University of Tehran Press

Journal of Environmental Studies

Homepage: www.Jes.ut.ac.ir

Online ISSN 2345-6922

Investigating the Current Status of Chemical Fertilizers Consumption and the Necessity of Optimization Based on Environmental, Health, and Agricultural Considerations in Iran

Narjes Nikpey-Biderooni [1], **Ali Milani-Bonab** [2], **Mohamadreza Massoudinejad** [3], **Narges Rostamigooran** [4], **Seyed Majid Mousavi** [5], **Seyed Ali Ghaffari Nejad** [6], **Shamsollah Mollazadeh** [7], **Seyed Peyman Azarfam** [8], **Nastaran Keshavarz Mohammadi** [9]

1. Department of Public Health. School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. E-mail: n.nikpey@sbmu.ac.ir
2. Department of Food and Nutrition Policy and Planning Research, National Nutrition and Food Technology Research Institute, and Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. E-mail: ali.milani@eui.eu
3. Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. E-mail: massoudi@sbmu.ac.ir
4. Community-Based Participatory Research Center, Tehran University of Medical Sciences and Health Services, Tehran, Iran. E-mail: rostamigooran@gmail.com
5. Soil and Water Research Institute (SWRI); Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO); Karaj, Iran. E-mail: majid62mousavi@gmail.com
6. Soil and Water Research Institute (SWRI); Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO); Karaj, Iran. E-mail: ghaffari.sa@gmail.com
7. Agricultural Support Service Company, Tehran, Iran. E-mail: njniam@gmail.com
8. Iranian Fertilizer Manufacturers Association, Tehran, Iran. E-mail: Zarafshanc@yahoo.com
9. Corresponding Author, Department of Public Health. School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. E-mail: n_keshavars@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 13 October 2025
Received in revised form 22 May 2026
Accepted 24 May 2026
Available online 15 June 2026

Keywords:
agricultural chemical input, chemical fertilizers, consumption optimization

ABSTRACT

Objective: The dramatic increase in population and the growing demand for food have necessitated a rise in agricultural production and, consequently, the consumption of chemical fertilizers worldwide. However, the excessive consumption of these chemical inputs beyond recommended levels has resulted in significant environmental and public health consequences. To maintain optimal consumption and ensure appropriate planning regarding chemical fertilizers, it is essential to have accurate knowledge of the current situation. This study aims to examine the status and trends of chemical fertilizers consumption in Iran and identify the associated challenges and information gaps.

Method: This qualitative study was conducted in 2025, and data were collected through four complementary approaches: document review, semi-structured interviews with stakeholders, online and face-to-face consultations, and focus group discussions conducted during expert meetings. The data obtained from these methods were subsequently reviewed and validated by senior managers and experts from relevant organizations.

Results: According to the results, the majority of chemical fertilizers used in Iran are produced domestically. However, some fertilizers available in the market are counterfeit products manufactured locally and packaged under foreign brand names. Approximately 85 percent of the fertilizers used in Iran are subsidized and supplied by the Agricultural Support Services Company, sourced from either domestic production or imports. Private-sector producers and importers provide the remaining 15 percent. Access to accurate, up-to-date statistics on actual chemical fertilizers consumption in Iran is limited. Furthermore, data from both domestic and international sources often exhibit significant ambiguities and discrepancies. The estimated minimum consumption of all types of chemical fertilizers in Iran for the year 2023, as agreed upon by relevant stakeholders, ranges from 3.5 to 4.1 million tonnes, equating to 223 to 261 kilograms per hectare. While the long-term trend in chemical fertilizers consumption in Iran has generally increased, it has also experienced notable fluctuations. Additionally, there are significant provincial variations in consumption patterns. Many stakeholders in Iran rely on average consumption indicators to assess adequacy; however, these indicators are limited and often ineffective, leading to error-prone interpretations.

Conclusions: Despite the limitations and challenges encountered, this study successfully provides a more comprehensive and transparent overview of chemical fertilizers consumption by using reliable statistics and incorporating stakeholder consensus. In addition to identifying gaps and challenges in information, this research highlights the inefficacy of average consumption indices in assessing adequacy. It emphasizes the necessity of shifting the approach from "quantity of consumption" to "consumption efficiency" when evaluating and planning for the supply and distribution of the country's fertilizers needs and optimizing its consumption.

Cite this article: Nikpey-Biderooni, N., Milani-Bonab, A., Massoudinejad, M. N., Rostamigooran, R., Mousavi, S. M., Ghaffari Nejad, S. A., Mollazadeh, Sh., Azarfam, S. P., & Keshavarz Mohammadi, N. (2026). Investigating the Current Status of Chemical Fertilizers Consumption and the Necessity of Optimization Based on Environmental, Health, and Agricultural Considerations in Iran. *Journal of Environmental Studies, 52* (1), 63-82. https://doi.org/10.22059/JES.2026.402958.1008645

© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: https://doi.org/10.22059/JES.2026.402958.1008645

Introduction

In recent decades, global population growth and rising food demands have transformed agricultural policies to enhance food production. The Green Revolution in the 1960s and 1970s led to increased consumption of chemical fertilizers, boosting crop yields but also causing environmental degradation and food safety risks. Improper use of chemical fertilizers can contaminate water, degrade soil, and worsen air quality. Thus, optimizing chemical fertilizers consumption is essential for sustainable agriculture, food security, and environmental protection.

Effective chemical fertilizers consumption depends on factors such as the right quantity, quality, timing, method, and frequency of application. Metrics for assessing chemical fertilizers consumption are important for understanding and improving agricultural practices. However, in Iran, there has been no comprehensive evaluation of the environmental and public health risks associated with fertilizers consumption, primarily due to fragmented responsibilities across multiple agencies and challenges in communication and data accessibility.

Method

This qualitative study was conducted in 2025 to examine the current status and temporal trends of chemical fertilizers consumption in Iran and to identify key data gaps and methodological challenges. Data were collected using a triangulation approach to enhance validity, drawing on four complementary methods. Data from each source were analyzed independently and subsequently compared and integrated during the final interpretation phase, with convergent and divergent findings reviewed through expert discussions. Data collection included: (1) document review of peer-reviewed articles, organizational reports, and grey literature; (2) semi-structured interviews with informed stakeholders; (3) online expert consultations via email and virtual platforms; and (4) expert panel meetings (focus group discussions). Document searches were conducted in national and international databases and on the websites of relevant governmental and professional organizations in both Persian and English, using predefined keywords, during April–September 2025.

A total of 23 semi-structured interviews (17 in-person and 6 online) were conducted using purposive sampling with maximum variation among policymakers, researchers, private-sector actors, and farmers. Participant selection was based on professional expertise, policy or executive experience, and familiarity with fertilizers production and consumption systems. Interviews lasted approximately 45 minutes.

Qualitative data were analyzed using conventional content analysis based on the Graneheim and Lundman framework. Study credibility was strengthened through data triangulation, expert validation in three expert panel sessions, and iterative cross-review of qualitative and documentary findings. MAXQDA (version 24) was used for data management and analysis.

Results

Common indicators reported in Iran include total annual weight of fertilizers consumed, average consumption per hectare across all crops, and nutrient-specific consumption (mainly nitrogen, phosphorus, and potassium) per hectare or per crop. These indicators are reported at various scales (national, provincial, local), with national-level measures, particularly total weight and average per hectare, being most frequently used in official reports. In some instances, fertilizers consumption is equated with supply, distribution, or sales rather than actual application at the farm level.

Estimates of cultivated land vary significantly across official documents, and data on fertilizers consumption are often outdated, inconsistent, or inaccessible. Most of the stakeholders interviewed were unable to provide precise figures. While the FAO and the World Bank have published some statistics, data gaps remain. Fertilizers consumption data are unclear, with uncertainty about whether they include only subsidized

fertilizers or all types of fertilizers. Some figures are inaccurately reported, leading stakeholders to view the statistics as incomplete and unreliable.

According to the 2024 agricultural census of Iran, around five million farmers cultivate 15.42 million hectares of land. About 85% of fertilizers are subsidized and distributed by the Agricultural Support Services Company, while private producers and importers supply 15%. The domestic market is affected by issues such as smuggling and counterfeit fertilizers. Based on the World Bank's "Fertilizer consumption (% of fertilizer production)" indicator, the ratio of total consumption to domestic production in Iran was 171% in 2007 (indicating consumption exceeding production, covered by imports), then fell to 42.7% in 2012, and increased to 58.7% in 2022. In 2023, Iran's chemical fertilizers consumption was around 3.5–4.1 million tonnes, averaging 223-261 kg per hectare. However, there are discrepancies in national statistics: some reports estimate NPK at about 2.6 million tonnes, whereas the FAO reports 1.07 million tonnes. Additionally, the presence of counterfeit fertilizers in the market is not reflected in official data. Fertilizers consumption varies significantly across provinces. Studies indicate that provinces such as Khuzestan and certain central provinces, including Yazd, exhibit the highest per-hectare consumption, exceeding both national and global averages.

From 1961 to 2022, fertilizers consumption in Iran increased nearly 70-fold, with notable fluctuations. The peak was recorded in 2006 at 126.8 kg/ha, surpassing the global average. By 2022, consumption had decreased to 68.3 kg/ha, approximately half of the world average. Stakeholder opinions vary significantly on fertilizers consumption, with some arguing it is overused in certain areas while others argue it is underused due to resource constraints. National averages can be misleading, as local conditions are crucial for evaluation. Determining optimal fertilizers consumption is complex, influenced by factors such as climate, soil quality, and economic conditions.

Conclusions

This comprehensive approach provides an updated overview for optimizing fertilizers consumption in Iran, emphasizing the need for accurate data and effective policy formulation. Currently, fertilizers consumption data in Iran is fragmented and outdated. Historical trends indicate fluctuations in fertilizers consumption influenced by various factors, with significant regional variations based on crop type and farming practices. The paper stresses that using average per-hectare metrics is inadequate for assessing fertilizers adequacy, leading to conflicting views among stakeholders about overuse or underuse. Sustainable fertilizers management should focus on efficiency, nutrient absorption, and local soil needs, supported by practices such as soil testing and expert consultation. Enhancing data transparency and using efficiency-based indicators are crucial for optimizing fertilizers consumption and informing future policymaking in Iran.

