, one of the concerns of mankind in the present era is the production of healthy food while preserving available water and soil resources. In fact, in responding to the increasing demand for food, it is necessary to provide solutions that are in harmony with environmental considerations and adopt policies based on sustainable development. In this regard, biofertilizers have a special place in increasing productivity and reducing concerns related to the health, quality and nutritional value of the products produced. On the other hand, with the change in the structure of societies and the specialization of affairs, attention to education has increased. So that education can have direct and indirect effects on the views and attitudes of individuals. Therefore, in order to develop the use of biological and organic fertilizers in Nazarabad County, the Agricultural Jihad Organization should provide appropriate educational and extension services according to the age and education of farmers. So that the necessary training on the method of maintaining biological and organic fertilizers is provided to farmers. In addition, the Agricultural Jihad should provide farmers with quality biological and organic fertilizers at reasonable prices. It is worth noting that biotechnology requires comprehensive cultural development in order to be on the path of development; for this, strong information and mass communication systems should be created. Also, cultural development in the community towards purchasing and consuming healthy and low-priced products will greatly help in increasing farmers' interest and satisfaction in cultivating healthy products with minimal fertilizer consumption. Finally, it is recommended that attention be paid to the distribution of biological and organic fertilizers among farmers in the county by agricultural production cooperatives, encouraging farmers to become members of agricultural cooperatives, developing standards for identifying healthy

products, and creating the necessary infrastructure for selling healthy products at more reasonable prices.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

تحلیل توسعه کاربرد کودهای زیستی و آلی در واحدهای بهره‌برداری کشاورزی شهرستان نظرآباد، استان البرز

زهرا زارع امام وردی خان^۱، حسین شعبانعلی فمی^{۲*}، علی اسدی^۳، امیر علم بیگی^۴، مهناز محمدزاده نصیرآبادی^۵
۱. دانش آموخته کارشناسی توسعه کشاورزی، گروه مدیریت و توسعه کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. استاد گروه مدیریت و توسعه کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. دانشیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۴. استادیار گروه مهندسی آب و مدیریت کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ دریافت:	تاریخ بازنگری:	تاریخ پذیرش:	تاریخ انتشار:
۱۴۰۴/۰۶/۰۵	۱۴۰۴/۱۰/۰۱	۱۴۰۴/۱۰/۱۳	۱۴۰۴/۱۲/۳۰

اطلاعات مقاله چکیده

امروزه انقلاب فناوری به توسعه و پیشرفت کودهای زیستی کمک کرده است که مزایای مهمی برای بخش کشاورزی در سطح جهان دارد. این پژوهش به روش توصیفی-همبستگی با هدف تحلیل موانع و مؤلفه‌های توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی در واحدهای بهره‌برداری کشاورزی شهرستان نظرآباد، استان البرز انجام شده است. جامعه آماری پژوهش، ۲۹۵۱ نفر بهره‌بردار کشاورزی در شهرستان نظرآباد استان البرز بود. با استفاده از نمونه‌گیری‌های طبقه‌ای تناسبی و نمونه‌گیری تصادفی ساده روستاهای مورد مطالعه و اعضای نمونه آماری انتخاب شدند. برای تعیین حجم نمونه از فرمول تصحیح جامعه محدود دانیل گردید؛ که ۲۲۸ نفر تعیین شد. ابزار اصلی گردآوری داده‌ها، پرسشنامه بوده است که روایی محتوایی آن توسط صاحب‌نظران بررسی و تایید شد. نیز مقدار آلفای کرونباخ آن $\alpha = 0/86$ محاسبه شد. نتایج تحلیل عاملی تاییدی نشان داد موانع زیرساختی-تکنولوژیکی (۰/۸۳۰) مهم‌ترین مانع بکارگیری کودهای زیستی و آلی در شهرستان نظرآباد است و بعد از آن موانع اقتصادی-بازاری (۰/۷۸۰) در اولویت دوم و موانع اجتماعی-فرهنگی و نهادی (۰/۶۹۹) در اولویت سوم قرار گرفته‌اند. همچنین نتایج نشان داد سازوکار اقتصادی - بازاری (۰/۸۸۶) مهم‌ترین سازوکار توسعه بکارگیری کودهای زیستی و آلی در شهرستان نظرآباد است و بعد از آن سازوکار آموزشی - ترویجی (۰/۸۴۱) در اولویت دوم و سازوکار اجتماعی-فرهنگی و نهادی (۰/۸۲۵) در اولویت سوم قرار گرفته‌اند. به منظور توسعه بکارگیری کودهای زیستی و آلی در سطح شهرستان نظرآباد، سازمان جهاد کشاورزی می‌بایست خدمات آموزشی و ترویجی مناسبی با توجه به سن و تحصیلات کشاورزان ارائه دهد.

دوره ۲، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۴
صص ۱۶۲-۱۸۰
مقاله پژوهشی

کلید واژه‌ها: مولفه، کودهای آلی، کودهای زیستی، بهره‌برداری کشاورزی، نظرآباد

hfami@ut.ac.ir

*نویسنده مسئول:

ارجاع به این مقاله: زارع امام‌وردی خان، زهرا؛ شعبانعلی فمی، حسین؛ اسدی، علی؛ علم‌بیگی، امیر؛ و محمدزاده نصیرآبادی، مهناز. (سال). تحلیل توسعه کاربرد کودهای زیستی و آلی در واحدهای بهره‌برداری کشاورزی شهرستان نظرآباد، استان البرز، دو فصلنامه تحقیقات ترویج و توسعه روستایی ۳(۲)، ۱۶۲-۱۸۰.

<https://doi.org/10.30470/jrdes.2025.2073050.1102>



2821-2266 © University of Zanjan.

This is an open access article under the CC BY-NC/4.0/License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

مقدمه

کشاورزی یک فعالیت اقتصادی است که سهم بسیار مهمی در تولید ناخالص داخلی هر کشور به‌وسیله تأمین امنیت غذایی مردم آن ایفا می‌کند. از سوی دیگر فعالیت کشاورزی می‌تواند تأثیرات جانبی زیست‌محیطی را به همراه داشته باشد. لذا در دو دهه اخیر توجه کارشناسان به پایداری کشاورزی افزایش یافته است. در بررسی پایداری حداکثر کردن، یک هدف مطلق نیست؛ بلکه هدف حداکثر کردن ستانده‌ها و حداقل نمودن نهاده‌ها (به‌طور نسبی و هم‌زمان) است. این راهبرد با نقش پایداری یعنی کاهش یا حذف استفاده از فراورده‌های شیمیایی به‌ویژه کودها و سموم و همچنین کاهش تخریب و آلودگی منابع آب‌و‌خاک ارتباط نزدیکی دارد (میر کریمی و همکاران، ۱۳۹۵). در واقع به‌رغم رشد تولیدات کشاورزی در سه دهه اخیر بخش بزرگی از خاک‌های کشاورزی کشور با فقر مواد آلی، تخلیه عناصر غذایی و فرسایش زیاد مواجه است (کشاورز و همکاران، ۱۳۹۴). چراکه کشاورزان به‌منظور دستیابی به محصول بیشتر و بهره‌وری حداکثری، اقدام به مصرف بی‌رویه و بدون ضابطه از کودهای شیمیایی می‌کنند که به‌تبع آن بالغ‌بر ۵۰ تا ۷۰ درصد از کودهای شیمیایی به‌کاررفته در طبیعت بر اثر نشت، رواناب، تبخیر و تصعید رها می‌شوند (غلامی و همکاران، ۱۴۰۰). مصرف کودهای شیمیایی از جمله کودهای نیتروژنه اگرچه نیتروژن و آمونیوم ضروری گیاه را تأمین می‌کنند اما استفاده بیش‌از‌حد از چنین کودهایی در نهایت موجب مشکل سمیت در گیاه و آسیب‌رسانی به سلامت انسان شده و آلودگی زیستی به ارمغان می‌آورد (Trujillo Tapia and Ramirez Fuentes, 2016). از طرفی استفاده طولانی مدت از کودهای شیمیایی منجر به اثرات زیست‌محیطی نامطلوبی چون تجمع مواد شیمیایی در آب‌و‌خاک، کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش ظرفیت نگهداری خاک و نهایتاً شوری و اختلاف مواد مغذی خاک می‌شود (Akram et al., 2020).

در تعریف مفاهیم کود اشاره می‌شود که به هر نوع ماده معدنی یا آلی یا بیولوژیک که دارای عناصر غذایی باشد و باعث بالا بردن حاصلخیزی خاک و نیز با تیمار گیاهی باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول گردد؛ کود اطلاق می‌شود (کهزادی، ۱۳۹۷). کودها به چند دسته تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از: شیمیایی، آلی یا ارگانیک و بیولوژیک یا زیستی (نجفی، ۱۳۹۷)، در این راستا تأمین عناصر غذایی گیاهان به سه روش کاربرد کودهای شیمیایی، آلی و بیولوژیک امکان‌پذیر است (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۲). در حال حاضر استفاده از کودهای زیستی در حال تبدیل شدن به یک‌روند اجتناب‌ناپذیر برای جایگزینی کودهای شیمیایی برای کشاورزی پایدار است. مطالعه توسعه کودهای زیستی از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۲ نشان می‌دهد که تحقیقات کودهای زیستی در سه مرحله قابل بررسی است. مرحله اول (۱۹۸۰-۲۰۰۵) بر تثبیت نیتروژن متمرکز بود، مرحله دوم (۲۰۰۶-۲۰۱۵) بر مکانیسم‌های افزایش عملکرد گیاه متمرکز بود و مرحله سوم (۲۰۱۶-۲۰۲۲) استفاده از کودهای زیستی برای بهبود محیط خاک بود (Zhao et al., 2024). مصرف کودهای شیمیایی در ایران از سال ۱۳۲۵ آغاز گردیده است. در این سال بنگاه شیمیایی وابسته به وزارت کشاورزی تشکیل شد و شروع به تولید چند نوع کود شیمیایی ساده کرد (کهزادی، ۱۳۹۷). پیش‌بینی می‌شود کل مصرف کود در سراسر جهان از ۱۷۷,۲ میلیون تن در سال ۲۰۱۱-۲۰۱۲ به ۱۹۵,۴ میلیون تن در سال ۲۰۲۳-۲۰۲۴ افزایش یابد که ۱۰/۲۶ درصد نسبت به دوره ۱۲ ساله افزایش یافته است. بطور کلی نیتروژن پرمصرف‌ترین ماده مغذی است و پس از آن فسفات و پتاس قرار دارند (Statista Research Department, 2024). بر اساس مجموعه شاخص‌های توسعه بانک جهانی که از منابع رسمی شناخته‌شده تهیه شده است، مصرف کود در ایران در سال ۲۰۲۱، ۶۸/۳۰ درصد گزارش شده است (World Bank¹, 2024). نظام کود در کشور سه مؤلفه اساسی شامل برآورد کود، تأمین کود و ثبت کنترل کیفی و مصرف نهاده‌های کودی دارد. هر ساله مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور نسبت به برآورد میزان کود موردنیاز خاک‌های مناطق مختلف اقدام و نتیجه را به معاونت‌های زراعت و باغبانی وزارت جهاد کشاورزی اعلام

1. <https://data.worldbank.org/indicator/AG.CON.FERT.ZS?locations=IR>

تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۳، شماره ۲، ۱۶۲-۱۸۰، پاییز و زمستان ۱۴۰۴

می‌کند. این برآورد نشان می‌دهد کشور هر ساله به ۴٫۵ تا ۵ میلیون تن کود شیمیایی نیازمند است که از این میزان بیشترین نیاز به کودهای نیتروژنه با ۳ میلیون تن و انواع کود فسفر با ۱٫۵ میلیون تن بوده و در نهایت ۴۰۰ تا ۵۰۰ هزار کود پتاسیم نیاز است (اسدی رحمانی، ۱۴۰۲). استفاده از کودهای شیمیایی (مانند اوره، نیترات کلسیم، سولفات آمونیوم، فسفات دی آمونیوم و غیره) اهمیت زیادی برای تولید مواد غذایی در جهان دارد، زیرا به‌عنوان یک فست فود برای گیاهان عمل می‌کند و باعث رشد سریع و کارآمدتر آن‌ها می‌شود (Suhag, 2016). کودهای شیمیایی به‌ویژه انواع نیتروژنی، نقش به‌سزایی در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی به‌ویژه از دهه ۱۹۵۰ میلادی داشته‌اند، نیتروژن همچنین عنصر غذایی محدودکننده تولید در بسیاری از اکوسیستم‌های خاکی است و افزایش نهاده نیتروژنی غالباً منجر به تولید خالص اولیه بیشتر در این اکوسیستم‌ها می‌شود (اسدی رحمانی و کاری دولت‌آباد، ۱۳۹۹)، اما باوجود اثرات مثبت کودهای شیمیایی در افزایش تولید محصولات مختلف زراعی و باغی در صورتی که استفاده از کودها به همراه آگاهی و علم از چگونگی کاربرد آن‌ها نباشد، نتیجه به‌دست‌آمده چندان مطلوب نخواهد بود (نجفی، ۱۳۹۷). استفاده مداوم از کودهای شیمیایی گران‌قیمت باعث کاهش میزان مواد آلی خاک و همچنین کاهش شدید فعالیت میکروبی خاک می‌شود (Yadav & Sarkar, 2018). در واقع کودهای شیمیایی، به دلایل مختلف از جمله وفور، نحوه کاربرد و استفاده راحت و همچنین سودآوری بیشتر در کوتاه مدت، مورد استقبال کشاورزان قرار گرفته‌اند (خسروی، ۱۴۰۰)، اما کاربرد رو به افزایش نهاده‌های کودی در اکوسیستم‌های خاکی علاوه بر جوامع گیاهی می‌تواند بر جوامع میکروبی خاک نیز اثرگذار باشد (اسدی رحمانی و کاری دولت‌آباد، ۱۳۹۹)، چراکه خاک به‌واسطه ریز جاندارانی که در آن وجود دارد به‌عنوان پیکره‌ای زنده محسوب می‌شود، بنابراین مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، علاوه بر این که موجب اثرات سوء بر جامعه زنده خاک می‌گردد، موجب آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و تجمع مواد شیمیایی در محصولات کشاورزی می‌شود؛ بنابراین در پاسخگویی به تقاضای روزافزون برای مواد غذایی، ارائه راه‌حل‌های هماهنگ با ملاحظات زیست‌محیطی و اتخاذ سیاست‌های مبتنی بر توسعه پایدار ضروری است. در این راستا مدیریت بیولوژیک ناحیه ریزوسفر و ایجاد شرایط لازم و بهینه برای رشد و فعالیت ریز جانداران مفید، موردنظر است و در واقع افزودن ریز جانداران مفید و مؤثر در ناحیه ریشه که بتواند موجبات رشد بهتر گیاه را فراهم نماید یکی از مؤلفه‌های این مدیریت بیولوژیک است (خسروی، ۱۴۰۰). به همین دلیل امروزه کاربرد کودهای زیستی با منشاء باکتری، قارچ، جلبک یا دیگر موجودهای خاکزی مورد توجه قرار گرفته است که سازوکار عمل آن‌ها، قابلیت جذب عنصرهای غذایی گیاه در خاک را افزایش می‌دهد (غلامی و همکاران، ۱۳۹۷). کودهای زیستی نه تنها از سودمندی و برتری های اقتصادی و زیست‌محیطی فراوان برخوردارند، بلکه افزون بر ایجاد و حفظ پایداری منبع‌های موجود در خاک، توان تولید در بلندمدت را افزایش داده و آلودگی‌های زیست‌محیطی را کاهش می‌دهند (حسن‌پور و همکاران، ۱۴۰۰). در واقع کود زیستی، فراورده‌ای حاوی ریز جانداران مفیدی است که از طریق سازوکارهای مختلف موجب افزایش رشد و تأمین عناصر مورد نیاز گیاهان می‌شود. باکتری‌های محرک رشد گیاه مانند سودوموناس و تثبیت‌کنندگان نیتروژن مولکولی مانند ریزو بیوم، از توپاکتر و آزوسپیریوم از مهم‌ترین ریز جانداران مورد استفاده در تولید کودهای زیستی هستند (ساریخانی و امینی، ۱۳۹۹). تولیدکنندگان عمده کودهای زیستی شامل اروپا، استرالیا، برزیل، کانادا، چین، هندوستان، روسیه و آمریکا هستند. در ایران نیز تولید و مصرف کودهای زیستی در دو دهه اخیر رونق یافته و در حال توسعه است (خسروی، ۱۴۰۱). کودهای زیستی عمدتاً به شکل‌های پودری، مایع و گرانول تولید می‌شوند. روش عمده مصرف کودهای زیستی برای اکثر محصولات کشاورزی به‌صورت بذر مال بوده با این حال غوطه‌ورسازی بذر، نشاء قلمه یا نهال نیز کاربرد دارد. کودآبیاری در سیستم‌های آبیاری سطحی، قطره‌ای، بارانی و زیرزمینی نیز برای برخی کودهای زیستی قابل استفاده است. برای استفاده در باغات مصرف در خاک به‌صورت چال کود و یا کانال کود توصیه می‌شود. محلول‌پاشی نیز برای بعضی از کودهای زیستی در محصولات زراعی و باغی قابل استفاده است (خسروی، ۱۴۰۰).

موانع به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی: صرف‌نظر از اهمیت کودهای زیستی و نقش آن‌ها در افزایش کمی و کیفی

تحلیل توسعه کاربرد کودهای.../زراع اماموردی‌خانی و همکاران

محصولات کشاورزی، مقوله پذیرش و به‌کارگیری این کودها در بخش کشاورزی حائز اهمیت است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که به‌طور کلی نوآوری‌های مختلفی که باهدف کاهش اثرات زیست‌محیطی در بخش کود در دهه‌های اخیر ارائه شده‌اند پذیرش موفقی در بازار نداشته‌اند و سهم بالایی در بازار پیدا نکرده‌اند (Hasler et al., 2017). در شرایط کشور نیز علی‌رغم پیشرفت‌های قابل‌توجه در تولید کودهای زیستی، این کودها همچنان از اقبال عمومی برخوردار نیستند و جایگاه خود را نیافته‌اند که مهم‌ترین دلیل این امر، ناشناخته بودن این فرآورده‌ها برای جامعه کشاورزی ایران به دلیل عدم ترویج مناسب مزایای استفاده از آن‌ها در سطح مدیران، کارشناسان و کشاورزان است (غلامی و همکاران، ۱۳۹۷). از سوی دیگر، انجام تحقیقات اجتماعی مرتبط با پذیرش کودهای زیستی نسبت به دیگر نوآوری‌ها در بخش کشاورزی کم‌تر مورد توجه بوده است. باید در نظر داشت که پذیرش و به‌کارگیری این نهادها در کنار دیگر عوامل در نهایت به تصمیم‌گیری کشاورزان بستگی دارد (Sattler & Nagel, 2010). علاوه بر این موضوع، مصرف این کودها با چالش‌ها و مشکلات دیگری نیز همراه است. در نظام آموزش دانشگاهی در کشور کمتر به مقوله کودهای زیستی پرداخته شده است. عدم وجود نهادهای نظارت بر کیفیت سبب شده است تا مالکیت و حقوق معنوی تولیدکنندگان تحت‌الشعاع جنبه‌های دیگری قرار گیرد. در سال‌هایی که یارانه‌های هنگفتی برای فراهم نمودن کودهای شیمیایی و عرضه آن‌ها باقیمت اندک به کشاورزان صرف می‌شد، مجال رشد واقعی کودهای زیستی در کشور به وجود نیامد و بسیاری از کودهای زیستی که در طی این سال‌ها معرفی شدند باوجود گذراندن تمامی مراحل تحقیق، توسعه و تجاری‌سازی سرانجامی جز شکست نداشتند (غلامی و همکاران، ۱۳۹۷).

سازوکارهای توسعه بکارگیری کودهای زیستی و آلی: علیرغم اینکه سه دهه از دستیابی محققان و فناوریان ایرانی به

فناوری کودهای زیستی می‌گذرد، همچنان این فناوری و صنعت نوپای آن، کمتر از یک درصد سهم در بازار کودی کشاورزی روستایی کشور را به خود اختصاص داده است. در طول این سه دهه و بارها و در شرایط مختلف اثربخشی کودهای زیستی در قالب کشت‌های پایلوت مورد تأیید قرار گرفته است (جعفری و همکاران، ۱۴۰۲). این اثربخشی شامل افزایش بیش از ۱۰ درصد عملکرد محصولات کشاورزی در واحد سطح، کاهش ۲۰ درصد به مصرف کودهای شیمیایی و افزایش راندمان کشت می‌شود. شرکت‌های تولیدکننده محصول، بازار بسیار کوچکی را در حاشیه بازار بزرگ کودهای شیمیایی شکل داده‌اند ولی برخلاف سهم جهانی ۱۵ درصدی کود زیستی (Owen et al., 2015; Transparency Market Research, 2017). از بازار جهانی کود، این محصول فناورانه در جامعه کشاورزی روستایی ایران ناشناخته است (جعفری و همکاران، ۱۴۰۲). ازجمله عواملی که در همگانی شدن کودهای زیستی تأثیر منفی داشته است کیفیت نامناسب برخی از کودهای زیستی تولیدشده در کشور است. باوجود اثرات اثبات‌شده کودهای زیستی در کشور، برخی از انواع تولید و توزیع‌شده کودهای زیستی در کشور طی سال‌های گذشته به دلیل کیفیت پایین، اثرات ادعا شده توسط تولیدکننده را بر جای نگذاشتند که این مسئله ذهنیت منفی بین برخی از زارعین ایجاد نموده است (زارع اماموردی‌خان، ۱۴۰۲). لذا در خصوص مصرف کودهای زیستی به‌عنوان یک نوآوری دوستدار محیط‌زیست و پایدار، رفتار کشاورزان نقش تعیین‌کننده‌ای دارد و رفتار ایشان متأثر از عوامل اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی گوناگونی است که بررسی و تعیین این عوامل در ترویج کودهای زیستی مؤثر است (غلامی و همکاران، ۱۴۰۰). درواقع رفتار استفاده از کودهای زیستی توسط کشاورزان در زمره رفتارهای زیست‌محیطی است زیرا استفاده کشاورزان از کودهای زیستی و کاهش مصرف کودهای شیمیایی به این معنی است که آن‌ها خود را در قبال محیط‌زیست مسئول می‌دانند (شفیعی و همکاران، ۱۳۹۷). به‌طور کلی عوامل فردی، حرفه‌ای و روان‌شناختی ازجمله سن، تحصیلات، شغل، سابقه کشاورزی و نگرش کشاورزان نسبت به استفاده از نهادهای کم‌خطری مثل کودهای زیستی و آلی همچنین نگرش کشاورزان نسبت به مسائل محیط‌زیست و سلامت انسان و رفتار زیست‌محیطی کشاورزان ازجمله عواملی هستند که می‌توانند در به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی مؤثر باشند (زارع اماموردی‌خان، ۱۴۰۲). سازوکارهای مؤثر در توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی در حیطه‌های مختلف آموزشی - ترویجی، قانونی - سیاست‌گذاری، اجتماعی - فرهنگی و نهادی، اقتصادی - بازاری، زیرساختی

تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۳، شماره ۲، ۱۶۲-۱۸۰، پاییز و زمستان ۱۴۰۴

- تکنولوژیکی قابل بررسی است.

سازوکارهای آموزشی - ترویجی: آموزش، تجربه‌ای مبتنی بر یادگیری است که به منظور ایجاد تغییرات نسبتاً پایدار در فرد صورت می‌گیرد تا او را قادر به انجام کار و بهبود بخشی توانایی‌ها، تغییر مهارت‌ها، دانش، نگرش و رفتار اجتماعی نماید (پیر هادی، ۱۴۰۰). همچنین آموزش فرآیندی از یادگیری است که طی آن مجموعه‌ای از دانش‌های مرتبط و منظم همراه با عادات و مهارت‌های حاصل از آن انتقال می‌یابد (موحد محمدی، ۱۳۸۲). در این راستا ترویج فناوری یکی از بخش‌های ضروری گسترش اطلاعات عمومی، نتایج تحقیقات پایه‌ای و فناوری بوده (نعیمی و همکاران، ۱۳۹۴) و سازمان‌های ترویجی می‌توانند برای آگاه کردن تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان فناوری زیستی، از رسانه‌های متفاوتی استفاده نمایند (Ekanem, 2006). سازمان‌های کشاورزی باید سمینارهای مختلف و همچنین کارگاه‌های آموزشی در مورد کاربرد کودهای زیستی برگزار کنند تا کشاورزان فرصتی برای درک اثرات کودهای زیستی داشته باشند و مایل به استفاده از آن‌ها باشند (Aggani, 2013). کشاورزان باید در مورد اثرات زیست‌محیطی و سایر اثرات مفید کودهای زیستی بر سیستم کشاورزی آموزش ببینند (Kaur and Purewal, 2019) در واقع به واسطه آموزش کافی، برنامه‌های تکاملی مؤثر و همکاری بخش خصوصی و دولتی، سازگاری و کاربرد کودهای زیستی بهبود می‌بخشد (Raimi et al., 2020).