Author Contributions

Nastaran Keshavarz Mohammadi: Supervisor, Corresponding author, Conceptualization, methodology, formal analysis, writing-review, and editing. Narjes Nikpey Biderooni: data curation, formal analysis, writing-review, and editing. Ali Milani-Bonab: Advisor, formal analysis, writing review, and editing. Mohamadreza Massoudinejad: Advisor, writing, reviewing, and editing. Narges Rostamigooran: Advisor, writing, reviewing, and editing. Seyed Majid Mousavi: validation. Seyed Ali Ghaffari Nejad: validation. Shamsollah Mollazadeh: validation. Seyed Peyman Azarfam: validation. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Data Availability Statement

The raw data are available in the references.

Acknowledgements
The authors sincerely appreciate the valuable collaboration and support of the respected managers and experts from the Ministry of Agriculture Jahad, and the Ministry of Health and Medical Education. Their affiliated organizations and institutions, as well as the Department of Environment, the Geological Survey, and the National Standards Organization, whose scientific insights and experiences were shared during expert meetings and interviews, played a significant role in enhancing the quality of this research. The authors also extend their gratitude to all colleagues and contributors who participated in data collection and analysis.

Ethical considerations
The authors avoided data fabrication, falsification, plagiarism, and misconduct.

Funding
The Deputy of Research and Technology at Shahid Beheshti University of Medical Sciences funded the present study.

Conflict of interest
The authors declare no conflict of interest.

University of Tehran Press

نشریه محیط شناسی

Homepage: http://Jes.ut.ac.ir

شاپای الکترونیکی: ۶۹۲۲– ۲۳۴۵

بررسی وضعیت موجود مصرف کودهای شیمیایی و ضرورت بهینه‌سازی بر پایه ملاحظات محیط‌زیست، سلامت و کشاورزی در ایران

نرجس نیک‌پی بیدرونی[۱]، علی میلانی بناب[۲]، محمدرضا مسعودی نژاد [۳]، نرگس رستمی گوران[۴]، سید مجید موسوی[۵]، سید علی غفاری نژاد[۶]، شمس الله ملازاده[۷]، سید پیمان آذرفام[۸]، نسترن کشاورز محمدی[۹] ✉

۱. گروه بهداشت عمومی، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. رایانامه: n.nikpey@sbmu.ac.ir

۲. گروه تحقیقات سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی غذا و تغذیه، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. رایانامه: ali.milani@eui.eu

۳. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. رایانامه: massoudi@sbmu.ac.ir

٤. مرکز تحقیقات سلامت مبتنی بر جامعه، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران، تهران، ایران. رایانامه: rostamigooran@gmail.com

٥. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: majid62mousavi@gmail.com

٦. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: ghaffari.sa@gmail.com

۷. شرکت خدمات حمایتی کشاورزی، تهران، ایران. رایانامه: njniam@gmail.com

۸. انجمن صنفی تولیدکنندگان کودهای کشاورزی، تهران، ایران. رایانامه: Zarafshanc@yahoo.com

۹. نویسنده مسئول، گروه بهداشت عمومی، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. رایانامه: n_keshavars@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۲۱
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۳/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۰۳
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۳/۲۵

کلیدواژه‌ها:
بهینه‌سازی مصرف،
کود شیمیایی،
نهاده شیمیایی کشاورزی

چکیده

هدف: افزایش چشمگیر جمعیت و تقاضای فزاینده برای غذا، ضرورت افزایش تولیدات کشاورزی و در نتیجه، مصرف کودهای شیمیایی را در سراسر جهان ایجاب کرده است. با این حال، مصرف بیش از حد این نهاده‌های شیمیایی فراتر از سطوح توصیه شده، منجر به پیامدهای محیط‌زیستی و بهداشت عمومی قابل‌توجهی شده است. برای حفظ مصرف بهینه و اطمینان از برنامه‌ریزی مناسب در خصوص کودهای شیمیایی، داشتن آگاهی دقیق از وضعیت موجود ضروری است. این مطالعه با هدف بررسی وضعیت و روند مصرف کودهای شیمیایی در ایران و شناسایی چالش‌ها و شکاف‌های اطلاعاتی مرتبط انجام شده است.

روش پژوهش: این مطالعه کیفی در سال ۱۴۰۴ انجام شد و داده‌ها با استفاده از چهار روش مکمل شامل مرور اسناد، مصاحبه‌های نیمه‌ساختارمند با ذی‌ربطان، مشاوره‌های آنلاین و حضوری و بحث گروهی متمرکز در نشست‌های نخبگانی گردآوری شد. داده‌ها در نشست‌های نخبگانی با حضور مدیران و کارشناسان ارشد سازمان‌های مرتبط مورد بررسی و اعتبارسنجی قرار گرفت.

یافته‌ها: بر اساس نتایج به‌دست آمده، عمده کودهای شیمیایی در ایران تولید داخلی است. البته بخشی از کودهای بازار تقلبی بوده که در داخل کشور تولید و به نام برندهای خارجی بسته‌بندی و توزیع می‌شود. حدود ۸۵ درصد کودهای مصرفی در ایران یارانه‌ای هستند که توسط شرکت خدمات حمایتی کشاورزی از محل تولیدات داخلی و یا واردات تأمین و توزیع می‌شوند و ۱۵ درصد مابقی توسط بخش خصوصی تأمین و توزیع می‌شود. دسترسی به آمار دقیق و به روز میزان مصرف کودهای شیمیایی در ایران محدود است، همچنین آمار میزان مصرف کودهای شیمیایی در منابع داخلی و بین‌المللی دارای ابهامات و تفاوت‌های مهمی است. تخمین حداقل میزان مصرف همه انواع کودهای شیمیایی کشور در سال ۱۴۰۲ که مورد اجماع ذی‌ربطان واقع شد، ۳/۵ تا ۴/۱ میلیون تن معادل ۲۲۳ تا ۲۶۱ کیلوگرم در هکتار است. الگوی مصرف بلندمدت کودهای شیمیایی در ایران، روندی افزایشی داشته؛ اما با نوساناتی همراه بوده است. البته تفاوت‌های استانی در میزان مصرف، قابل‌توجه هستند. ملاک اصلی قضاوت کفایت کمیت مصرف توسط بسیاری از ذی‌ربطان در ایران، شاخص‌های میانگین مصرف بوده است که شاخص محدود و ناکارآمدی است که نیازمند تفسیرهایی است که بسیار مستعد خطا است.

نتیجه‌گیری: با وجود محدودیت‌ها و چالش‌ها، این مطالعه توانست با استفاده از آمار معتبر در دسترس و بر اساس اجماع نظر ذی‌ربطان تصویر جامع‌تر و شفاف‌تری از سیمای کمّیت مصرف کودهای شیمیایی ارائه دهد. همچنین این پژوهش علاوه بر شناسایی خلاءها و چالش‌های اطلاعاتی و ناکارآمدی شاخص میانگین در قضاوت کفایت مصرف، تأکید بر ضرورت تغییر رویکرد از «کمّیت مصرف» به «کارایی مصرف» در قضاوت و برنامه‌ریزی برای تأمین و توزیع نیاز کودی کشور و بهینه‌سازی مصرف آن دارد.

استناد: نیک‌پی بیدرونی، نرجس؛ میلانی بناب، علی؛ مسعودی نژاد، محمدرضا؛ رستمی گوران، نرگس؛ موسوی، سید مجید؛ غفاری نژاد، سید علی؛ ملازاده، شمس الله؛ آذرفام، سید پیمان، و کشاورز محمدی، نسترن (۱۴۰۵). بررسی وضعیت موجود مصرف کودهای شیمیایی و ضرورت بهینه‌سازی بر پایه ملاحظات محیط‌زیست، سلامت و کشاورزی در ایران. *نشریه محیط‌شناسی*، ۵۲ (۱)، ۶۳-۸۲. https://doi.org/10.22059/JES.2026.402958.1008645

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

مقدمه

در دهه‌های اخیر، رشد سریع جمعیت جهانی و ضرورت تأمین امنیت غذایی، منجر به تحولات ساختاری در سیاست‌های بخش کشاورزی در راستای افزایش تولید غذا و پاسخ سریع به گسترش تقاضای بازار محصولات غذایی شده است (Koli et al., 2019). پیرو انقلاب سبز در دهه‌های ۶۰ و ۷۰ میلادی، بهره‌گیری از کودهای شیمیایی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین اجزای این تحول کشاورزی به‌شدت افزایش یافت و بدین‌ترتیب افزایش قابل‌ملاحظه‌ای در تولید غذا محقق شد (Yang et al., 2024). در پی این انقلاب، تحولات بنیادین در پارادایم سیاست‌گذاری‌های کشاورزی تقریباً در تمامی نقاط جهان رخ داد و تولید و استفاده از کودهای شیمیایی برای افزایش عملکرد محصولات کشاورزی در سراسر جهان به‌عنوان یک راهبرد برای تأمین امنیت غذایی رو به افزایش نهاد (Kassam & Kassam, 2021). از این‌رو، سیاست خودکفایی تولید کودهای شیمیایی در دستور کار سیاستی بسیاری از کشورها قرار گرفت. گزارش بانک جهانی درباره مصرف کود به‌عنوان درصدی از کود تولید شده، نشان می‌دهد که چه میزان از کود شیمیایی تولید شده در یک کشور، در همان کشور مصرف می‌شود. این شاخص برای ارزیابی وابستگی کشورها به واردات یا صادرات کود و نیز میزان استفاده داخلی از تولیدات کشاورزی اهمیت دارد. بر اساس گزارش بانک جهانی، در بازه زمانی سال ۱۳۷۹ تا ۱۴۰۱، بیش از ۹۰ تا ۹۹ درصد کود مصرفی در اغلب کشورها از منابع تولیدی داخلی آن کشورها تأمین شده است (World Bank, 2025a).

مصرف نامناسب کودهای شیمیایی منجر به اثرات نامطلوب بر تولیدات کشاورزی، کاهش ایمنی غذا و بروز تبعات قابل‌ملاحظه محیط‌زیستی شامل فرسایش و آلودگی خاک، افزایش آلاینده‌های آب‌های سطحی و زیرزمینی شده است که در نهایت با تحت‌الشعاع قرار دادن اصول پایداری تولید، منجر به کاهش هزینه اثربخشی تولیدات کشاورزی می‌گردد (Guo et al., 2020; Ren et al., 2022). در این میان بررسی‌ها و ارزیابی‌های جهانی نشان می‌دهند که مصرف کود نیترات در بخش کشاورزی یکی از اصلی‌ترین عوامل تخریب محیط‌زیست به‌شمار می‌رود (خیرعلی‌پور و همکاران، ۱۳۹۶). به طوری که در یکی از مطالعات اخیر، گزارش شد که مصرف بیش از حد کود، به‌ویژه کودهای نیتروژنه، خطرات جدی محیط‌زیستی شامل آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و انتشار گازهای گلخانه‌ای مانند نیتروزاکسید[1] را به همراه دارد (Yang et al., 2024). از این‌رو بهینه‌سازی مصرف کودهای شیمیایی از چهار منظر کشاورزی و تولید غذا، امنیت و ایمنی غذا، سلامت عمومی و نیز پایداری محیط‌زیست پراهمیت و قابل بررسی است. در واقع مصرف بهینه، به معنی مصرف مطلوب، هم از نظر کمّیت (میزان مصرف کود شیمیایی) و هم کیفیت مصرف (شامل کیفیت مناسب کود شیمیایی، زمان مناسب، روش مناسب و دفعات مناسب) است (Bruulsema et al., 2016).

کمّیت مصرف کود شیمیایی با شاخص‌های متعددی گزارش می‌شود که عمدتاً شامل: الف) مقدار وزن کل مصرف کود شیمیایی (همه انواع) در واحد سال، ب) متوسط وزن کل کودهای شیمیایی مصرفی به‌ازای هر هکتار اراضی زیر کشت (همه انواع محصولات)، ج) میزان وزن کل مصرفی نوع خاصی از کود شیمیایی (برحسب نوع عنصر کودی) در واحد سال، د) متوسط وزن کل کودهای شیمیایی مصرفی به‌ازای هکتار اراضی زیر کشت یک نوع محصول خاص می‌باشد. این شاخص‌ها عموماً مبتنی بر اصل همگونی و قابلیت و سهولت قیاس در سطوح جهانی، ملی، استانی و حتی منطقه‌ای محاسبه و استخراج می‌شوند و قابل تبدیل به یکدیگر نیز هستند؛ بدین‌ترتیب که کمّیت وزن کلی مصرف در سال از حاصل‌ضرب شاخص میزان مصرف کود بر اساس وزن به هکتار در مساحت زیر کشت، قابل برآورد بوده و برعکس، کمّیت وزنی مصرف در هر هکتار نیز از تقسیم وزن کل مصرفی به مساحت زیر کشت محاسبه می‌شود.

ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش

در خصوص مصرف کود شیمیایی و اثرات آن در کشور مطالعات معدودی انجام شده است؛ مطالعه‌ای در پاکدشت نشان داد که افزایش مصرف کودهای شیمیایی در افزایش عملکرد محصول تأثیری نداشته و از طرفی مصرف اضافی کودها باعث کاهش کیفیت آب و خاک می‌شود (آزادگان و امیری، ۱۳۸۹). همچنین ملکوتی (۱۳۸۹) در مطالعه مروری خود گزارش نمود که زیاده‌روی در مصرف برخی

1. N_2O

کودهای شیمیایی موجب تجمع مواد شیمیایی در محصولات کشاورزی، خاک‌های سطحی و آلودگی دریاچه‌ها می‌گردد. نتایج حاصل از مطالعه‌ای در ساری نشان داد که در برخی مناطق میزان مصرف کود اوره ۱۹۰ کیلوگرم در هکتار بوده که بیشتر از حد بهینه عنوان شده و موجب کاهش کیفیت محصول شده است (عبدی رکنی و همکاران، ۱۳۹۷). علاوه‌بر این، برخی پژوهش‌ها نشان‌دهنده تفاوت در میزان مصرف کودهای شیمیایی در سطح استان‌ها هستند؛ به‌طوری که بیشترین میزان مصرف کود فسفاته در سال ۱۳۹۶–۱۳۹۷ مربوط به استان چهارمحال‌وبختیاری با ۱۸۳ کیلوگرم در هکتار بوده است. همچنین مصرف کود ازته در استان آذربایجان غربی در همان سال، ۲۶۹ کیلوگرم در هکتار گزارش شد که بیش از حد بهینه عنوان شد (شهنوازی، ۱۳۹۹). از دیگر سو، مطالعه‌ای دیگر نشان داد که مدیریت مصرف میزان کود منجر به افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و کاهش اثرات محیط‌زیستی می‌گردد (Sharafi & Kheiralipour, 2025).

برنامه‌ریزی و اقدام برای تأمین و تدارک کافی از انواع کود شیمیایی استاندارد و با کیفیت و نیز نظارت بر روش‌های به‌کارگیری و مصرف، مستلزم شناخت وضعیت موجود کمّیت مصرف و ترسیم سیمای مصرف کودهای شیمیایی است. در صورت عدم برآورد صحیح از میزان کودی که در کشور مصرف می‌شود، امکان مقایسه درست بین میزان کود مصرفی و میزان نیاز به افزایش یا کاهش واردات یا تولید امکان‌پذیر نیست و این امر می‌تواند منجر به هدررفت منابع و یا برآورد کمتر از نیاز شود. با توجه به تخصیص یارانه توسط دولت به کشاورزان برای کود و ارز تخصیصی برای واردات، اهمیت برآورد دقیق مصرف کود از منظر اقتصاد کشاورزی مشخص می‌گردد. به‌علاوه در حالی که مصرف کودهای شیمیایی به نظر قابل‌اجتناب نمی‌باشد، اما شواهد موجود حاکی از تبعات قابل‌ملاحظه مصرف غیربهینه این نهاده بر سلامت عمومی و محیط‌زیست است (de Vries, 2021; Walling & Vaneeckhaute, 2022). تا کنون ارزیابی خطر دقیقی از مصرف کودهای شیمیایی بر سلامت عمومی و محیط‌زیست در ایران انجام نپذیرفته است. در حقیقت برای این ارزیابی در ابتدا نیاز به برآورد دقیق از کمیت مصرف این نهاده‌های شیمیایی در کشور وجود دارد؛ موضوعی که تاکنون به علت تعدد مراکز ذی‌ربط در برآورد، تأمین و تدارک، مصرف، ارزیابی و پایش به‌درستی انجام نپذیرفته است. از این‌رو، این مقاله به گزارش یافته‌های حاصل از مطالعه بررسی وضعیت کمّیت مصرف کودهای شیمیایی در ایران که از زیر مطالعه‌های یک پژوهش جامع در راستای طراحی مشارکتی راهکارهای بهینه‌سازی مصرف نهاده‌های شیمیایی کشاورزی در ایران است، می‌پردازد. اهداف تخصصی پژوهش شامل تعیین وضعیت موجود کمّیت مصرف کودهای شیمیایی در ایران و روند زمانی آنها بر حسب انواع کودهای اصلی مورد استفاده و نیز شناسایی چالش‌ها و خلاءهای اطلاعاتی مرتبط موجود جهت پشتیبانی از فرایندهای تصمیم‌سازی و سیاست‌گذاری آینده است.

روش‌شناسی پژوهش

این مطالعه با روش کیفی در سال ۱۴۰۴ انجام شد. داده‌های مورد نیاز با استفاده از چهار روش مکمل شامل روش مرور اسناد (مقالات، گزارش‌های سازمانی، ادبیات خاکستری شامل اخبار و مصاحبه‌های منتشر شده در رسانه‌ها)، مصاحبه نیمه‌ساختارمند با ذی‌ربطان مطلع، دریافت مشاوره آنلاین از طریق ایمیل و پیام‌رسان‌های مجازی و برگزاری نشست‌های نخبگانی (بحث گروهی متمرکز) گردآوری شد. برای به حداکثر رساندن اعتبار داده‌ها روش مثلث‌سازی[1] به‌کار گرفته شد؛ بدین معنا که داده‌های حاصل از هر منبع به‌صورت مستقل تحلیل شده و سپس در مرحله تفسیر نهایی، یافته‌ها میان منابع مختلف مقایسه، تطبیق و تلفیق شدند. موارد همخوان و ناهمخوان شناسایی و در نشست‌های نخبگانی مورد بحث و بازبینی قرار گرفتند.

ابتدا برای شناسایی اسناد، وب‌سایت سازمان‌های رسمی دولتی داخلی شامل مؤسسه تحقیقات خاک و آب، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی، شرکت خدمات حمایتی کشاورزی، دفتر محیط‌زیست و سلامت غذا، سازمان حفظ نباتات، سازمان غذا و دارو، سازمان ملی استاندارد، سازمان زمین‌شناسی، شورای‌عالی سلامت و امنیت غذایی، مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، انجمن‌های تخصصی داخلی و پایگاه‌های بین‌المللی مورد جست‌وجو قرار گرفت. همچنین برای

1. Triangulation

حصول اطمینان از تجمیع حداکثری داده‌های مورد نیاز برای این مطالعه، برخی وب‌سایت‌های خبرگزاری‌های معتبر و رسمی کشور نیز بررسی شدند. علاوه‌بر این، با استفاده از ترکیب کلیدواژه‌های مختلف شامل «سلامت»، «محیط‌زیست»، «کشاورزی»، «تغذیه»، «کود شیمیایی»، «نهاده‌های شیمیایی» و «ایران» به زبان‌های فارسی و انگلیسی در بازه زمانی فروردین تا شهریور ۱۴۰۴، پایگاه داده‌های خارجی از جمله سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد[1]، انجمن‌های تخصصی و سازمان‌های غیرانتفاعی خارجی، وب‌سایت سازمان غیرانتفاعی[2]، سامانه جامع آماری انجمن جهانی صنعت کود شیمیایی[3]، PubMed، Web of Science، Scopus، Science Direct، موتورهای جست‌وجوگر شامل گوگل و گوگل اسکولار، پایگاه‌های داخلی شامل پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی[4]، بانک اطلاعات نشریات کشور[5] و پایگاه مقالات کنفرانس‌ها و همایش‌ها[6] مورد بررسی قرار گرفتند.