سازوکارهای قانونی - سیاست‌گذاری: دولت باید کشاورزان را تشویق کند که از کودهای با منشأ طبیعی به جای کودهای مصنوعی استفاده کنند که اثرات مفیدی بر جامعه، محیط‌زیست و زمین داشته باشد (Kaur and Purewal, 2019) و در این خصوص وجود قوانین مشخص و الزام‌آور در حمایت از حق مالکیت فرآورده‌های بیولوژیک، ایجاد شرکت‌های خصوصی متخصص کنترل کیفی و رتبه‌بندی شرکت‌های تولیدکننده ضروری می‌نماید. در این راستا طبق مصوبه شماره ۹۰۷۶۵/ت/۴۲۹۶۳ ان مورخ ۱۳۸۸/۴/۲۴ هیئت محترم وزیران مقرر شده است که به منظور توسعه و حمایت از کودهای زیستی و آلی تا سقف ۱۰ درصد از یارانه کودهای شیمیایی به کودهای آلی و زیستی اختصاص یابد (اسدی رحمانی و همکاران، ۱۳۹۱) که بر اساس بند «ز» ماده ۱۴۳ قانون برنامه پنجم توسعه مقرر شده است ۳۵ درصد مصرف کودهای شیمیایی در کشور به کودهای آلی و زیستی اختصاص یابد (شفیعی و همکاران، ۱۳۹۷)، اما توزیع کودهای شیمیایی ارزان‌قیمت که برخوردار از حمایت و یارانه دولتی بودند موجب گردید تا تعداد انگشت‌شمار از کودهای زیستی که با سرمایه‌گذاری‌های شرکت‌های خصوصی تولید می‌شدند نتوانند توان رقابت در بازار را داشته باشند و درحالی‌که شبکه منظم تولید یا توزیع کودهای شیمیایی از سال‌ها قبل در واردات، خرید و توزیع کودهای شیمیایی شکل گرفته بود، این شبکه هیچ‌گاه در خدمت کودهای زیستی قرار نگرفت لذا کودهای زیستی نتوانستند سهمی در بازار کود در کشور داشته باشند (اسدی رحمانی و همکاران، ۱۳۹۱)؛ بنابراین دولت از طریق سیاست‌گذاری مطلوب در زمینه تولید و توسعه به‌کارگیری انواع کودهای زیستی و آلی می‌تواند در استفاده از این نهادها نقش مؤثری ایفا نموده و زمینه را برای کاهش استفاده از کودهای شیمیایی و تحقق کشاورزی پایدار فراهم نماید (زارع اماموردیخان، ۱۴۰۲).

سازوکارهای اجتماعی-فرهنگی و نهادی: فناوری زیستی جهت قرار گرفتن در مسیر توسعه نیاز به فرهنگ‌سازی همه‌جانبه دارد برای این کار باید نظام‌های اطلاع‌رسانی و ارتباط جمعی قوی ایجاد شود (نعیمی و همکاران، ۱۳۹۴). از طرفی فرهنگ‌سازی و ایجاد پذیرش عمومی در زمینه فناوری زیستی، یک مفهوم چندجانبه، چالش‌برانگیز و پراهمیت در سیاست گذاری این فناوری بوده که تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار دارد. همین موضوع باعث شده است که کشورهای مختلف، سیاست‌ها و برنامه‌های خاصی را به این امر اختصاص دهند. هرچند این برنامه‌ها با توجه به وضعیت بومی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی هر کشوری تعیین می‌شوند (عبدی، ۱۳۸۲). فرهنگ‌سازی در جامعه در جهت خرید و مصرف محصولات سالم و لو باقیمت بالا کمک بسیاری در جهت علاقه‌مندی و رضایت کشاورز از کشت محصولات سالم با حداقل مصرف کود خواهد داشت (عامریان و همکاران، ۱۳۹۶). لذا اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی از طریق برگزاری کارگاه‌های آموزشی، رسانه‌های انبوهی،

تحلیل توسعه کاربرد کودهای.../زراع اماموردی‌خانی و همکاران

تماس با مروجان و کارشناسان ترویجی، اعطای تسهیلات بانکی، تشکیل تعاونی‌ها و تشکلهای غیردولتی فناوری زیستی، گسترش مرکزهای تحقیقات فناوری زیستی، یارانه‌های کودهای آلی و اندازه مزرعه نقش مثبتی در تأثیرگذاری بر انتخاب کشاورزان از کودهای آلی به جای کودهای شیمیایی دارند (Wang et al., 2018). بنابراین عوامل اجتماعی- فرهنگی و نهادی از جمله مشارکت اجتماعی کشاورزان در امر تولید و ارتباط مؤثر آنان با مروجان و سازمان جهاد کشاورزی و همچنین عضویت در تعاونی‌های کشاورزی می‌تواند زمینه‌آشنایی کشاورزان با مزایای نهاده‌های کم‌خطر از جمله کودهای زیستی و آلی را فراهم نماید و از این طریق می‌تواند سازوکاری مؤثر جهت توسعه به‌کارگیری این نهاده‌ها باشد (زراع اماموردی‌خان، ۱۴۰۲).

سازوکارهای اقتصادی - بازاری: دانش عمیق تولید و استفاده از کودهای زیستی برای رشد اقتصادی یک کشور ضروری است.

طراحی، روش تولید، استفاده و شرایط ذخیره‌سازی برای درک اصل اساسی پایداری در کشاورزی مهم است (Kaur and Purewal, 2019). متغیرهای قیمت کود بیولوژیک، در دسترس بودن آن، اثرگذاری سریع آن، شرکت در کلاس‌های ترویجی و نوع محصول تولیدی تأثیر معنی‌داری در استفاده از کودهای زیستی توسط کشاورزان منطقه تربت‌حیدریه داشته است (نجفی و همکاران، ۱۳۹۶). درواقع کودهای زیستی یک منبع کم‌هزینه تجدید پذیر از مواد مغذی هستند که مکمل کودهای شیمیایی بوده و به دلیل قیمت پایین در بین کشاورزان کوچک و مرزی حائز اهمیت شده است (Bhattacharjee and Dey, 2014). در دسترس بودن کودهای زیستی باکیفیت در بازار یکی از محدودیت‌های اصلی برای افزایش تولید محصول است (Kaur and Purewal, 2019). متأسفانه اقتصاد بازار کودهای زیستی در کشور و نقش دولت در این امر روشن نبوده و قاعده‌مند نیست (قربانی جاوید و بینش، ۱۳۹۴)؛ بنابراین عوامل اقتصادی از جمله قیمت کودهای زیستی و آلی، میزان درآمد کشاورزان، ارائه تسهیلات به تولیدکنندگان کودهای زیستی و آلی و همچنین تخصیص یارانه به کودهای زیستی و آلی می‌تواند در استفاده از این نهاده‌ها توسط کشاورزان مؤثر باشد.

سازوکارهای زیرساختی - تکنولوژیکی: ویژگی‌هایی (سازگاری، رؤیت پذیری، آزمون‌پذیری، مزیت نسبی و پیچیدگی) که

کشاورزان از کودهای زیستی و آلی به‌عنوان یک نوآوری ادراک می‌کنند می‌تواند نقش بسزایی در پذیرش آن داشته باشد (غلامی و همکاران، ۱۴۰۰). از طرفی برخی از کودهای زیستی مربوط به محصول و همچنین مکان خاص هستند؛ بنابراین بازدهی آن در مکان‌های مختلف به دلیل تفاوت در شرایط اقلیمی کشاورزی و ویژگی‌های خاکری یکسان نخواهد بود. خاک‌های شور بر جمعیت کودهای زیستی معرفی شده تأثیر منفی می‌گذارند (Barman et al., 2017). کودهای زیستی باید به‌راحتی در بازار در دسترس باشند. دسترسی آسان هزینه حمل‌ونقل را کاهش می‌دهد و در وقت کشاورزان صرفه‌جویی می‌کند (Kaur and Purewal, 2019) کیفیت کودهای زیستی از مواردی است که نه فقط در ایران بلکه در سایر کشورها نیز بر روی میزان مصرف این کودها تأثیر مستقیمی دارد. (اسدی رحمانی و همکاران، ۱۳۹۱). لذا عوامل محیطی از جمله شرایط اقلیمی، فاصله از مزرعه و اندازه مزرعه و دسترسی به کودهای زیستی و آلی می‌توانند در توسعه به‌کارگیری این نهاده‌ها مؤثر باشند، همچنین عوامل تکنولوژیکی از جمله: کیفیت کود زیستی و آلی تولیدشده و ویژگی‌های این نهاده‌ها که شامل: میزان مزیت نسبی، ظرفیت سازگاری و تطبیق‌پذیری، پیچیدگی، آزمون‌پذیری و رؤیت پذیری دستاوردها و پیامدهای به‌کارگیری این نهاده‌ها است می‌تواند در توسعه به‌کارگیری آن‌ها توسط کشاورزان مؤثر باشد.

با توجه به آنچه بحث شد، مصرف کودهای زیستی و آلی در راستای دستیابی به اهداف توسعه پایدار بسیار حائز اهمیت است. همچنین موانع پذیرش فناوری کودهای زیستی تنها فنی نیست؛ عوامل اجتماعی و نهادی نقش قابل توجهی دارند. مطالعات کیفی و بررسی رفتار کشاورزان در ایران عواملی مانند کمبود اطلاع‌رسانی ترویجی، عدم اعتماد به عملکرد محصول در مزرعه، ضعف زنجیره توزیع محصولات با کیفیت و فقدان مشوق‌های سیاستی را از دلایل کندی پذیرش گزارش کرده‌اند. تحلیل‌های اجتماعی همچنین بر لزوم هماهنگی میان بخش‌های تحقیقاتی، تولیدی و دفاتر ترویجی تأکید دارند (جعفری و همکاران، ۱۴۰۲). از طرفی پژوهش و تولید کودهای زیستی در ایران از حدود دو دهه اخیر شکل تجاری به خود گرفته و تحقیقات مروری داخلی نشان می‌دهد که شمار

تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۳، شماره ۲، ۱۶۲-۱۸۰، پاییز و زمستان ۱۴۰۴

پایان‌نامه‌ها، مقالات و گزارش‌های فنی طی دهه‌های اخیر افزایش یافته است؛ با این حال جایگاه عملی و سهم بازار کودهای زیستی در مقایسه با کودهای شیمیایی هنوز محدود است. از اینرو ادبیات داخلی بر نیاز به مطالعات میدانی طولی، استانداردسازی و اقدامات ترویجی-سیاستی تأکید دارد (ساریخانی و امینی، ۱۳۹۹). شایان ذکر است که موضوع تحقیق حاضر از نظر کاربردی بودن در اسناد بالادستی (سازوکارهای قانونی-سیاست‌گذاری) مورد توجه قرار گرفته است. اما با توجه به اطلاعات حاصل‌شده از میزان استفاده از کودهای شیمیایی در سطح منطقه مورد مطالعه (شهرستان نظرآباد)؛ بر اساس آخرین آمار، در استان البرز در سال ۱۴۰۱ میزان استفاده از کود از ۱۲۲۶۳ تن، کود فسفره ۲۱۷۷ تن و کود پتاسه ۱۳۰۴ تن بوده است. روند موجود غیر پایدار بوده و هر سال میزان استفاده از کودهای شیمیایی در حال افزایش است (آمارنامه کشاورزی^۱، ۱۴۰۲). در شهرستان نظرآباد، واقع در استان البرز، با توجه به شرایط اقلیمی و خاکی خاص این منطقه، استفاده از کودهای زیستی و آلی می‌تواند به‌عنوان راهکاری مؤثر برای افزایش بهره‌وری پایدار کشاورزی مطرح شود. با این حال، اطلاعات دقیقی در خصوص میزان پذیرش، نوع و روش‌های استفاده از این کودها در این شهرستان وجود ندارد. بنابراین مسئله تحقیق حاضر این است که توسعه بکارگیری کودهای آلی و زیستی در استان البرز با چه موانعی روبروست و چه سازوکارهایی بر توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی در شهرستان نظرآباد استان البرز مؤثرند؟ به‌عبارت‌دیگر شناسایی چالش‌ها و یافتن و سازوکارهایی که بتواند روند جاری را به سمت توسعه استفاده از کودهای زیستی و آلی در منطقه مورد مطالعه سوق دهند مسئله اصلی تحقیق حاضر است. در خصوص موانع و مؤلفه‌های توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی در واحدهای بهره‌برداری کشاورزی تحقیقات مختلفی انجام شده است که به برخی اشاره می‌شود.