برای تکمیل و ثبت اطلاعات غیرمکتوب، چهار روش کیفی شامل مصاحبه، مشاوره، پرسش و پاسخ آنلاین و بحث گروهی متمرکز نیز استفاده شد. هفده مصاحبه به‌صورت حضوری و شش مصاحبه به‌صورت آنلاین، با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند با حداکثر تنوع با ذی‌ربطان در مؤسسه و سازمان‌های مختلف شهر تهران شامل سازمان حفظ نباتات، سازمان غذا و دارو، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، مؤسسه حفاظت خاک و آبخیزداری، مؤسسه آموزش و ترویج سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی، دفتر محیط‌زیست و سلامت غذا، سازمان ملی استاندارد، سازمان زمین‌شناسی، دبیرخانه شورای عالی سلامت و امنیت غذایی، مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دو شرکت خصوصی و دو کشاورز از برخی شهرستان‌ها صورت گرفت. معیار انتخاب مشارکت‌کنندگان شامل سابقه تخصصی مرتبط، تجربه سیاست‌گذاری یا اجرایی و آشنایی با نظام تولید و مصرف کودهای شیمیایی بود. تخصص مصاحبه‌شوندگان در زمینه‌های سیاست‌های غذا و تغذیه، پزشکی اجتماعی، مهندسی محیط‌زیست، اقتصاد کشاورزی، میکروبیولوژی خاک، خاک‌شناسی، علوم و مهندسی آبیاری، حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه، فارماکولوژی و سم‌شناسی، ترویج آموزش کشاورزی، ژئوشیمی محیط‌زیستی، زیست‌فناوری مواد غذایی، شیمی، کنترل علف‌های هرز و مهندسی بهداشت محیط را شامل می‌شود. از میان ۲۳ نفر مصاحبه‌شونده، ۵ نفر از آنها زن بودند و مصاحبه‌ها به طور میانگین ۴۵ دقیقه به طول انجامید.

برای اطمینان از صلاحیت افراد مصاحبه‌شونده، انتخاب افراد بر اساس تخصص و مسئولیت سازمانی بود و مشاوره با افراد معتمد نیز انجام شد. به‌منظور افزایش اعتبار یافته‌ها، از راهبردهای مختلفی شامل مثلث‌سازی داده‌ها، بازبینی یافته‌ها در نشست‌های نخبگانی (Expert Validation) و بازبینی تطبیقی داده‌های کیفی و اسنادی استفاده شد؛ بدین‌شکل که بعد از ادغام داده‌های مصاحبه‌ها، مرور اسناد سازمانی و علمی، یافته‌ها در سه نشست نخبگانی، با حضور مدیران و کارشناسان ارشد سازمان‌های ذی‌ربط مورد بحث، اصلاح و تکمیل قرار گرفت. با توجه به فرابخشی بودن موضوع مورد پژوهش، برای برگزاری نشست‌های نخبگانی، دعوت‌نامه‌های رسمی از سوی انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، به‌عنوان یک ساختار ملی فعال در ارکان و حوزه‌های مختلف فرابخشی نظام غذا، تغذیه و سلامت ارسال گردید، سپس مسئول ارشد سازمان، به تشخیص خود یکی از اعضای سازمان با بیشترین صلاحیت مرتبط را موظف به حضور در جلسه نمود.

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از مصاحبه با روش تحلیل محتوای قراردادی[7] با چارچوب گرانهایم و لاندمن[8] هم‌زمان با پیاده‌سازی مصاحبه‌ها انجام شد؛ بدین‌صورت که پس از مطالعه، مرور و بازخوانی متن مصاحبه‌ها و داده‌ها، واحدهای معنایی مشخص شده و به آنها کد تخصیص داده شد. در مرحله بعد، پژوهشگر با مقایسه دائمی داده‌ها، کدهای سطح اول را با یکدیگر مقایسه کرده و سپس کدهای

1. Food and Agriculture Organization
2. www.ourworldindata.org
3. International Fertilizer Association | www.ifastat.org
4. SID
5. Magiran
6. Civilica
7. Conventional Content Analysis
8. Graneheim & Lundman

مشابه و همپوشان را به‌صورت انتزاعی‌تر در طبقاتی نام‌گذاری نمود. زیرطبقه‌های مشابه با هم ادغام شد تا طبقات اصلی مفاهیم پدید آمد. نرم‌افزار مورداستفاده در این مرحله، MAXQDA نسخه ۲۴ بوده است.

یافته‌های پژوهش

شاخص‌های مورداستفاده برای گزارش کمیت مصرف

تحلیل داده‌ها نشان داد که شاخص‌های رایج مورد استفاده برای گزارش کمّیت مصرف در ایران شامل شاخص‌هایی چون وزن کل همه انواع کود مصرفی در کشور در سال، میانگین وزن همه انواع کود مصرفی به‌ازای هر هکتار سطح زیر کشت در ایران (همه انواع کشت)، وزن کل یا وزن یک یا چند نوع از عنصر غذایی خاص (عمدتاً فسفات، ازت و پتاس) به‌ازای هر هکتار، وزن کل یا وزن یک یا چند نوع عنصر غذایی خاص بر حسب نوع محصول به‌ازای هر هکتار است. البته مقیاس این شاخص‌ها می‌تواند کشوری، استانی، در سطح شهر و یا روستا باشد. با در دست داشتن برخی شاخص‌ها می‌توان شاخص‌های دیگر را محاسبه نمود؛ به‌عنوان مثال، میزان مصرف به‌ازای هر هکتار زیر کشت، از تقسیم میزان کل مصرف کودهای شیمیایی در سال بر مساحت زمین‌های زیر کشت همان سال قابل محاسبه است. در این میان بر اساس شواهد به‌دست آمده به نظر می‌رسد شاخص‌های دربردارنده مقیاس‌های کشوری به‌خصوص مقادیر وزنی کود مصرفی و نیز میانگین مصرف در مقیاس سطوح زیر کشت بیشتر توسط مسئولان دستگاه‌های ذی‌ربط ارائه شده و مبنای ارائه گزارش‌های سالانه بوده است.

ابهام در نحوه محاسبه شاخص‌ها

بررسی‌های اولیه این پژوهش نشان می‌دهد که گاه نحوه و مبنای دقیق محاسبه شاخص‌ها، به‌عنوان نمونه، شاخص میزان مصرف نهاده‌ها، مبهم است. در حالی که دقیق‌ترین روش محاسبه شاخص مذکور، ارزیابی و سنجش میزان مصرف نهاده‌ها در سطوح نهایی مصرف، یعنی در زمین‌های زراعی توسط کشاورزان است. در این میان گاه میزان تدارک، توزیع یا فروش کودهای شیمیایی معادل میزان مصرف گزارش شده است. همچنین به نظر می‌رسد میزان مصرف کودهای شیمیایی بر مبنای میزان مصرف سه عنصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر در نظر گرفته شده است که این نقص شفافیت در محاسبه شاخص‌ها، از اعتبار نتیجه‌گیری و اجماع نظر در خصوص میزان دقیق مصرف نهاده‌ها می‌کاهد.

از چالش‌های مهم دیگر در زمینه میزان مصرف کودهای شیمیایی، میزان مطلوب و بهینه مصرف و نیاز واقعی به این مواد شیمیایی در جهان و ایران است. این میزان، متأثر از عوامل زیادی از جمله شرایط آب و هوایی و جغرافیایی کشور، ویژگی‌های خاک و آب زراعی و نیز زیست‌بوم منطقه، شرایط اقتصادی، وضعیت عناصر مغذی خاک، کیفیت کود و مقدار ترکیبات مؤثر آن، تناوب زراعی و تکنیک‌های مورد استفاده قرار می‌گیرد که در بیشتر مواقع مدنظر ذی‌نقشان تولید غذا قرار نمی‌گیرند.

چالش دسترسی به آمار معتبر و دقیق

تعیین مساحت اراضی مورد استفاده برای فعالیت‌های کشاورزی، شامل زراعی، باغی و گلخانه‌ای از شاخص‌های پایه برنامه‌ریزی کشاورزی به شمار می‌رود. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که در خصوص برآورد سطح زیر کشت زراعی، اطلاعات استخراج شده از اسناد رسمی از جمله آمارنامه تخصصی اراضی کشاورزی، سرشماری عمومی کشاورزی و برنامه الگوی کشت محصولات کشاورزی، متفاوت و غیرهمگون است. به‌عنوان مثال سطح زیرکشت در آمارنامه تخصصی اراضی کشاورزی، در سال ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲، برای محصولات زراعی، باغی، قارچ و گلخانه‌ای، ۱۵/۷ میلیون هکتار (سازمان امور اراضی کشور، ۱۴۰۲)، در برنامه الگوی کشت محصولات کشاورزی در سال ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲، ۱۸/۵ میلیون هکتار و بدون در نظر گرفتن مقدار آیش ۱۱/۵ میلیون هکتار (سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۱۴۰۱) ذکر شده است. در مصاحبه با ذی‌ربطان نیز این تناقض به‌گونه‌ای دیگر مشاهده شد. در جلسات بحث گروهی نشست‌های نخبگانی، یک علت احتمالی مساحت زمین‌های آیش مطرح شد، اما به نظر می‌رسد در آمارنامه تخصصی اراضی کشاورزی، با

احتساب این موضوع، عدد ۱۵/۷ میلیون هکتار را اعلام کرده است (سازمان امور اراضی کشور، ۱۴۰۲). در نهایت عدد مورد اجماع برای محاسبه شاخص میزان مصرف به‌ازای هر هکتار زمین زیرکشت، عدد ۱۵/۷ میلیون هکتار آمارنامه تخصصی اراضی کشاورزی برای سال ۱۴۰۲ و عدد ۱۵/۴۲ میلیون هکتار در سال ۱۴۰۳ ملاک تعیین شد. مطابق با سرشماری عمومی کشاورزی سال ۱۴۰۳، اراضی زراعی کشور ۱۵/۴۲ میلیون هکتار ذکر شد (مرکز آمار ایران، ۱۴۰۳).

در مورد میزان مصرف کودهای شیمیایی در ایران، دسترسی به آمار دقیق و به‌روز شاخص‌های مرتبط به‌سادگی امکان‌پذیر نمی‌باشد. به‌علاوه به‌استثنای دو فرد مصاحبه‌شونده، سایر ذی‌ربطانی که در این مطالعه با آنها مصاحبه شد، آماری از میزان دقیق مصرف کودهای شیمیایی در ایران نداشتند و یا ارائه نکردند. با وجود تلاش‌های گسترده، جست‌وجو در منابع متعدد و همچنین اخذ اطلاعات از ذی‌ربطان، چالش‌ها و خلاءهای اطلاعاتی قابل‌توجهی در زمینه وضعیت مصرف کودهای شیمیایی در ایران وجود دارد. به‌عنوان مثال، آمار شاخص‌های مرتبط در وب‌سایت سازمان‌های ذی‌ربط و مرجع زیرمجموعه وزارت جهاد کشاورزی یا در دسترس نبود و یا این که به‌روز نبود. در آمارنامه کشاورزی که منبع رسمی اطلاعات مرتبط با کشاورزی است فقط برخی شاخص‌های مرتبط با مصرف کود شیمیایی مثل مصرف سه کود عنصری یافت شد (وزارت جهاد کشاورزی، مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات، ۱۴۰۲). دسترسی به میزان مصرف کود شیمیایی بر حسب استان یا محصول نیز بسیار محدود و در اغلب مواد غیرممکن بود. همچنین در برخی مصاحبه‌های منتشر شده از مسئولان نهادهای ذی‌ربط، میزان مصرف در هکتار (شرکت خدمات حمایتی کشاورزی، ۱۴۰۳) مطرح شده است. البته در مورد میزان مصرف کودهای یارانه‌ای که فقط بخشی از کل کود مصرفی در ایران است، اطلاعات بیشتری در مقایسه با کودهای غیریارانه‌ای در دسترس می‌باشد. علت این امر آن است که توزیع کودهای یارانه‌ای دارای متولی مشخص یعنی شرکت خدمات حمایتی کشاورزی است.

آمار مربوط به شاخص‌های مصرف یافت شده در منابع رسمی و معتبر خارجی عمدتاً در وب‌سایت اینترنتی سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (فائو) و نیز بانک جهانی نیز دارای ابهامات و نواقصی بود. میزان مصرف بر اساس شاخص وزن کل همه کودهای مصرفی در سال در ایران و نیز وزن کود شیمیایی بر حسب هکتار و الگوی زمانی آن در وب‌سایت سازمان‌های بین‌المللی مانند بانک جهانی و فائو در دسترس بود. البته اطلاعات مربوط به مصرف کود شیمیایی برحسب محصول به‌عنوان نمونه در مورد تولید گندم به‌صورت مستمر گزارش شده است (FAO, 2005). از سوی دیگر، در جریان گردآوری داده‌ها مشخص شد که آمار منتشر شده درباره میزان مصرف کودهای شیمیایی در ایران طی پنج سال گذشته، در برخی منابع عمومی و وب‌سایت‌های غیرسازمانی نظیر برخی از خبرگزاری‌ها، دارای ناهمخوانی قابل‌توجهی بوده است.

در خصوص محصولات زراعی دیگر، به‌صورت مجزا، داده‌های مستمری یافت نشد. از سوی دیگر، در جریان گردآوری داده‌ها مشخص شد که آمار منتشر شده درباره میزان مصرف کودهای شیمیایی در ایران طی پنج سال گذشته، در برخی منابع عمومی و وب‌سایت‌های غیرسازمانی نظیر برخی از خبرگزاری‌ها، دارای ناهمخوانی قابل‌توجهی بوده است. مؤسسه تحقیقات خاک و آب به دلیل مسئولیت در صدور مجوز رسمی برند، فرمول‌های کودی برای شرکت‌های تولیدکننده و توزیع‌کننده، از آمار شرکت‌های فعال در این حوزه برخوردار است.

ابهام در آمارها

برخی آمار مرتبط منتشر شده در مورد کمّیت مصرف کودهای شیمیایی، دارای ابهام‌های مهمی بودند. برای مثال، مشخص نبود که منظور از واژه میزان مصرف کودهای شیمیایی سالیانه در مصاحبه منتشر شده مدیران مربوطه، کودهای یارانه‌ای یا کل کود مصرفی شامل مجموع کودهای یارانه‌ای و غیریارانه‌ای تولیدی و وارداتی است. همچنین گاه میزان توزیع کود با میزان مصرف واقعی یکی در نظر گرفته شده بود. علاوه بر این، در برخی موارد مشخص نبود آمار مربوط به میزان مصرف سالانه کودهای شیمیایی به‌تمامی انواع کودهای شیمیایی اشاره دارد یا صرفاً محدود به سه کود اصلی نیتروژن، فسفر و پتاسیم است.

این ابهامات یا عدم دقت در ارائه گزارش، در منابع خارجی نیز وجود داشت. یک ابهام اصلی در آمار ارائه شده مربوط به تشخیص این موضوع بود که آیا آمار ارائه شده، میزان مصرف کود شیمیایی مربوط به مصرف همه انواع کودهای شیمیایی و یا فقط به برخی از عناصر

غذایی خاص مربوط می‌شود. در اسناد مرتبط بین‌المللی مانند فائو معمولاً اگر مقصود «مصرف کود» باشد، از عبارات "Fertilizer consumption"، "Fertilizer use" و یا "Fertilizer application" استفاده می‌شود. اما اگر مقصود میزان مصرف بر اساس عناصر غذایی باشد، از عبارات "Nutrient consumption" و یا "Nutrient use" استفاده می‌شود. بر اساس داده‌های منتشر شده توسط بانک جهانی در سال ۱۴۰۱ که با استناد به گزارش فائو منتشر شده است، میزان مصرف کود شیمیایی در ایران حدود ۶۸/۳ کیلوگرم در هکتار برآورد شده است (World Bank, 2025b). اما طی جلسات بحث نشست‌های نخبگانی و بررسی دقیق وب‌سایت فائو، اجماع حاصل شده حاکی از آن بود که منظور فائو در این آمار، فقط سه عنصر اصلی نیتروژنه، فسفره و پتاسه بوده است؛ اگر چه از واژه‌های "Fertilizer consumption"، "Fertilizer use" و یا "Fertilizer application" به‌جای "Nutrient consumption" و یا "Nutrient use" استفاده شده بود.

اطلاعات کلی بازار مصرف

در ایران طبق سرشماری عمومی کشاورزی سال ۱۴۰۳، حدود پنج میلیون کشاورز در اراضی زراعی کشور به مساحت ۱۵/۴۲ میلیون هکتار مشغول فعالیت کشاورزی هستند (مرکز آمار ایران، ۱۴۰۳). کشاورزان در ایران کود مورد نیاز خود را از منابع مختلف رسمی و غیررسمی و از تأمین‌کنندگان دولتی یا خصوصی تهیه و مصرف می‌کنند. منشأ کودهای مورد استفاده در بخش کشاورزی ایران عمدتاً تولیدات داخلی و الباقی از محل واردات است. بخشی از این کودها به‌صورت یارانه‌ای و از طریق شرکت خدمات حمایتی کشاورزی، وابسته به وزارت جهاد کشاورزی و عمدتاً از تولیدات داخلی و بخشی دیگر توسط بخش خصوصی تأمین و توزیع می‌شود.

متولی تأمین و توزیع کودهای شیمیایی یارانه‌ای وزارت جهاد کشاورزی است. کودهای یارانه‌ای بر اساس سهمیه و سطح زیرکشت تخصیص داده می‌شود. حدود ۸۵ درصد کودهای موجود در بازار، کودهای دولتی یارانه‌ای است که توسط شرکت خدمات حمایتی کشاورزی از منابع داخلی و یا وارداتی بر اساس تخمین برآورد نیاز سالیانه کشاورزان توسط مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تأمین و از طریق حدود ۳۵۰۰ کارگزار در سطح کشور توزیع می‌گردد. کودهای یارانه‌ای شامل چهار نوع کود پایه اوره، سوپر فسفات تریپل، سولفات پتاسیم و دی‌آمونیوم‌فسفات است که دولت با یارانه در اختیار کشاورزان قرار می‌دهد. ۱۵ درصد دیگر کودهای شیمیایی مصرفی به‌صورت آزاد و توسط بخش خصوصی شامل حدود ۱۸۰ شرکت تولیدکننده داخل و ۷۰ شرکت واردکننده با اخذ مجوزهای قانونی، تولید و یا وارد کشور شده و توزیع می‌گردد. با توجه به قیمت پایین کودهای یارانه‌ای در ایران، قاچاق کود به داخل کشور ارزش افزوده‌ای ندارد، اما قاچاق کود به خارج از کشور دیده می‌شود. البته کودهای شیمیایی که به‌صورت تقلبی در داخل تولید و با بسته‌بندی خارجی در بازار توزیع می‌گردند نیز مشاهده می‌شود. عمده کودهای شیمیایی مصرفی در ایران شامل انواع ازته، فسفاته و پتاسه هستند که بیشتر کودهای ازته در کشور تولید می‌شود.