با توجه به این که هدف پژوهش حاضر شناسایی و بررسی موانع و مؤلفه‌های توسعه بکارگیری کودهای زیستی و آلی بوده، بنابراین در این بخش ضرورت ایجاد می‌کند به طور خلاصه به بررسی برخی از مطالعات داخلی و خارجی مرتبط با موضوع پرداخته شود، که در این راستا مطالعات انجام شده داخلی در دو بخش موانع و چالش‌های بکارگیری کودهای زیستی و آلی و عوامل مؤثر بر توسعه بکارگیری کودهای زیستی و آلی مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس به بررسی مطالعات خارجی پرداخته می‌شود. در رابطه با موانع و چالش‌های بکارگیری کودهای زیستی و آلی، پژوهش‌های اجتماعی و نهادی در ایران نشان می‌دهند که ضعف ترویج، توزیع و سیاست‌گذاری از دلایل مهم پذیرش محدود است. بطوریکه تحلیلی جامعه‌شناختی از موانع اجتماعی پذیرش فناوری‌های پیشرفته در بخش کشاورزی-روستایی ایران توسط جعفری و همکاران (۱۴۰۲) مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که در طول سه دهه مورد مطالعه، آشنایان سیاستی در حوزه قوانین و نهادسازی توسط دولت و آشنایان فناوری در حوزه ارتقای فناوری و توسعه بازار توسط تولیدکنندگان کود زیستی ایجاد شده است. همچنین در سایه تحولات جهانی تحریم، جنگ، افزایش قیمت کود و تقاضا برای محصولات سالم، دورنمای داخلی نیز تحت فشار قرار گرفته اما منجر به افزایش قابل توجهی در پذیرش کود زیستی نشده است. خسروی (۱۴۰۰)، در مطالعه جامع پژوهش‌ها و کاربرد کودهای زیستی در زراعت گندم در ایران، دریافت از محدودیت‌های مصرف کودهای زیستی می‌توان به کم بودن مقدار ماده آلی در خاک‌های ایران و هتروتروف بودن باکتری‌های مورد استفاده، فراوانی کودهای شیمیایی، نیاز به تجهیزات و ملاحظات خاص و عدم ارتباط مناسب بین بخش پژوهش، تولید و ترویج کودهای زیستی اشاره نمود. عرب صیفی و همکاران (۱۳۹۷)، مهم‌ترین موانع بکارگیری کودهای بیولوژیک را به ترتیب موانع آموزشی-ترویجی، موانع سیاست‌گذاری، موانع روان‌شناختی، موانع اجتماعی، موانع اقتصادی و موانع زیست‌محیطی می‌دانند. برخی از مطالعات مربوط به کودهای زیستی و آلی عوامل و یا راهکارهای مؤثر بر توسعه بکارگیری کودهای زیستی و آلی را مورد بررسی قرار داده‌اند به عنوان مثال علیلو و همکاران (۱۴۰۳) ضرورت و اهمیت کاربرد پهبادا در شالیزارهای دشت هراز را بررسی نمودند. نتایج تحقیقات ایشان نشان داد که که ضروری‌ترین و بااهمیت‌ترین دلایل کاربرد پهبادا در برنج‌کاری شامل کاهش سختی کار کشاورزان، کاهش میزان مصرف سموم و

1. <https://www.maj.ir/>

تحلیل توسعه کاربرد کودهای.../زارع اماموردی‌خانی و همکاران

کودهای شیمیایی (از طریق سم‌پاشی اصولی و دقیق) و آلودگی ناشی از آن‌ها، کاهش فشار به منابع آب کشاورزی از طریق استفاده دقیق، صرفه‌جویی در زمان، صرفه‌جویی در هزینه، انعطاف‌پذیری (انجام مأموریت‌های کشاورزی ترکیبی) و تحرک بالا (سرعت) و شناسایی بیماری‌های محصولات کشاورزی می‌باشند. غلامی و همکاران (۱۴۰۰)، در بررسی عوامل مؤثر بر کاربرد کودهای زیستی توسط کشاورزان در روستای ینگچه شهرستان زنجان دریافتند که هیچ یک از متغیرهای فردی اثر معنی‌داری بر کاربرد کودهای زیستی توسط کشاورزان نداشتند؛ در حالی که ویژگی‌های نوآوری در سه بعد آزمون‌پذیری، رؤیت‌پذیری و پیچیدگی اثر معنی‌داری بر کاربرد این کودها دارند. در بین ویژگی‌های مورد بررسی، رویت‌پذیری دارای ضریب تأثیر بالاتری بر متغیر استفاده از کودهای زیستی در روستای ینگچه بود. در ادامه نتایج مطالعه خسروی (۱۴۰۰)، نشان داد که وجود متخصصین ماهر، دانش‌های فنی و زیرساخت‌های لازم در بخش خصوصی از پتانسیل‌ها و فرصت‌های مناسب برای رونق تولید کودهای زیستی در زراعت گندم در ایران است. صافی سیس و همکاران (۱۳۹۸)، در مطالعه‌ای دریافتند عوامل‌های مؤثر بر الزام‌های آموزشی توسعه فناوری زیستی را می‌توان در ۶ عامل سیاست‌گذاری، مدیریتی، تحقیقاتی، ترویجی، زراعی و مصرفی خلاصه کرد که در مجموع ۴۹ درصد از واریانس متغیرهای مؤثر بر الزام‌های آموزشی فناوری زیستی کشاورزی را تبیین کردند. نتایج مطالعه نجفی (۱۳۹۷)، نشان داد؛ متغیرهای سابقه کشاورزی، تحصیلات، نوع مالکیت زمین، قیمت کود، شرکت در کلاس‌های ترویجی، نوع محصول غالب تولید و دانش فنی کشاورز از عوامل مؤثر بر احتمال بکارگیری کودهای بیولوژیکی در بین کشاورزان منطقه هستند. همچنین وی دریافت متغیرهای سابقه کشاورزی، تحصیلات، شرکت در کلاس‌های ترویجی، دانش فنی، قیمت و هزینه تولید به صورت معنی‌داری بر میزان بکارگیری کودهای زیستی توسط کشاورزان مورد مطالعه مؤثر هستند. همچنین شفیع و همکاران (۱۳۹۵)، دریافتند متغیرهای میزان ادراک زیست‌محیطی و اقتصادی اثرات استفاده از کودهای زیستی، میزان عوامل انگیزشی برای مصرف کودهای زیستی، میزان سطح زیرکشت و میزان دسترسی به ادوات مورد نیاز برای استفاده از کودهای زیستی، حدود ۴۳ درصد از تغییرات متغیر وابسته را تبیین می‌کند. در خصوص مطالعات خارج از کشور محققان در بررسی چالش‌ها و فرصت‌ها در تجاری‌سازی کودهای زیستی نشان دادند که چالش‌های تجاری‌سازی کودهای زیستی شامل عرضه به‌موقع کشت‌ها، پاسخ آهسته کودهای زیستی، در دسترس بودن کودهای زیستی باکیفیت پایین در بازار، تولید محدود در مقیاس صنعتی و نیاز به فرمولاسیون بهبودیافته و کودهای زیستی جدید است (Yadav & Yadav, 2024). طی پژوهشی زئو و همکاران (۲۰۲۴)، توسعه کودهای زیستی برای کشاورزی پایدار در طول چهار دهه (۱۹۸۰-۲۰۲۲) بررسی کردند و نتایج نشان داد که کودهای زیستی می‌توانند بر وضعیت تغذیه گیاهان تأثیر بگذارند، هورمون‌های گیاهی را تنظیم کنند و محیط خاک و میکروبیوم را بهبود بخشند. باکتری‌های مورد استفاده به‌عنوان کودهای زیستی، شامل سودوموناس، آزوسپیریلوم و باسیلوس نیز از طریق استخراج کتاب‌سنجی شناسایی شدند. دیگر محققان در پژوهشی توسعه پیشرفته فرمولاسیون‌های کود زیستی با استفاده از میکروارگانیسم‌ها به‌عنوان وسیله تلفیق برای کشاورزی پایدار و محیط‌زیست را مطالعه نمودند و طی آن گزارش نمودند که میکروارگانیسم‌ها نقش اساسی در تقویت رشد گیاهان دارند. باکتری‌های پروبیوتیک گیاهی قادر به تعامل با میزبان با تکمیل مواد مغذی و ترکیبات موردنیاز گیاه هستند. معرفی کودهای زیستی اثرات باورنکردنی بر گیاهان نشان داده و قادر به حفظ طبیعت است. انتخاب سویه‌های باکتریایی مؤثر و حامل‌های مناسب در تولید کودهای زیستی مهم است (Mohamad Sarbani & Yahaya, 2022). بررسی اثر استفاده از کود زیستی باسیلوس سوبتیلیس در کاهش مصرف کود شیمیایی و بهبود کیفیت میوه در باغات پرتقال خونی تاروکو، توسط کی یو و همکاران^۱ (۲۰۲۱)، نشان داد استفاده از کود زیستی منجر به کاهش مصرف کود شیمیایی شده و کیفیت محصول را افزایش می‌دهد. ترویج کشاورزی ارگانیک و پایدار از طریق استفاده از کودهای زیستی توسط کاسا^۲ و همکاران (۲۰۲۱) مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج

1. Qiu et al

2. KCa

نشان داد که استفاده از کودهای زیستی توسعه اقتصادی کشاورزی پایدار را افزایش می‌دهد، چرخه اکولوژیکی را پایدار می‌کند و به درک توسعه کشاورزی پایدار منطقه کمک کرده است. همچنین آنان اظهار کردند که باید مطالعات عمیق‌تری صورت گیرد تا کشاورزان بتوانند درک روشنی از نقش کود زیستی و کشاورزی ارگانیک در حفظ کشاورزی پایدار داشته باشند.

روش پژوهش

این پژوهش از نظر ماهیت از نوع پژوهش‌های کمی، از لحاظ میزان کنترل متغیرها از نوع غیرآزمایشی و از نظر هدف جزء تحقیقات کاربردی بوده و به روش توصیفی-همبستگی انجام شده است. جامعه آماری پژوهش، ۲۹۵۱ نفر بهره‌بردار کشاورزی در حیطه زراعی در شهرستان نظرآباد استان البرز بود. نمونه‌گیری به صورت دومرحله‌ای انجام شد در مرحله اول بر اساس نمونه‌گیری طبقه‌ای با انتساب متناسب بین دهستان‌های مختلف در شهرستان مذکور صورت گرفت و در مرحله دوم در سطح روستاها، انتخاب نمونه تحقیق به صورت تصادفی ساده صورت گرفت. برای تعیین حجم نمونه از فرمول تصحیح جامعه محدود^۱ دانیل (Daniel, 1999) با در نظر گرفتن خطای ۵ درصد، ۲۲۸ نفر تعیین شد که به همین تعداد پرسشنامه تکمیل گردید. در پژوهش حاضر ابزار اصلی گردآوری داده‌ها، پرسشنامه بوده است که این پرسشنامه مستند بر مرور ادبیات تحقیق بوده و با توجه به اهداف تحقیق، مشتمل بر سه بخش بوده است. در بخش اول به مشخصات فردی و حرفه‌ای کشاورزان پرداخته شده است و در بخش دوم پرسشنامه موانع و چالش‌های توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی از دیدگاه کشاورزان مورد مطالعه در مقیاس ترتیبی مورد بررسی قرار گرفت. در بخش سوم پرسشنامه نیز سازوکارهای توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی در مقیاس ترتیبی (۱ الی ۱۰) از دیدگاه ایشان مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. گویه‌های ابزار تحقیق در بخش موانع و چالش‌های توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی (موانع آموزشی و ترویجی ۴ گویه، موانع اقتصادی-بازاری ۸ گویه، موانع اجتماعی فرهنگی و نهادی ۳ گویه، موانع زیرساختی و تکنولوژیکی ۶ گویه و موانع قانونی و سیاست‌گذاری ۲ گویه) و گویه‌های ابزار تحقیق در بخش سازوکارهای توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی (آموزشی و ترویجی ۸ گویه، اجتماعی- فرهنگی و نهادی ۶ گویه، زیرساختی و تکنولوژیکی ۲ گویه، اقتصادی-بازاری ۷ گویه و قانونی و سیاست‌گذاری ۲ گویه) با استفاده از متغیرهای مستخرج از مرور ادبیات و نیز یافته‌های حاصل از مصاحبه‌های باز با کارشناسان جهاد کشاورزی، کشاورزان منطقه مورد مطالعه و اساتید دانشگاه طراحی و تدوین گردید. روایی محتوایی پرسشنامه توسط اساتید دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران و کارشناسان خبره مورد تأیید قرار گرفته است. برای پایایی و تعیین قابلیت اعتماد ابزار تحقیق از آلفای کرونباخ استفاده شد که مقدار آن برای نگرش کشاورزان نسبت به موانع و چالش‌های توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی (۰/۷۰۵) و سازوکارهای توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی (۰/۸۶۵) بود. به این ترتیب با بررسی ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای کشاورزان مورد مطالعه، موانع و مؤلفه‌های توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی در واحدهای بهره‌برداري کشاورزی شهرستان نظرآباد، استان البرز از دیدگاه ایشان شناسایی و مورد تحلیل قرار گرفت. پس از جمع‌آوری داده‌ها، پردازش و تحلیل داده‌ها در دو بخش آمار توصیفی و آمار استنباطی و با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و SmartPLS نسخه ۳،۲،۸ انجام می‌شود. در بخش آمار توصیفی صرفاً به توصیف متغیرها در قالب جداول توزیع فراوانی و با آماره‌هایی مانند میان، مد، میانگین، درصد جمع، درصد معتبر و انحراف معیار و غیره پرداخته شد و در بخش آمار استنباطی از تحلیل عاملی تأییدی با استفاده از رهیافت تخمین حداقل مربعات جزئی بهره گرفته شد.

یافته‌ها

بررسی ویژگی‌های شخصی و حرفه‌ای کارشناسان مورد مطالعه: با توجه به نتایج حاصله، متوسط سن افراد مورد مطالعه در این تحقیق ۴۵ سال بوده است. با توجه به اینکه زنان بیشتر در مسائل جانبی کشاورزی از قبیل دام‌پروری، فرآوری شیر و غیره فعالیت می‌کنند و به صورت مستقیم به کشاورزی نمی‌پردازند، لذا کلیه کشاورزان مورد مطالعه را آقایان تشکیل می‌دادند. بلحاظ سطح

¹ Finite Population Correction

تحلیل توسعه کاربرد کودهای.../زراع اماموردی‌خانی و همکاران

تحصیلات، فقط ۳۰/۳ درصد کشاورزان مورد مطالعه دارای تحصیلات دانشگاهی بودند که ۸/۸ درصد ایشان در رشته‌های مختلف کشاورزی تحصیل نموده بودند. همچنین متوسط سابقه فعالیت کشاورزی بهره‌برداران مورد مطالعه ۲۲ سال بوده است. با دگرگونی در ساختار جوامع و تخصصی شدن امور، توجه به آموزش افزایش یافته، به طوری که آموزش می‌تواند در دیدگاه‌ها و نگرش‌های افراد اثرات مستقیم و غیرمستقیمی داشته باشد لذا بررسی سابقه شرکت در دوره‌های آموزشی مرتبط با مصرف کود نشان داد که ۸۵/۵ درصد از کشاورزان مورد مطالعه در این دوره‌ها شرکت نموده‌اند. با توجه به نتایج تحقیق، میانگین سطح زیر کشت زراعت آبی کشاورزان ۱۰ هکتار، سطح زیر کشت زراعت دیم ۶ هکتار، سطح زیر کشت باغ آبی ۲ هکتار و میانگین سطح کشت گلخانه‌ای ایشان ۱ هکتار بوده است. مطابق با یافته‌ها، توزیع فراوانی کشاورزان بر حسب نوع مالکیت نیز نشان داد که مزارع اکثریت ایشان (۷۰ درصد)، مزرعه شخصی بوده است.

مدل اندازه‌گیری موانع توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی: در روش‌شناسی مدل معادلات ساختاری، ابتدا به ساکن لازم است تا روایی سازه^۱ مورد مطالعه قرار گرفته تا مشخص شود نشانگرهای انتخاب شده برای اندازه‌گیری سازه‌های مورد نظر خود از دقت لازم برخوردار هستند؛ یعنی آیا سؤالات برای اندازه‌گیری متغیرها درست انتخاب شده‌اند یا خیر؟ برای این منظور از تحلیل عاملی تأییدی مرتبه دوم (۲- order CFA)، استفاده می‌شود. به این شکل که بار عاملی هر نشانگر باقیمانده با سازه خود دارای مقدار t معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ درصد باشد. در این صورت این نشانگر از دقت لازم برای اندازه‌گیری آن سازه یا صفت مکنون برخوردار است. به منظور تحلیل مدل برازش یافته قبل از هر چیز لازم است مناسبت معیارهای برازش مدل مورد بررسی قرار گیرد. در این پژوهش برای ارزیابی مدل تحلیل عاملی تأییدی از شاخص‌های کای اسکویر، شاخص بسیار مهم ریشه دوم برآورد واریانس خطای تقریب (RMSEA)، شاخص مجذور میانگین باقیمانده‌های استاندارد شده (SRMR)، شاخص میزان انطباق (GFI)، شاخص نرم‌شده برازندگی (NFI)، شاخص نرم‌نشده برازندگی (NNFI) و شاخص برازندگی تطبیقی (CFI) استفاده شد. با توجه به معیارهای برازش مدل اندازه‌گیری موانع توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی، برازش کلی مدل مناسب بوده و ساختار نظری فرض شده برای مدل مورد تأیید قرار می‌گیرد (جدول ۲). مقادیر بار عاملی برای نشانگرهای هر سازه در (جدول ۳) گزارش شده است که بر اساس آن در بخش موانع آموزشی - ترویجی متغیر X32 به دلیل داشتن مقدار t کمتر از ۱/۹۶ حذف گردید و از بین سایر متغیرهای مربوط به موانع آموزشی - ترویجی متغیر X34 با مقدار بار عاملی (۰/۷۱۲) بیشترین بار عاملی را به خود اختصاص داده است. در بخش موانع اقتصادی - بازاری متغیرهای X31، X37، X40 به دلیل داشتن مقدار t کمتر از ۱/۹۶ حذف گردیدند و از بین سایر متغیرهای مربوط به موانع اقتصادی - بازاری متغیر X46 با مقدار بار عاملی (۰/۵۴۳) بیشترین بار عاملی را به خود اختصاص داده است. در بخش موانع اجتماعی - فرهنگی و نهادی متغیر X43 با مقدار بار عاملی (۰/۴۹۳) بیشترین بار عاملی را به خود اختصاص داده است. در بخش موانع زیرساختی - تکنولوژیکی متغیر X52 با مقدار بار عاملی (۰/۴۴۶) بیشترین بار عاملی را به خود اختصاص داده است. همچنین در بخش موانع قانونی - سیاست‌گذاری متغیر X44 با مقدار بار عاملی (۰/۸۹۵) بیشترین بار عاملی را به خود اختصاص داده است. بر اساس (جدول ۲) مقدار (VIF) متغیرها کمتر از ۵ بود بنابراین هم‌راستایی چندگانه رخ نداده است.

جدول ۲. شاخص‌های برازش مدل اندازه‌گیری موانع توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی

شاخص برازش	دامنه مورد قبول	مقدار	نتیجه
(X^2) کای اسکویر		۱۷۳/۷۱	
درجه آزادی df		۳۷۱	

1. Construct Validity

2. Second order Confirmatory Factor Analysis

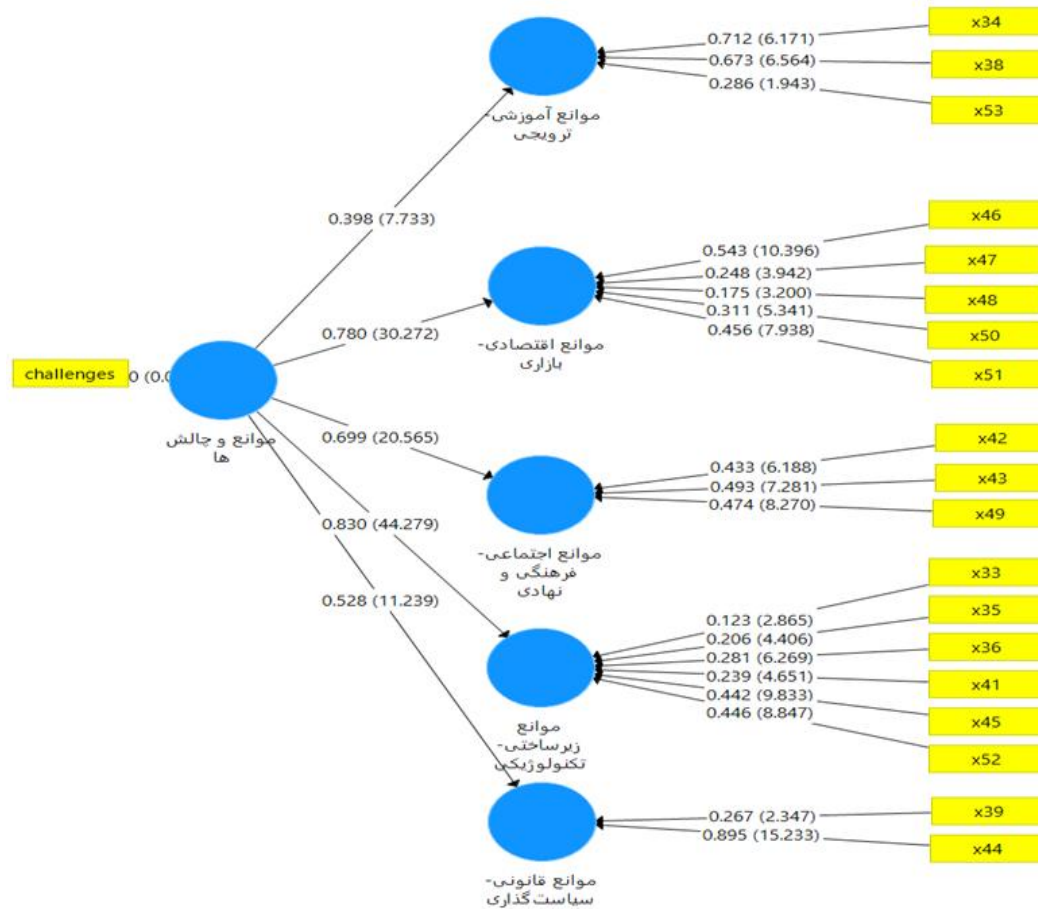
تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۳، شماره ۲، ۱۶۲-۱۸۰، پاییز و زمستان ۱۴۰۴

نتیجه	مقدار	دامنه مورد قبول	شاخص برازش
بسیار خوب	۰/۴۷	≤ 3	(X^2/df) مجذور کای اسکویر به درجه آزادی
بسیار خوب	۰/۰۸۰	$\leq 0/08$	ریشه دوم میانگین خطای تقریب RMSEA
بسیار خوب	۰/۰۳۴	$\leq 0/05$	مجدور میانگین باقیمانده‌های استاندارد شده SRMR
بسیار خوب	۰/۹۵	$\geq 0/90$	GFI شاخص میزان انطباق
بسیار خوب	۰/۹۰	$\geq 0/90$	NFI شاخص نرم شده برازندگی
بسیار خوب	۰/۹۳	$\geq 0/90$	NNFI شاخص نرم نشده برازندگی
بسیار خوب	۰/۹۳	$\geq 0/90$	CFI شاخص برازندگی تطبیقی

جدول ۳. نتایج مدل اندازه‌گیری موانع و چالش‌های توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی در شهرستان

سازه (متغیر پنهان)	نشانه‌گر	علامت	بار عاملی	مقدار t	VIF
موانع آموزشی - ترویجی	فقدان اطلاعات کافی کشاورزان در رابطه با نحوه استفاده از کودهای زیستی و آلی	X32	حذف	حذف	-
	نبود دانش فنی لازم برای به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی در بین کشاورزان شهرستان	X34	حذف	۰/۷۱۲	۱/۰۲۱
	پایین بودن اطلاعات و دانش کشاورزان در مورد انواع کودهای زیستی و آلی	X38	حذف	۰/۶۷۳	۱/۰۲۳
	نداشتن اطلاعات کافی در بین کشاورزان نسبت به استفاده از کودهای زیستی و آلی	X53	حذف	۰/۲۸۶	۱/۰۱۶
	عدم دسترسی آسان به بازارهای تأمین کودهای زیستی و آلی در شهرستان	X31	حذف	حذف	-
	قیمت بالای کودهای زیستی و آلی	X37	حذف	حذف	-
	نبود بازارهای فروش محصولات سالم	X40	حذف	حذف	-
	فقر و ضعف بنیه مالی کشاورزان در تأمین کودهای زیستی و آلی	X46	حذف	۰/۵۴۳	۱/۰۵۰
	سودآوری کمتر در هنگام استفاده از کودهای زیستی و آلی در مقایسه با استفاده از کودهای شیمیایی	X47	حذف	۰/۲۴۸	۱/۲۹۹
	مقرون به‌صرفه بودن استفاده از کودهای شیمیایی به‌جای کودهای زیستی و آلی	X48	حذف	۰/۱۷۵	۱/۲۶۴
موانع اقتصادی - بازاری	وجود ریسک کاهش محصول در هنگام استفاده از کودهای زیستی و آلی	X50	حذف	۰/۳۱۱	۱/۲۲۶
	مشکلات مربوط به تأمین کودهای زیستی و آلی از بازار	X51	حذف	۰/۴۵۶	۱/۲۰۸
	نبود مشوق‌ها و حمایت‌های لازم در زمینه تولید محصولات سالم در جامعه	X42	حذف	۰/۴۳۳	۱/۲۸۵
	فقدان فرهنگ‌سازی در زمینه تولید محصولات سالم	X43	حذف	۰/۴۹۳	۱/۳۲۷
	فقدان انگیزه در کشاورزان در به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی	X49	حذف	۰/۴۷۴	۱/۰۴۶
	پایین بودن کیفیت کودهای زیستی و آلی موجود در بازار	X33	حذف	۰/۱۲۳	۱/۰۷۷
	پیچیده‌تر بودن استفاده از کودهای زیستی و آلی نسبت به انواع شیمیایی آن	X35	حذف	۰/۲۰۶	۱/۱۱۶
	دسترسی راحت‌تر به کودهای شیمیایی نسبت به کودهای زیستی و آلی	X36	حذف	۰/۲۸۱	۱/۱۰۲
	زمان‌بر بودن اثرگذاری کودهای زیستی و آلی نسبت به کودهای شیمیایی	X41	حذف	۰/۲۳۹	۱/۲۲۶
	طولانی بودن ظهور اثرات مفید کودهای زیستی و آلی	X45	حذف	۰/۴۴۲	۱/۱۵۷
موانع اجتماعی - فرهنگی و نهادی	مشکلات مربوط به انبارداری کودهای زیستی و آلی	X52	حذف	۰/۴۴۶	۱/۱۷۶
	نبود استاندارد در زمینه تشخیص محصول سالم و عدم تفاوت قیمت آن با سایر محصولات	X39	حذف	۰/۲۶۷	۱/۰۷۷
	عدم حمایت دولت در تأمین کودهای زیستی و آلی	X44	حذف	۰/۸۹۵	۱/۰۷۷
موانع قانونی - سیاست‌گذاری					