درصد مصرف کود شیمیایی تولید داخل

در ایران این میزان دارای نوساناتی بوده است؛ در سال ۱۳۸۶، این رقم ۱۷۱ درصد بود که نشان می‌دهد مصرف کل کود در آن سال حدود ۱/۷ برابر تولید داخلی بوده است. این وضعیت معمولاً با واردات کود تأمین می‌شود. این نسبت در سال‌های بعد روندی نزولی پیدا کرد و در سال ۱۳۹۱ به ۴۲/۷ درصد رسیده، به این معنا که ۴۲/۷ درصد از کود تولیدی به مصارف داخلی رسیده و ۵۷/۳ درصد آن صادر شده است. در نهایت در سال ۱۴۰۱، ایران ۵۸/۷ درصد از کودهای تولید داخل را در بخش کشاورزی داخلی مورد استفاده قرار داده است (World Bank, 2025a). لازم به ذکر است که از نظر یکی از معاونین شرکت خدمات حمایتی کشاورزی، با توجه به تولید ۸ میلیون تن کود در سال و میزان مصرف ۳ تا ۳/۵ میلیون تن در سال، درصد مصرف تولید داخل، ۳۷ تا ۴۳ درصد خواهد بود و باقی آن صادر می‌گردد.

کمیت مصرف مورد اجماع کودهای شیمیایی در ایران

برای استخراج دقیق‌ترین و به‌روزترین شاخص‌های مرتبط با مصرف، کلیه شاخص‌های استخراج شده از منابع مختلف (World

Our World in Data, 2025a, 2025b, 2025c;Bank, 2025b؛ شهنوازی، ۱۴۰۲؛ وزارت جهاد کشاورزی، مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات، ۱۴۰۲)، در نشست‌های نخبگانی طی بحث‌های گروهی مورد بررسی و بحث قرار گرفت که در ادامه، نتایج مورد اجماع ارائه می‌شود. تخمین زده می‌شود حداقل وزن کل مصرفی همه انواع کودهای شیمیایی (یارانه‌ای و غیریارانه‌ای) در سال ۱۴۰۲، حداقل معادل ۳/۵ تا ۴/۱ میلیون تن، معادل ۲۲۳ تا ۲۶۱ کیلوگرم در هکتار (با احتساب سطح زیر کشت ۱۵/۷) بوده است.

در خصوص شاخص میزان کود شیمیایی مصرفی عناصر سه‌گانه ازت، فسفات و پتاسیم[1]، آمارنامه کشاورزی ایران در سال ۱۴۰۱ مجموع میزان فروش این سه کود عنصری در ایران را ۲۶۵۶۶۳۸ تن در سال (۲/۶ میلیون تن) ذکر نموده است (وزارت جهاد کشاورزی، مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات، ۱۴۰۲). اما آمار ارائه شده از سوی FAOSTAT و یک سازمان غیرانتفاعی[2] در سال ۱۴۰۱، این میزان را بسیار کمتر گزارش نموده است، به‌طوری که میزان مصرف مجموع این سه عنصر کودی را حدود ۱/۰۷ میلیون تن اعلام نموده است (World Bank, 2025b; FAO, 2025) که معادل ۶۸/۳ کیلوگرم در سال بوده است و با احتساب سطح زیر کشت ۱۵/۷ میلیون هکتار در سال ۱۴۰۱ نیز منطقی به نظر می‌رسد، همچنین با آمار فائو نیز همخوانی دارد. در آمارنامه کشاورزی ۱۴۰۲ مجموع مصرف سه کود عنصری ازته، فسفاته و پتاسه را ۲/۵ میلیون تن اعلام کرده است (وزارت جهاد کشاورزی، مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات، ۱۴۰۲) که معادل ۱۵۹ کیلوگرم در هکتار است که بیش از دو برابر مصرف در سال ۱۴۰۱ است. در این میان کمّیت مصرف کودهای شیمیایی که به‌صورت تقلبی در داخل تولید و در بازار توزیع می‌گردند، مشخص نیست.

الگوی استانی مصرف کودهای شیمیایی

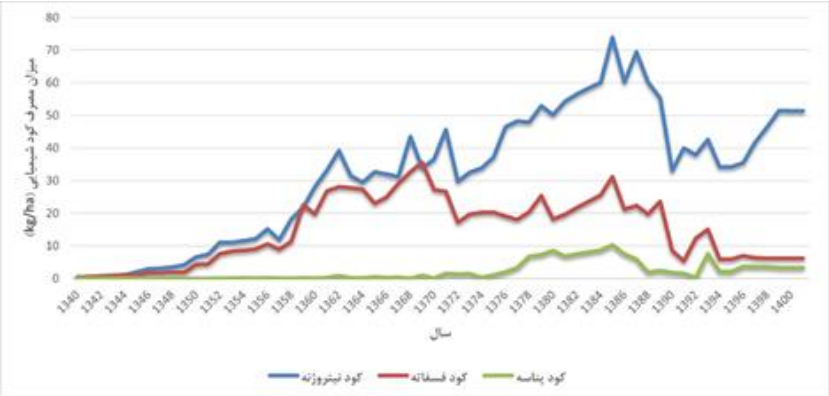
در مطالعات معدودی، آمار شاخص‌های مصرف کود شیمیایی بر حسب استان یافت شد. تحلیل داده‌های این مطالعات که چندان جدید هم نبودند، نشان داد میانگین مصرف کودهای شیمیایی در استان‌ها با میانگین مصرف در سطح کشوری متفاوت است، به‌طوری که میانگین مصرف در سال ۱۳۸۹ تا ۱۴۰۰، در برخی شهرستان‌ها و استان‌ها چند برابر میانگین کشوری و حتی جهانی بوده است (شهنوازی، ۱۴۰۲). بر اساس تحلیل داده‌های سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۹ در یک پژوهش، استان خوزستان با مصرف سالیانه بیش از ۲۰۰ هزار تن، بالاترین میزان مصرف کود شیمیایی را در میان استان‌های کشور داشته است و از نظر میزان مصرف در هکتار، استان‌های واقع در ناحیه کویری و مرکزی ایران مانند یزد، بیشترین میزان مصرف را با بیش از ۳۰۰ کیلوگرم در هر هکتار اراضی زراعی به خود اختصاص داده‌اند (Ahmadi, 2020). لازم به ذکر است یکی از صاحب‌نظران مطلع از میزان مصرف، مصرف کودهای شیمیایی در سال ۱۳۹۵ برای استان خوزستان حدود ۳۰۰ هزار تن و برای سال ۱۳۹۹ حدود ۳۳۰ هزار تن اعلام نمود. همچنین برخی از کشاورزانی که مورد مصاحبه قرار گرفته بودند، میزان مصرف کودهای شیمیایی را چندین برابر آمار موجود اعلام کردند، به‌طوری که به گفته ایشان، برخی کشاورزان اصفهانی ۷۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار و ۳۰۰ کیلوگرم کود دی‌آمونیوم‌فسفات در مزارع خود استفاده می‌کردند.

روند زمانی مصرف کودهای شیمیایی عنصری در ایران

بنابر گزارش بانک جهانی، مصرف کودهای شیمیایی در ایران (مربوط به سه عنصر ازت، فسفر و پتاسیم) از سال ۱۳۴۰ تا ۱۴۰۱ با روند افزایشی حدود هفتاد برابر شده است، هر چند با نوساناتی همراه بوده است. اوج مصرف در ایران در سال ۱۳۸۵، ۱۲۶/۸ کیلوگرم در هکتار ثبت شده است که بالاتر از میانگین جهانی ۱۱۸/۱ کیلوگرم در همان سال در هکتار بوده است (World Bank, 2025b). البته برخی ذی‌ربطان مصاحبه شده در این مطالعه این آمار را درست نمی‌دانستند. همچنین بر اساس نتایج یک مطالعه، میزان مصرف کودهای شیمیایی در ایران از سال‌های ابتدایی پس از انقلاب اسلامی (۱۳۵۸) در طی سی‌سال حدود ده برابر شده است (Ahmadi, 2020). میزان مصرف کود شیمیایی عنصری سه‌گانه (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) در ایران در سال ۱۴۰۱، طبق گزارش بانک جهانی ۶۸/۳ کیلوگرم در هکتار است که حدود نصف میانگین مصرف جهان یعنی ۱۳۴/۲ در جهان است (World Bank, 2025b). شکل ۱ روند افزایشی

1. Nitrogen, Phosphorus, and Potassium (NPK)
2. Global Change Data Lab

مصرف کودهای شیمیایی مربوط به این سه عنصر را نشان می‌دهد.



شکل ۱. روند مصرف کودهای نیتروژنه، فسفاته و پتاسه در ایران در سال های ۱۳۴۰ تا ۱۴۰۱
(Our World in Data, 2025a. 2025b, 2025c)

دیدگاه ذی‌ربطان در مورد مطلوبیت کمّیت مصرف کودهای شیمیایی

تحلیل مصاحبه‌های انجام شده با ذی‌ربطان ملی، منجر به استخراج چندین نوع دیدگاه یا قضاوت در مورد مطلوبیت کمّیت مصرف کودهای شیمیایی گردید. مصاحبه‌شوندگان متعددی استدلال کردند که مصرف کود شیمیایی یک مسئله نسبی است و تابع متغیرهای مختلفی چون شرایط اقلیمی، شرایط اقتصادی، شرایط سیاسی، خصوصیات خاک، نوع محصول، سطح زیرکشت و عملکرد مورد انتظار است، بنابراین صرف مقایسه میزان کمّیت مصرف کودهای شیمیایی یا میانگین مصرف در هکتار با شاخص‌های کشورهای دیگر و میانگین جهانی، مبنای درستی برای قضاوت در مورد مناسب بودن یا نبودن آن نبوده و نمی‌توان به‌صراحت کم یا زیاد بودن میزان مصرف را نتیجه‌گیری کرد. حتی برخی استدلال کردند که اظهارنظر در مورد میزان مصرف کود توسط افراد کم‌اطلاع یکی از چالش‌های مهم در این زمینه است و می‌تواند باعث سردرگمی در دستیابی به حقیقت و ابهام در تصمیم‌گیری‌ها، برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌ها شود. همچنین لزوم دقت و احتیاط در تفسیر و استفاده از شاخص میانگین مصرف کودهای شیمیایی توسط برخی مصاحبه‌شوندگان مطرح شد و در نشست‌های نخبگانی نیز مورد تأکید قرار گرفت.