تحلیل توسعه کاربرد کودهای.../زارع امام‌وردی‌خانی و همکاران



شکل ۱. مدل تحلیل عاملی مرتبه دوم موانع توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی

مدل اندازه‌گیری سازوکارهای توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی: در روش‌شناسی مدل معادلات ساختاری، ابتدا باید روایی سازه^۱ مورد مطالعه قرار گرفته تا مشخص شود نشانگرهای انتخاب‌شده برای اندازه‌گیری سازه‌های مورد نظر خود از دقت لازم برخوردار هستند؛ یعنی آیا سؤالات برای اندازه‌گیری متغیرها درست انتخاب‌شده‌اند یا خیر؟ برای این منظور از تحلیل عاملی تأییدی مرتبه دوم (2-order CFA)، استفاده می‌شود. به این شکل که بار عاملی هر نشانگر باقیمانده با سازه خود دارای مقدار t معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ درصد باشد. در این صورت این نشانگر از دقت لازم برای اندازه‌گیری آن سازه یا صفت مکنون برخوردار است. با توجه به معیارهای برازش مدل اندازه‌گیری سازوکارهای توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی، برازش کلی مدل مناسب بوده و ساختار نظری فرض شده برای مدل مورد تأیید قرار می‌گیرد (جدول ۴). مقادیر بار عاملی در (جدول ۵) برای نشانگرهای هر سازه آورده شده است. لذا ملاحظه می‌شود در بخش سازوکارهای آموزشی - ترویجی متغیر X54 به دلیل داشتن مقدار t کمتر از ۱/۹۶ حذف گردید و از بین سایر متغیرهای مربوط به سازوکارهای آموزشی - ترویجی متغیر X64 با مقدار بار عاملی (۰/۳۵۹) بیشترین بار عاملی را به خود اختصاص داده است. در بخش سازوکارهای اقتصادی - بازاری متغیر X61 با مقدار بار عاملی (۰/۳۲۲) بیشترین بار عاملی را به خود اختصاص داده است. در بخش سازوکارهای اجتماعی - فرهنگی و نهادی متغیر X66 با مقدار بار عاملی (۰/۴۲۳) بیشترین بار عاملی را به خود اختصاص داده است، همچنین در بخش سازوکارهای زیرساختی - تکنولوژیکی متغیر X73 با مقدار بار عاملی (۰/۶۵۹) بیشترین بار عاملی را به خود اختصاص داده است. همچنین در بخش سازوکارهای قانونی - سیاست‌گذاری متغیر X74 با مقدار بار

1. Construct Validity

2. Second order Confirmatory Factor Analysis

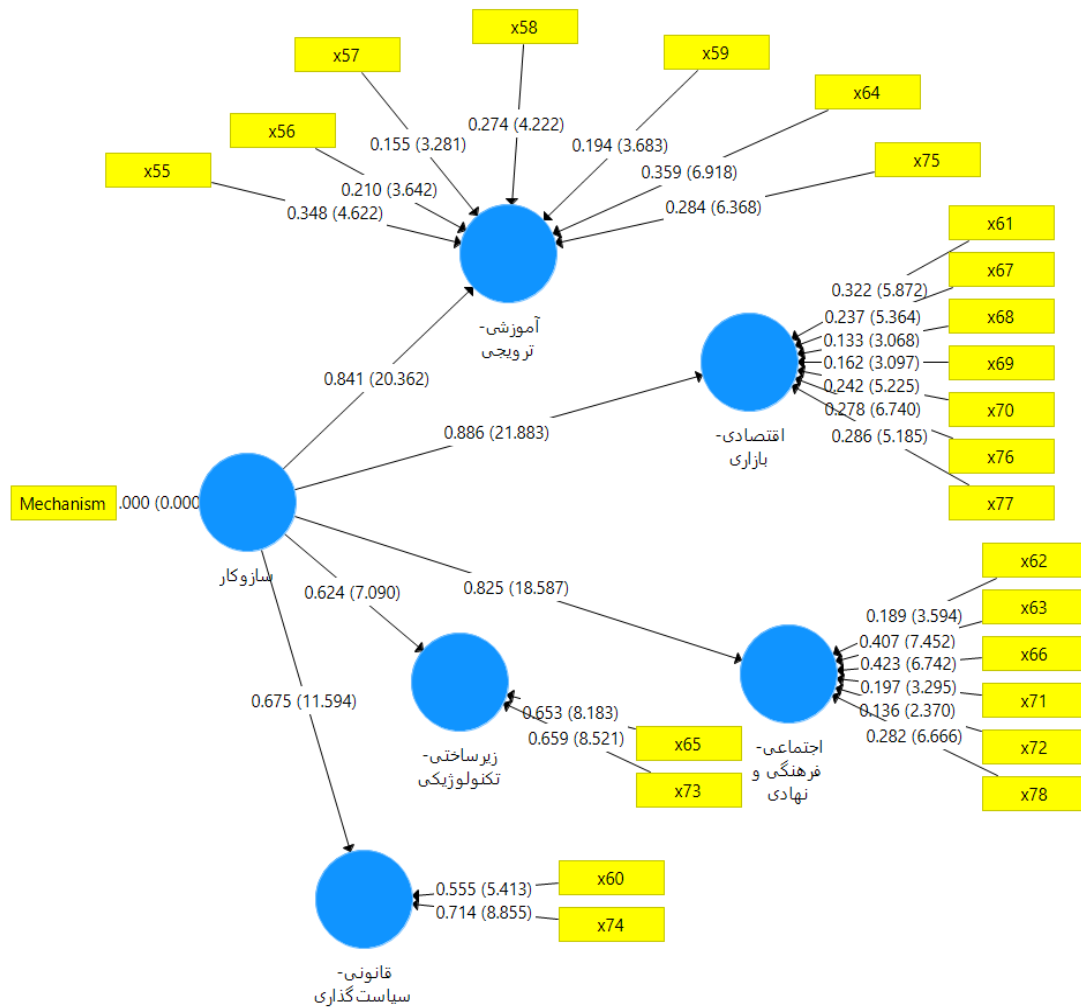
تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۳، شماره ۲، ۱۶۲-۱۸۰، پاییز و زمستان ۱۴۰۴
 عاملی (۰/۷۱۴) بیشترین بار عاملی را به خود اختصاص داده است. بر اساس (جدول ۴-۶۹) مقدار (VIF) متغیرها کمتر از ۵ بود بنابراین هم‌راستایی چندگانه رخ نداده است.

جدول ۴. شاخص‌های برازش مدل اندازه‌گیری سازوکارهای توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی

شاخص برازش	دامنه مورد قبول	مقدار	نتیجه
(X^2) کای اسکویر		۱۴۳/۷۱	
درجه آزادی df		۳۳۴	
(X^2/df) مجذور کای اسکویر به درجه آزادی	≤ 3	۰/۴۳	بسیار خوب
RMSEA ریشه دوم میانگین خطای تقریب	≤ 0.08	۰/۰۴۴	بسیار خوب
SRMR مجذور میانگین باقیمانده‌های استاندارد شده	≤ 0.05	۰/۰۴۱	بسیار خوب
GFI شاخص میزان انطباق	≥ 0.90	۰/۹۷	بسیار خوب
NFI شاخص نرم شده برازندگی	≥ 0.90	۰/۹۰	بسیار خوب
NNFI شاخص نرم نشده برازندگی	≥ 0.90	۰/۹۴	بسیار خوب
CFI شاخص برازندگی تطبیقی	≥ 0.90	۰/۹۲	بسیار خوب

جدول ۵. نتایج مدل اندازه‌گیری سازوکارهای توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی در شهرستان

سازه (متغیر پنهان)	نشانه	علامت	بارعاملی	مقدار VIF
آموزشی - ترویجی	برگزاری کارگاه‌ها یا دوره‌های آموزشی ترویجی برای کشاورزان در زمینه کودهای زیستی	X54	حذف	-
	افزایش آگاهی کشاورزان در زمینه نحوه استفاده از کودهای زیستی و آلی	X55	حذف	۱/۲۱۱
	بازدید کشاورزان از طرح‌های موفق در زمینه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی	X56		۱/۳۱۷
	افزایش انتشار کتب و مقالات مرتبط با کودهای زیستی و آلی توسط سازمان جهاد	X57		۱/۱۶۴
	ارتقای دانش کشاورزان در خصوص مزایای به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی	X58		۱/۱۸۰
	ارائه خدمات مشاوره‌ای در زمینه کاربرد کودهای زیستی و آلی	X59		۱/۱۷۴
	اطلاع‌رسانی در مورد اهمیت مصرف کودهای زیستی و آلی در سلامت محصولات	X64		۱/۱۱۱
	ارتقای دانش زیست‌محیطی کشاورزان در خصوص عواقب مصرف بی‌رویه کودهای	X75		۱/۱۴۲
	بهبود بازار فروش محصولات سالم و باکیفیت	X61		۱/۲۰۱
	افزایش بازارهای فروش کودهای زیستی و آلی باقیمت مناسب	X67		۱/۲۳۱
اقتصادی - بازاری	اعطای تسهیلات بانکی به تولیدکنندگان محصولات سالم	X68		۱/۶۱۸
	اعطای تسهیلات بانکی به تولیدکنندگان کودهای زیستی و آلی	X69		۱/۶۱۶
	کاهش قیمت تمام‌شده کودهای زیستی و آلی	X70		۱/۳۲۲
	اختصاص یارانه به تولید کودهای زیستی و آلی	X76		۱/۲۳۸
	تبلیغ کودهای زیستی و آلی در رسانه‌ها	X77		۱/۱۷۸
اجتماعی - فرهنگی و نهادی	داشتن مدیریت صحیح و مناسب در مزارع برای به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی	X62		۱/۳۳۴
	فرهنگ‌سازی درست در استفاده از کودهای زیستی و آلی	X63		۱/۲۲۰
	توزیع کودهای زیستی و آلی در بین کشاورزان شهرستان توسط تعاونی‌های تولید	X66		۱/۲۱۱
	افزایش ارتباط کشاورزان با مروجان و کارشناسان کشاورزی شهرستان	X71		۱/۲۶۲
	افزایش مشارکت کشاورزان در انجمن‌ها و تعاونی‌های کشاورزی	X72		۱/۲۵۴
زیرساختی - تکنولوژیکی	استفاده از رهبران محلی برای ترویج کودهای زیستی و آلی	X78		۱/۱۵۶
	ارتقای کیفیت کودهای زیستی و آلی در دسترس کشاورزان شهرستان	X65		۱/۰۲۷
	ایجاد زیرساخت‌های لازم جهت فروش محصولات سالم باقیمت مناسب‌تر	X73		۱/۰۲۷
	تصویب قوانین و مقررات در جهت بهبود بازاریابی محصولات زیستی	X60		۱/۰۵۶
قانونی - سیاست‌گذاری	تدوین استانداردهای تشخیص محصولات سالم	X74		۱/۰۵۶



شکل ۲. مدل تحلیل عاملی مرتبه دوم سازوکارهای توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به مباحث مطرح‌شده یکی از دغدغه‌های انسان در عصر حاضر، تولید غذای سالم هم‌زمان با حفظ منابع آب و خاک در دسترس است. در این میان کودهای زیستی جایگاه ویژه‌ای در افزایش بهره‌وری و کاهش نگرانی‌های مرتبط با سلامت، کیفیت و ارزش غذایی محصولات تولید شده دارند. از اینرو این پژوهش با هدف تحلیل موانع و مؤلفه‌های توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی در واحدهای بهره‌برداری کشاورزی در شهرستان نظرآباد استان البرز انجام گرفت. در شناسایی چالش‌ها و موانع توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی در منطقه مورد مطالعه بر اساس مدل تحلیل عاملی تأییدی مرتبه دوم مشخص گردید که موانع زیرساختی-تکنولوژیکی مهم‌ترین موانع به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی در شهرستان نظرآباد است و بعد از آن موانع اقتصادی-بازاری، موانع اجتماعی-فرهنگی و نهادی، موانع قانونی-سیاست‌گذاری، موانع آموزشی-ترویجی به ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار گرفته‌اند.

بر اساس نتایج تحقیق در رابطه با موانع زیرساختی-تکنولوژیکی، مشکلات مربوط به انبارداری کودهای زیستی و آلی به عنوان مهم‌ترین مانع زیرساختی-تکنولوژیکی به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی شناخته شده است در این زمینه خسروی (۱۴۰۱)، به این مورد اشاره کرده است که کودهای زیستی چون حاوی میکروارگانیسم‌های زنده و فعال هستند باید در مکانی دور از نور مستقیم خورشید، خشک و خنک و ترجیحاً دمای ۲ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شوند و دقت شود تا دچار یخ‌زدگی نشوند. لذا پیشنهاد

تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۳، شماره ۲، ۱۶۲-۱۸۰، پاییز و زمستان ۱۴۰۴

می‌گردد آموزش‌های لازم در خصوص شیوه نگهداری کودهای زیستی و آلی در اختیار کشاورزان قرار گیرد. بر اساس نتایج تحقیق در رابطه با موانع اقتصادی - بازاری، فقر و ضعف بنیه مالی کشاورزان در تأمین کودهای زیستی و آلی به عنوان مهم‌ترین مانع اقتصادی - بازاری در بکارگیری کودهای زیستی و آلی شناخته شد. در این راستا یافته‌های مطالعه حسین‌زاده و قربانی (۱۳۹۰)، نشان داد متغیر قیمت یک تن کود حیوانی، سومین عامل مؤثر بر استفاده از کود حیوانی می‌باشد به گونه‌ای که با کاهش یک درصدی این متغیر، استفاده از کود حیوانی به میزان ۰/۸۴۲ درصد افزایش می‌یابد. لذا پیشنهاد می‌گردد جهاد کشاورزی کودهای زیستی و آلی با کیفیت را با قیمت مناسب در اختیار کشاورزان قرار دهد. بر اساس نتایج تحقیق در رابطه با موانع اجتماعی - فرهنگی و نهادی، فقدان فرهنگ‌سازی در زمینه تولید محصولات سالم به عنوان مهم‌ترین مانع اجتماعی - فرهنگی و نهادی در بکارگیری کودهای زیستی و آلی شناخته شد. در این راستا طبق یافته نعیمی و همکاران (۱۳۹۴)، فناوری زیستی جهت قرار گرفتن در مسیر توسعه نیاز به فرهنگ‌سازی همه جانبه دارد برای این کار باید نظام‌های اطلاع رسانی و ارتباط جمعی قوی ایجاد شود. همچنین با توجه به نتایج تحقیق در رابطه با موانع قانونی - سیاست‌گذاری، عدم حمایت دولت در تأمین کودهای زیستی و آلی به عنوان مهم‌ترین مانع قانونی - سیاست‌گذاری در بکارگیری کودهای زیستی و آلی شناخته شد که با یافته‌های تحقیق اسدی رحمانی و همکاران (۱۳۹۱) تطابق دارد. بر اساس نتایج تحقیق در رابطه با موانع آموزشی - ترویجی، نبود دانش فنی لازم برای بکارگیری کودهای زیستی و آلی در بین کشاورزان شهرستان به عنوان مهم‌ترین مانع آموزشی - ترویجی در بکارگیری کودهای زیستی و آلی شناخته شد. این یافته با یافته‌های ورمانی و همکاران (۲۰۰۷)، دهاکال و همکاران، (۲۰۱۸) و (بهاتاچارجی و دی، ۲۰۱۴) که اعتقاد دارند ضعف دانش کشاورزان در مورد استفاده از کود زیستی مانع اصلی پذیرش این نوع کودها بوده است تطابق دارد.

یافته‌های پژوهش در راستای شناخت سازوکارهای مناسب در زمینه توسعه بکارگیری کودهای زیستی و آلی در منطقه مورد مطالعه نشان داد: سازوکارهای اقتصادی - بازاری مهم‌ترین سازوکار توسعه بکارگیری کودهای زیستی و آلی در شهرستان نظرآباد است و بعد از آن سازوکارهای آموزشی - ترویجی، سازوکارهای اجتماعی - فرهنگی و نهادی، سازوکارهای قانونی - سیاست‌گذاری و سازوکارهای زیرساختی - تکنولوژیکی به ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار گرفته‌اند.

بر اساس نتایج تحقیق در رابطه با سازوکارهای اقتصادی - بازاری، بهبود بازار فروش محصولات سالم و با کیفیت به عنوان مهم‌ترین سازوکارهای اقتصادی - بازاری در توسعه بکارگیری کودهای زیستی و آلی شناخته شد. بر این اساس طبق یافته عامریان و همکاران (۱۳۹۶)، فرهنگ‌سازی در جامعه در جهت خرید و مصرف محصولات سالم و لو با قیمت بالا کمک بسیاری در جهت علاقمندی و رضایت کشاورز از کشت محصولات سالم با حداقل مصرف کود خواهد داشت. بر اساس نتایج تحقیق در رابطه با سازوکارهای آموزشی - ترویجی، اطلاع رسانی در مورد اهمیت مصرف کودهای زیستی و آلی در سلامت محصولات کشاورزی به عنوان مهم‌ترین سازوکار آموزشی - ترویجی در توسعه بکارگیری کودهای زیستی و آلی شناخته شد. با توجه به نتایج تحقیق در رابطه با سازوکار اجتماعی - فرهنگی و نهادی، توزیع کودهای زیستی و آلی در بین کشاورزان شهرستان توسط تعاونی‌های تولید کشاورزی به عنوان مهم‌ترین سازوکار اجتماعی - فرهنگی و نهادی در توسعه بکارگیری کودهای زیستی و آلی شناخته شد، که براساس یافته‌های وانگ و همکاران (۲۰۱۸)، عضویت در شرکت‌های تعاونی کشاورزی یکی از عواملی است که بر انتخاب کشاورزان از کودهای آلی به جای کودهای شیمیایی مؤثر است، همچنین بر اساس نتایج تحقیق در رابطه با سازوکار قانونی - سیاست‌گذاری، تدوین استانداردهای تشخیص محصولات سالم به عنوان مهم‌ترین سازوکار قانونی - سیاست‌گذاری در توسعه بکارگیری کودهای زیستی و آلی شناخته شد. در نهایت بر اساس نتایج تحقیق در رابطه با سازوکار زیرساختی - تکنولوژیکی، ایجاد زیرساخت‌های لازم جهت فروش محصولات سالم با قیمت مناسب‌تر به عنوان مهم‌ترین سازوکار زیرساختی - تکنولوژیکی در توسعه بکارگیری کودهای زیستی و آلی شناخته شد. با توجه به نتایج بدست آمده تحقیق در خصوص موانع و سازوکارهای توسعه بکارگیری کودهای زیستی و آلی پیشنهادهای ذیل مطرح می‌گردد.

۱- بررسی چالش‌ها و موانع توسعه بکارگیری کودهای زیستی و آلی در این تحقیق نشان داد که موانع اقتصادی - بازاری، به‌ویژه فقر

تحلیل توسعه کاربرد کودهای.../زارع اماموردی‌خانی و همکاران

و ضعف بنیه مالی کشاورزان در تأمین کودهای زیستی و آلی از جمله چالش‌های کشاورزان است لذا پیشنهاد می‌گردد با فراهم شدن زمینه همکاری بیشتر شرکت‌های تولیدکننده کودهای زیستی و آلی با سازمان جهاد کشاورزی در جهت عرضه کودهای زیستی و آلی با قیمت مناسب برای کشاورزان و همچنین با عرضه این کودها توسط تعاونی‌ها و تشکل‌های کارآمد در روستاها، میتوان هزینه تأمین این کودها را به حداقل میزان ممکن کاهش داد.

۲- بر اساس نتایج تحقیق یکی دیگر از موانع اصلی توسعه بکارگیری کودهای زیستی و آلی، موانع زیرساختی- تکنولوژیکی است بنابراین پیشنهاد می‌گردد مراکز عرضه کودهای زیستی و آلی به کشاورزان و همچنین سازمان جهاد کشاورزی با معرفی کودهای زیستی و آلی با کیفیت و ارائه آموزش‌های لازم در زمینه شیوه بکارگیری و نگهداری این کودها موانع زیرساختی- تکنولوژیکی موجود را کاهش دهد.

۳- بر اساس نتایج تحقیق در زمینه موانع اجتماعی- فرهنگی و نهادی موجود، به‌ویژه فقدان فرهنگ‌سازی در زمینه تولید محصولات سالم پیشنهاد می‌گردد با تدوین برنامه‌های مناسب در جهت ارتقای فرهنگ‌سازی در زمینه تولید محصولات سالم و ارائه از طریق رسانه‌ها به‌ویژه رسانه‌های ارتباط جمعی، زمینه ترغیب کشاورزان به سمت تولید محصولات سالم فراهم شود همچنین با ایجاد سازوکارهای نظارت مؤثر از جمله موظف کردن کارشناسان مربوطه به نظارت و کنترل باقی مانده کودهای شیمیایی در محصولات کشاورزی، ارائه تسهیلات با بهره کم به کشاورزان تولیدکننده محصولات سالم و ارائه خدمات بیمه‌ای و تقدیر از کشاورزان تولیدکننده محصولات سالم میتوان گام مؤثری در جهت فرهنگ‌سازی تولید محصولات سالم برداشت.

۴- بر اساس نتایج تحقیق سازوکارهای اقتصادی - بازاری، به‌ویژه بهبود بازار فروش محصولات سالم و با کیفیت می‌تواند نقش مؤثری در توسعه بکارگیری کودهای زیستی و آلی ایفا نماید. در این راستا پیشنهاد می‌گردد با ایجاد مراکز بخصوصی در سطح شهر و میدان‌های میوه و تره‌بار مختص عرضه محصولات سالم و با کیفیت و عرضه این محصولات با قیمت مناسب همچنین از طریق تشکیل تیم‌های بازاریابی قوی و با افزایش تبلیغات در زمینه مزایای استفاده از محصولات سالم و اختصاص یارانه به تولید محصولات سالم میتوان زمینه بهبود تولید و بازار فروش محصولات سالم را فراهم نمود.

۵- بر اساس نتایج تحقیق در رابطه با سازوکارهای آموزشی - ترویجی، به‌ویژه اطلاع‌رسانی در مورد اهمیت مصرف کودهای زیستی و آلی در سلامت محصولات کشاورزی پیشنهاد می‌گردد با ارائه برنامه‌های جامع ترویجی و آموزشی و برگزاری کارگاه‌های آموزشی در جهت افزایش اطلاع‌رسانی در مورد اهمیت مصرف کودهای زیستی و آلی به‌ویژه برای کشاورزان پیشرو میتوان بکارگیری کودهای زیستی و آلی را در بین کشاورزان افزایش داد.

۶- با توجه به نتایج تحقیق در رابطه با اهمیت سازوکار اجتماعی- فرهنگی و نهادی، به‌ویژه توزیع کودهای زیستی و آلی در بین کشاورزان شهرستان توسط تعاونی‌های تولید کشاورزی پیشنهاد می‌گردد با ایجاد و توسعه تشکل‌های کشاورزی از جمله تعاونی‌ها در سطح شهرستان به منظور ارائه خدمات مشاوره‌ای و توزیع کودهای زیستی و آلی بین کشاورزان زمینه ارتقای بکارگیری کودهای زیستی و آلی و افزایش تولید محصولات سالم را فراهم نمود.

حامی مالی

بنا به اظهار نظر نویسنده مسئول، این مقاله حامی مالی نداشته است.

سهام نویسندگان در پژوهش

با توجه اینکه مقاله حاضر مستخرج از پایانامه می‌باشد، سهم و نقش نویسنده اول، به عنوان دانشجوی پایان نامه، نویسنده دوم به عنوان راهنما و نویسنده سوم و چهارم به عنوان استاد مشاور بود.

تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۳، شماره ۲، ۱۶۲-۱۸۰، پاییز و زمستان ۱۴۰۴

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از همه افراد، به دلیل مشاوره و راهنمایی علمی و مشارکت آنها در این مقاله تشکر و قدرانی می‌نمایند.