برخی از ذی‌ربطان معتقد بودند، آمار موجود بنابر دلایلی همچون عدم دسترسی به میزان دقیق میزان توزیع کودهای تقلبی در ایران، صحیح و قابل‌اعتماد نیست، بنابراین نمی‌توان گفت آیا این میزان مصرف کافی است یا خیر. به‌علاوه، از میان افرادی که بر اساس آمار وزن کود شیمیایی مصرف شده در ایران دارای قضاوتی در مورد مطلوبیت کمّیت مصرف بودند، سه نوع دیدگاه مصرف بیشتر، کمتر و در حد بهینه (میزان توصیه شده) کود شیمیایی وجود داشت. برخی مصاحبه‌شوندگان معتقد بودند میزان مصرف نهاده‌های شیمیایی در ایران بیشتر از میزان توصیه شده است و منتقد به مصرف زیاد نهاده‌های شیمیایی بودند. برخی از شرکت‌کنندگان، «*مصرف بدون حساب نهاده‌های شیمیایی*» و به‌عبارت دیگر کودهای شیمیایی بیش از میزان نیاز را تنها «*در برخی نقاط کشور*» و «*در برخی از انواع کشت‌ها*» صادق دانسته‌اند.

در مقابل، نظرات برخی دیگر از مصاحبه‌شوندگان مبنی بر مصرف کمتر از نیاز نهاده‌های شیمیایی عمدتاً بر اساس مقایسه با میانگین جهانی و نیز در مواردی با توجه به نیازهای خاک کشور بود؛ از دید این افراد که منتقد مصرف کم کودهای شیمیایی بودند، کشور دچار مشکل «*کم‌مصرفی کودهای شیمیایی*» بوده و از حد آرمانی میزان مصرف فاصله دارد. در همین راستا، یکی از مصاحبه‌شوندگان معتقد بود که «*مصرف زیاد کود سندیت ندارد*»، همچنین برخی معتقد بودند که میزان مصرف کود نصف حتی یک‌سوم بقیه کشورها است و «*در برخی اراضی فقر مصرف کود*» را شاهد هستیم که ناشی از «*عدم بضاعت*» کشاورزان برای تهیه کود است.

بحث

شناخت دقیق وضعیت موجود و دسترسی به آمار جامع، معتبر و به‌روز، پیش‌شرط اساسی برای هر نوع سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی در حوزه بهینه‌سازی مصرف نهاده‌های شیمیایی کشاورزی است. نتایج این مطالعه نشان داد که متأسفانه به دلایل متعددی در ایران تصویر روشنی از کمّیت و الگوی مصرف کودهای شیمیایی وجود ندارد. اطلاعات موجود پراکنده، متناقض و در بسیاری موارد قدیمی و غیرقابل اتکا است. این ابهام در ترسیم وضعیت موجود می‌تواند دلایل متعددی از قبیل عدم توجه به اهمیت وجود آمار جامع، دقیق و یا اطلاع‌رسانی آن، نبود سیستم ثبت و پایش مناسب، ضعف در اطلاع‌رسانی شفاف و به‌موقع، تعدد ذی‌نفعان دولتی و خصوصی در تولید، واردات و توزیع کود، وجود مسیرهای غیرقانونی تولید و واردات کودهای شیمیایی و قاچاق، کمبود پژوهش‌های جامع در سطح ملی و استانی و گاه عدم تمایل برخی مدیران برای انتشار آمار باشد. صرف‌نظر از این که این مطالعه نمی‌تواند با قطعیت علت اصلی را تعیین کند، این وضعیت سبب شده است که فضای لازم برای برداشت‌ها و تفاسیر نادرست و یا حتی ناقص فراهم شود و تصمیم‌گیری‌های کلان کشور با چالش‌هایی مواجه گردد.

این مطالعه موفق به استخراج آمار معتبر سال ۱۴۰۳ نشد. اما بر اساس آخرین آمار معتبر یافت شده که مورد اجماع ذی‌ربطان در جلسات بحث گروهی نشست نخبگانی در این مطالعه بود، تخمین زده می‌شود حداقل وزن کل مصرفی همه انواع کودهای شیمیایی (یارانه‌ای و غیریارانه‌ای) در سال ۱۴۰۲، حداقل معادل ۳/۵ تا ۴/۱ میلیون تن، معادل ۲۲۳ تا ۲۶۱ کیلوگرم در هکتار (با احتساب سطح زیر کشت ۱۵/۷) بوده است. اما باید توجه داشت که به دلیل وجود کودهای تقلبی موجود در بازار، تهیه و مصرف آن توسط کشاورزان، میزان مصرف واقعی بیش از این مقدار است. همچنین پیش‌بینی می‌شود در سال جاری نیز میزان مصرف کمی افزایش یابد. البته میانگین میزان مصرف کودهای شیمیایی در هکتار در کشور به‌مراتب کمتر از میانگین مصرف جهانی است.

همان‌طور که نمودار شماره ۲ نشان می‌دهد کمّیت مصرف کودهای شیمیایی در ایران در طی چندین دهه گذشته شاهد روند افزایشی بوده است (World Bank, 2025b)، البته این روند توأم با نوسانات قابل‌توجه و به‌مراتب بیشتر و یا متفاوت از نوسانات روند افزایشی میانگین مصرف در جهان می‌باشد. مصرف جهانی نیز نوساناتی متفاوت در کشورها را تجربه کرده است؛ برای مثال، مصرف کودهای شیمیایی سه عنصر نیتروژن، پتاسیم و فسفات در کشاورزی در سال ۲۰۲۲، حدود ۱۸۵ میلیون تن نسبت به سال ۲۰۲۱، هفت درصد کاهش داشته است. اما در این میان، اروپا بیشترین کاهش مصرف را با ۱۶ درصد تجربه کرد (Obli-Laryea et al., 2024). از علل محتمل این نوسانات می‌توان به وضعیت بازار جهانی و داخلی، قیمت کود، دسترسی به کود، عوامل سیاسی و شرایط اقلیمی در جهان و ایران اشاره کرد (Randive et al., 2021). افزون بر این، میزان مصرف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم نیز در سال‌های ۱۳۴۰ تا ۱۴۰۰ نوساناتی داشته که در شکل‌های ۳ تا ۵ نشان داده شده است.

شکل ۲. مصرف کل هر سه کود (کیلوگرم به‌ازای هر هکتار زمین زیر کشت) – جهان و ایران (World Bank, 2025b)

شکل ۳. میزان مصرف کود نیتروژن در هر هکتار (Our World in Data, 2025a)

شکل ۴. میزان مصرف کود فسفات در هر هکتار (Our World in Data, 2025b)

شکل ۵. میزان مصرف کود پتاسیم در هر هکتار (Our World in Data, 2025c)

همچنین در مطالعه‌ای گزارش شد که تقاضای جهانی در سال‌های ۲۰۱۸–۲۰۱۹ نسبت به سال ۲۰۱۷–۲۰۱۸، یک درصد (معادل ۱۹۰ میلیون تن) کاهش یافته است. این کاهش مصرف، ناشی از شرایط نامساعد جوی در مناطق کلیدی کشاورزی و مصرف‌کننده کود (مانند آمریکای مرکزی و شرق استرالیا)، کاهش ارزش پول ملی در برخی کشورهای واردکننده کود به‌ویژه ترکیه و پاکستان، منازعات تجاری بین چین و ایالات متحده و همچنین بین روسیه و اوکراین، تحریم‌ها علیه ایران و تمرکز بیشتر کشورهای توسعه‌یافته بر استفاده

کارآمدتر از کود اعلام شده است (International Fertilizer Association, 2019). از دلایل احتمالی دیگر، شرایط اجتماعی و سیاسی درون کشور و تغییر سیاست‌گذاری‌های کلان مرتبط با تأمین غذا بوده است. سیاست‌های تشویق کشاورزان به کاهش مصرف کودهای شیمیایی و جایگزینی آن با کودهای آلی و نیز روش‌های تقویت خاک مبتنی بر کشاورزی طبیعی و پایدار مبتنی بر تحقیقات از جمله دلایل دیگر است. بنابراین روند مصرف جهانی حداقل در سال ۲۰۲۲ و در برخی مناطق و کشور کاهشی بوده است که الزاماً خارج از کنترل هم نبوده است، بلکه این احتمال هم وجود دارد که حداقل در برخی کشورها با برنامه‌ریزی بوده باشد. البته باید توجه داشت که میانگین مصرف کشوری و روند آن، الزاماً در همه استان‌ها مشابه هم و مشابه میانگین کشوری نیست و مانند هر شاخص ملی دیگر، وضعیت در سطح فرو ملی یعنی استان‌ها با هم و در مواردی ممکن است با میانگین کشوری تفاوت‌هایی داشته باشد. حتی در یک شهرستان یا استان نیز میزان مصرف نهاده‌های شیمیایی توسط کشاورزان متفاوت است. از علل این تفاوت در میزان مصرف، تفاوت در سطح زیرکشت، نوع محصول، نوع خاک، دانش، نگرش و رفتار متفاوت کشاورزان است. این تفاوت‌ها لزوم طراحی سیاست‌های منطقه‌ای به‌جای سیاست‌های یکپارچه و کلی را برجسته می‌سازد.

از یافته‌های کلیدی این پژوهش، ناکارآمدی شاخص «میانگین مصرف کود» به‌عنوان معیار قضاوت درباره کفایت یا عدم کفایت مصرف است. علت ناکارآمدی، محدودیت‌های ذاتی شاخص و نیز خطاهای تفسیر و مفید نبودن آن برای قضاوت در مورد کفایت مصرف کودهای شیمیایی است. صرف‌نظر از ابهام در نحوه محاسبه و نیز دقت و اعتبار آمار، آنچه در اینجا حائز اهمیت است، لزوم دقت و احتیاط در تفسیر و استفاده از شاخص میانگین مصرف کودهای شیمیایی است. بنا به دلایلی که در ادامه بیان می‌شود، قابل استدلال است که میانگین مصرف کودهای شیمیایی ملاک قضاوت صحیح یا حداقل بهترین شاخص قضاوت نیست و نباید ملاک برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های مرتبط قرار گیرد.