منابع

- اسدی رحمانی، هادی. (۱۴۰۲). کشاورزان سالانه چقدر نیاز دارند؟
- اسدی رحمانی، هادی؛ و کاری دولت‌آباد، حسین. (۱۳۹۹). اثرات بلند مدت کودهای شیمیایی بر ریز جانداران خاک. مدیریت اراضی. ۸ (۱)، ۱۲۷-۱۰۵.
- اسدی رحمانی، هادی؛ خاوازی، کاظم؛ اصغر زاده، احمد؛ رجالی، فرهاد؛ و افشاری، میترا. (۱۳۹۱). کودهای زیستی در ایران: فرصت‌ها چالش‌ها. مجله پژوهش‌های خاک، جلد ۲۶، ۷۷-۸۷.
- اطهری، زهرا؛ و باباجانی، عرفان. (۱۴۰۰). تحلیل موانع استفاده از کودهای ارگانیک توسط کشاورزان (مورد مطالعه: دهستان بیلوار، شهرستان کرمانشاه). پنجمین همایش ملی فناوری‌های نوین در کشاورزی، منابع طبیعی و محیط‌زیست ایران، تهران، پیر هادی، زهرا. (۱۴۰۰). بررسی سازه‌های محیطی مؤثر بر سطح کارآفرینی کسب‌وکارهای خانگی زنان روستایی استان البرز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- حسن‌پور، بهروز؛ کشاورز، کاووس؛ و چاکر الحسینی، محمدرضا. (۱۴۰۰). بررسی اقتصادی اثربخشی کود زیستی بر عملکرد و سودآوری در ذرت کاری‌ها. مجله اقتصاد کشاورزی، ۱۵ (۴)، ۲۳-۴۴.
- جعفری، محسن؛ جانعلی زاده چوببستی، حیدر؛ و رزاقی، نادر. (۱۴۰۲). تحلیل جامعه‌شناختی از موانع اجتماعی پذیرش فناوری‌های پیشرفته در بخش کشاورزی-روستایی ایران (مورد مطالعه: فناوری بیولوژیک). مجله جامعه‌شناسی نهادهای اجتماعی، ۱۰ (۲۲)، ۳۱-۶۳.
- خسروی، هوشنگ. (۱۴۰۱). کودهای زیستی: ترویج، توصیه و روش‌های مصرف در محصولات کشاورزی. مجله ترویج علم، ۱۳ (۲۲)، ۹۰-۱۱۱.
- خسروی، هوشنگ. (۱۴۰۰). نحوه کاربرد و استفاده از کودهای زیستی. هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه تجدید حیات حکیمانه خاک و حکمروائی حکیمانه آب، کرج، ۲۶ مهر ۱۴۰۰.
- رفیعی، امیرحسین؛ آقا علیخانی، مجید؛ و مدرس ثانوی، سیدعلی. (۱۳۹۲). بازتاب سویا به مقدار کاربرد نیتروژن در سیستم‌های تغذیه‌ای متداول، آلی و تلفیقی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۴ (۲)، ۱-۱۸.
- زارع اماموردیخان، زهرا. (۱۴۰۲). بررسی سازوکارهای توسعه به‌کارگیری کودهای زیستی و آلی در واحدهای بهره‌برداری کشاورزی شهرستان نظرآباد، استان البرز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، گروه مدیریت و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران
- ساریخانی، محمدرضا؛ و امینی، روح‌اله. (۱۳۹۹). کودهای زیستی در کشاورزی پایدار: نگاهی به تحقیقات کودهای زیستی در ایران. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۳۰ (۱)، ۳۶۵-۳۲۹.
- شفیعی، فاطمه؛ رضوان فر، احمد؛ و میر ترابی، مهدیه. (۱۳۹۷). بررسی عوامل مؤثر بر رفتار استفاده از کودهای زیستی به‌وسیله کشاورزان استان البرز. مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره بیستم، شماره ۱، ۱۰۵-۱۱۸.
- شفیعی، فاطمه؛ رضوانفر، احمد؛ و میر ترابی، مهدیه. (۱۳۹۵). بررسی عوامل مؤثر بر رفتار استفاده از کودهای زیستی به وسیله کشاورزان استان البرز. مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره بیستم، شماره ۱، ۱۰۵-۱۱۸.
- عامریان، معصومه؛ علی محمدیان، لقمان؛ و ملک حسینی، افسانه. (۱۳۹۶). ارزیابی دلایل بی‌توجهی و غفلت کشاورزان از عوارض سوءمصرف کودهای شیمیایی (به‌ویژه کود ازته) به روش بحث متمرکز گروهی. مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۹ (۴)، ۳۵-۴۷.
- عبدی، محمد. (۱۳۸۲). تجارب چند کشور در خصوص ایجاد پذیرش عمومی بیوتکنولوژی. شبکه تحلیل گران تکنولوژی ایران، علیلو، جمیله؛ عباسی، عنایت؛ کرمی دهکردی، اسماعیل؛ قنبری پر مهر، عبادت؛ و کاناواری، م. (۱۴۰۳). تحلیل ضرورت و اهمیت کاربرد پهپادها در شالیزارهای دشت هراز. مجله تحقیقات ترویج و توسعه کشاورزی، ۱۱ (۱)، ۱۷۴-۱۶۰.
- غلامی، حسام‌الدین؛ قلی فر، احسان؛ لوابی آدریانی، رسول؛ و قاسمی، جواد. (۱۴۰۰). عوامل مؤثر بر کاربرد کودهای زیستی توسط کشاورزان در روستای ینگجه شهرستان زنجان. نشریه علمی ترویجی مدیریت اراضی، ۱۹ (۱)، ۱۵۶-۱۴۱.
- غلامی، حسام‌الدین؛ قاسمی، جواد؛ و سوختانلو، مجتبی. (۱۳۹۷). ترویج کودهای زیستی به‌منظور حفاظت از محیط‌زیست: چالش‌ها و راهکارها. سومین همایش ملی حفاظت از منابع طبیعی و محیط‌زیست با محوریت آبخیزداری، دانشگاه محقق اردبیلی، ۱۰ مهرماه ۱۳۹۷.
- قربانی جاوید، مجید؛ و بینش، سحر. (۱۳۹۵). ضرورت تولید و استفاده از کودهای زیستی. سومین همایش یافته‌های نوین در محیط‌زیست و

تحلیل توسعه کاربرد کودهای.../زارع امام‌وردی‌خانی و همکاران

- اکوسیستم‌های کشاورزی. مهر ۱۳۹۵. پژوهشکده انرژی‌های نو و محیط‌زیست دانشگاه تهران.
- کشاورز، پیمان؛ مشیری، فرهاد؛ طهرانی، محمد مهدی؛ و بلالی، محمدرضا. (۱۳۹۴). [راهبردهای مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک در تولید گندم در ایران](#). نشریه مدیریت اراضی. ۱(۳)، ۶۱-۷۲.
- کهزادی، حمید. (۱۳۹۷). [بررسی مدیریت مصرف نهاده‌های کشاورزی در مزارع گندم شهرستان تویسرکان](#). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- موحد محمدی، حمید. (۱۳۸۲). [آموزش کشاورزی](#). تهران: انتشارات موسسه توسعه روستایی ایران.
- میر کریمی، شهرزاد؛ جولایی، رامتین؛ اشراقی، فرشید؛ و شیرانی بیدآبادی، فرهاد. (۱۳۹۵). [مدیریت الگوی کشت محصولات زراعی با تأکید بر ملاحظات زیست‌محیطی \(مطالعه موردی شهرستان آمل\)](#). مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۸(۳)، ۲۴۳-۲۵۳.
- نجفی، مهدی. (۱۳۹۷). [بررسی عوامل مؤثر بر کاربرد کودهای بیولوژیکی توسط کشاورزان: مطالعه موردی منطقه تربت‌حیدریه](#). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تربت‌حیدریه.
- نجفی، مهدی؛ محتشمی، تکتّم؛ و طوسی، مهدیه. (۱۳۹۶). [بررسی عوامل مؤثر بر کاربرد کودهای بیولوژیکی توسط کشاورزان: مطالعه موردی منطقه تربت‌حیدریه، دومین همایش بین‌المللی افق‌های نوین در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط‌زیست](#). تهران، انجمن افق نوین علم و فناوری.
- نجیمی، امیر؛ نجف‌لو، پرپسا؛ و سبحانی، سید محمد جواد. (۱۳۹۴). [نقش آموزش، ترویج و اطلاع‌رسانی در توسعه فناوری زیستی کشاورزی از دیدگاه متخصصان](#). فصلنامه پژوهش مدیریت آموزش کشاورزی، ۳۳، ۱۶-۱.
- Akram, M. S., Cheema, M. A., Waqas, M., Bilal, M., Saeed, M. (2020). [Role of Bio-Fertilizers in Sustainable Agriculture, Mediterranean](#). Journal of Basic and Applied Sciences, 4(2), 8-23. DOI: 10.46382/MJBAS.2020.4202
- Aggani, S. L. (2013). [Development of bio-fertilizers and its future perspective](#). Scholars Academic Journal of Pharmacy, 2(4), 327-332.
- Barman, M., Paul, S., Choudhury, A G., Roy, P& Sen, J. (2017). [Biofertilizer as Prospective Input for Sustainable Agriculture in India, International](#). Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. ISSN: 2319-7706 Volume6 Number 11 (2017) pp. 1177-1186.
- Bhattacharjee, R and Dey, U. (2014). [Biofertilizer, a way towards organic agriculture: A review](#). African Journal of Microbiology Research, 8(24), 2332-2343.
- Daniel, W.W. (1999). [Probability and t distribution biostatistics: A foundation for analysis in health science](#). USA: John Willey and Sons
- Ekanem, E. (2006). [Consumer trust in extension as a source of biotech food information](#). Journal of Extension, 44. Available at: <http://www.joe.org/joe/2006february/rb2s.html>
- Hasler, K., Olf, H., Omta, O. and Bröring, S. (2017). [Drivers for the Adoption of Different Eco-Innovation Types in the Fertilizer Sector: A Review](#). Sustainability, 9(12): 2216.
- KCa, B., Pandey, B., Chand, H and Bhusal, P. (2021). [Promotion of Organic and Sustainable Agriculture Through The Use of Bio-Fertilizers](#). Journal of Wastes and Biomass Management. 3(1). 1-8.
- Kaur, p and Purewal, S. S. (2019). [Biofertilizers and Their Role in Sustainable Agriculture](#), In book: [Biofertilizers for Sustainable Agriculture and Environment](#) (pp.285-300).
- Mohamad Sarbani, N. M. B and Yahaya, N. (2022). [Advanced Development of Bio-fertilizer Formulations Using Microorganisms as Inoculant for Sustainable Agriculture and Environment – A Review](#). Malaysian Journal of Science Health & Technology 8(1):92-101
- Owen, D., Williams, A.P., Griffith, G.W. & Withers, P.J.A. (2015). [Use of com-mercial bio inoculants to increase agricultural production through improved phosphorus acquisition](#). Applied Soil Ecology. 86, 41–54.
- Qiu, F., Lio, W., Chen, L., Wang, Y., Ma, Y., Lyu, Q., Yi, SH., Xie, R and Zheng, Y. (2021). [Bacillus subtilis biofertilizer application reduces chemical fertilization and improves fruit quality in fertigated Tarocco blood orange groves](#). Journal of Sciatica Horticulture 281.1-9.
- Raimi, A., Roopnarain, A., and Adeleke, R. (2020). [Bio fertilizer production in Africa: Current status, factors impeding adoption and strategies for success](#). Journal of Scientific African 11.1-19.
- Sattler, C. and Nagel, U.J. (2010). [Factors affecting farmers' acceptance of conservation measures—a case study from north-eastern Germany](#). Land Use Policy, 27(1): 70-77.
- Statista Research Department. (2024). [Global fertilizer demand by nutrient 2011-2024](#). Published by Statista Research Department, Jan 18, 2024. Available at: <https://www.statista.com/statistics/438930/fertilizer-demand-globally-by-nutrient/#statisticContainer>
- Suhag, M. (2016). [Potential of biofertilizers to replace chemical fertilizers](#). Int Adv Res J Sci Eng Technol, 3(5), 163-167.
- Transparency Market Research. (2017). [Bi-fertilizers market \(nitrogen fixing, phosphate solubilizing and others\) for](#)

تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۳، شماره ۲، ۱۶۲-۱۸۰، پاییز و زمستان ۱۴۰۴

[seed treatment and soil treatment applications—global industry analysis, size, share, growth, trends and forecast, 2013–2019. Available at: https://www.transparencymarketresearch.com/biofertilizers-market.html](https://www.transparencymarketresearch.com/biofertilizers-market.html)

Trujillo-Tapia, M.N and Ramirez-Fuentes. E. (2016). [BIO-Fertilizer: An Alternative to Reduce Chemical Fertilizer in Agriculture](#). Journal of Global Agriculture and Ecology, 4(2). 99-103.

Yadav, A and Yadav, K. (2024). [Challenges and Opportunities in Biofertilizer Commercialization](#). SVOA Microbiology, 5(1), 1-14.

Wang, Y., Zhu, Y., Zhang, S and Wang, Y. (2018). [What could promote farmers to replace chemical fertilizers with organic fertilizers?](#) Journal of Cleaner Production, 199, 882-890.

Yadav, K. K., & Sarkar, S. (2019). [Biofertilizers, impact on soil fertility and crop productivity under sustainable agriculture](#). Environment and Ecology, 37(1), 89-93

Zhao, G., Zhu, X., Zheng, G., Meng, G., Dong, Z., Baek, J., Jeon, C.O., Yao, Y., Xuan, Y.H., Zhang, J., Jia, B. (2024). [Development of bio fertilizers for sustainable agriculture over four decades \(1980–2022\)](#). Geography and Sustainability, 5(1), 19-28.