بررسی متون و اسناد علمی و سازمانی نشان داد که عدد مطلق، مشخص و مورد اجماع جهانی و یا ملی در مورد این که میزان مصرف کود شیمیایی، برای مثال، بر اساس مقیاس کل وزن مصرفی در سال و یا مهمتر و دقیق‌تر، بر اساس میانگین وزن مصرفی در یک هکتار چقدر باید باشد، وجود ندارد. این بدان معنی است که هیچ استاندارد جهانی و ملی و به عبارت بهتر توصیه کودی واحد جهانی مشخصی برای تعیین میزان بهینه مصرف کود بر حسب وزن و یا سطح زیر کشت وجود ندارد، زیرا نیاز واقعی به کود وابسته به شرایط خاک، نوع محصول، روش مصرف کود و ویژگی‌های اقلیمی هر منطقه بستگی دارد و فرایند کشاورزی متأثر از عوامل طبیعی، فرهنگی و نهادی مختلفی است که بر نتایج آن اثرگذار است (Wuepper, 2020). در نتیجه، مقایسه مصرف کود در سطح استانی یا ملی با میانگین جهانی، نه‌تنها تصویر درستی ارائه نمی‌دهد، بلکه ممکن است منجر به برداشت‌های نادرست و سیاست‌های ناکارآمد شود. برای مثال، افزایش مصرف در برخی مناطق می‌تواند ناشی از فقر خاک از نظر عناصر مغذی مانند نیتروژن باشد، در حالی که در مناطقی دیگر همین افزایش به معنای مصرف بی‌رویه و هدررفت منابع است. در مورد شاخص وزن کل کود مصرفی در سال در یک کشور یا منطقه، باید توجه داشت که این شاخص تحت‌تأثیر وسعت زمین‌های کشاورزی زیرکشت است، بنابراین مقایسه آن هیچ ارزشی در تشخیص کفایت مصرف نمی‌دهد. لذا برای مقایسه وضعیت کمّیت مصرف کود شیمیایی دو کشور لازم است شرایط اختصاصی و گوناگون هر کشور در نظر گرفته شود. به دلایل فوق، مقایسه بین استانی، بین کشورها و یا میزان مصرف کشور با میانگین جهانی، کمکی به درک بهتر از کفایت یا عدم کفایت مصرف کود شیمیایی نمی‌کند.

با این وجود، در قضاوت‌ها و برخی تصمیم‌گیری‌ها، این مقایسه به اشتباه به‌عنوان دلیلی برای ناکافی بودن مصرف در کشور تفسیر شده و پیشنهادهایی مانند افزایش تولید، واردات و تخصیص یارانه به کود شیمیایی مطرح شده است. در مقابل، افزایشی بودن روند میزان مصرف موجب افزایش نگرانی برخی مدیران حوزه سلامت و نیز محیط‌زیست از عوارض مصرف آن در سلامت محصولات غذایی و محیط‌زیست شده است. این دو دیدگاه متعارض نشان می‌دهد که مباحث مربوط به لزوم افزایش یا کاهش مصرف کود شیمیایی غالباً فاقد شواهد دقیق هستند.

از این‌رو پیشنهاد می‌شود شاخص‌هایی چون شاخص کارایی مصرف کودهای شیمیایی به‌عنوان ملاک قضاوت کفایت در تفسیرهای سیاستی، حاکمیتی و برنامه‌ریزی برای اصلاح و بهینه‌سازی میزان مصرف قرار گیرد. هدف اصلی از مصرف کودهای شیمیایی، افزایش

کمّی و کیفی تولید محصولات کشاورزی است و این امر تنها زمانی محقق می‌شود که عناصر غذایی به شکل قابل‌جذب در اختیار گیاه قرار گیرند. بسته به میزان عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، میزان عناصر غذایی موجود در خاک و درصد استفاده گیاه از کل کود مصرفی، سایر کودهای غیرشیمیایی مورد استفاده، می‌بایست میزان نیاز کودی یک محصول برای یک مزرعه تخمین زده شود و این کار نیازمند انجام آزمایش خاک و مشاوره با متخصصان است که شاید در کشاورزی ایران چندان رایج نباشد. افزایش مصرف بدون افزایش کمّیت و کیفیت محصول کشاورزی، امری غیرمنطقی و نیز هزینه‌بر است که توجیه قابل‌ملاحظه‌ای ندارد. بدون انجام آزمایش خاک، مشاوره تخصصی و پایش علمی، افزایش مصرف کود شیمیایی لزوماً به بهبود عملکرد محصول منجر نمی‌شود و ممکن است تنها موجب افزایش هزینه‌ها و آسیب‌های محیطزیستی گردد. به‌طوری که استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی منجر به بروز مشکلات جدی محیطزیستی مانند کاهش تنوع‌زیستی، تجمع فلزات سنگین (Jote, 2023)، آلودگی خاک، تغییرات اقلیمی (Shukla et al., 2022)، اوتروفیکاسیون آب‌ها (افزایش مواد مغذی در آب و رشد بیش از حد جلبک‌ها) و آسیب به حیات آبزیان (Jote, 2023; Shukla et al., 2022)، سمیت برای میکروارگانیسم‌های مفید و همچنین تجمع نیترات و گازهای حاوی نیتروژن و گوگرد می‌شود و این موارد می‌توانند باعث بروز پدیده‌هایی نظیر اثر گلخانه‌ای و گرمایش جهانی شوند (Jote, 2023). بر این اساس، شاخص‌های ترکیبی کارایی شامل میزان نیاز واقعی بر اساس نوع محصول و خاک، بهره‌وری مصرف و هزینه اثربخشی، توجه به تفاوت‌های منطقه‌ای باید جایگزین شاخص‌های ساده‌ای مانند وزن کود مصرفی شوند.

یکی دیگر از یافته‌های مهم این مطالعه، نبود توافق در مورد کفایت مصرف کودهای شیمیایی در ایران است که علت احتمالی آن را می‌توان نبود شاخص کارآمد، مناسب و مورد اجماع، استفاده از اطلاعات متفاوت و مهمتر از آن، تفسیرهای متفاوت از آمار موجود دانست. این مسئله تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌های کلان کشور در این زمینه را با چالشی جدی مواجه می‌کند.

نتیجه‌گیری

نبود داده‌های دقیق و مورد توافق ذی‌نفعان، مانعی جدی برای سیاست‌گذاری مؤثر در حوزه مصرف کودهای شیمیایی است. ایجاد نظام یکپارچه ثبت و پایش اطلاعات و تقویت پژوهش‌های ملی و استانی می‌تواند زمینه تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد را فراهم کند. این مطالعه با ارائه تصویری اولیه از وضعیت موجود، خلاءهای اطلاعاتی را شناسایی کرده و بر ضرورت تغییر رویکرد از «کمّیت مصرف» به «کارایی مصرف» تأکید می‌کند؛ رویکردی که به دلیل تفاوت‌های منطقه‌ای، نیازمند سیاست‌گذاری محلی به‌جای یک سیاست یکسان ملی است. در نهایت پیشنهاد می‌شود شاخص‌های کارایی و هزینه اثربخشی کودهای شیمیایی در چارچوب مأموریت شورای عالی سلامت و امنیت غذایی به‌عنوان شاخص‌های اساسی گنجانده شوند تا امکان پایش مستمر و هدایت مصرف بهینه فراهم شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این پژوهش کد اخلاق را به شماره IR.SBMU.PHNS.REC.1403.178 از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران دریافت کرده است. نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آنها است.

مشارکت نویسندگان

نسترن کشاورز محمدی: استاد راهنما، نویسنده مسئول، مفهوم‌سازی، روش‌شناسی، تحلیل داده‌ها، تهیه پیش‌نویس مقاله، بازبینی و ویرایش

نرجس نیک‌پی بیدرونی: جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل داده‌ها، تهیه پیش‌نویس مقاله، بازبینی و ویرایش

علی میلانی بناب: استاد مشاور، تحلیل داده‌ها، بازبینی و ویرایش پیش‌نویس مقاله

محمدرضا مسعودی‌نژاد: استاد مشاور، بازبینی و ویرایش پیش‌نویس مقاله

نرگس رستمی‌گوران: استاد مشاور، بازبینی و ویرایش پیش‌نویس مقاله

سید مجید موسوی، سید علی غفاری‌نژاد، شمس‌الله ملازاده و سید پیمان آزرفام: اعتبارسنجی داده‌ها

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

حامی مالی

حمایت مالی از این پژوهش از طرف دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده بهداشت و ایمنی انجام شده است.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران به خاطر حمایت مالی و انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور برای همکاری در اجرای پژوهش حاضر، همچنین همکاری و همراهی ارزشمند مدیران و کارشناسان محترم وزارت جهاد کشاورزی، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و سازمان‌ها و مؤسسات تابعه این دو وزارت‌خانه، سازمان حفاظت محیط‌زیست، سازمان زمین‌شناسی و سازمان ملی استاندارد که با ارائه دیدگاه‌ها و تجربیات علمی خود در نشست‌های تخصصی و مصاحبه‌ها، نقش مهمی در ارتقای کیفیت این پژوهش ایفا نمودند، صمیمانه قدردانی می‌گردد. همچنین از تمامی همکاران و دست‌اندرکارانی که در فرایند گردآوری و تحلیل داده‌ها مشارکت داشته‌اند، سپاسگزاری می‌شود.

منابع

آزادگان، بهزاد، و امیری، رضا (۱۳۸۹). اثر مدیریت کودهای شیمیایی بر عملکرد گیاهان زراعی در منطقه پاکدشت. *مجله به‌زراعی کشاورزی*، ۱۲(۱)، ۱–۹

خیرعلی‌پور، کامران؛ جعفری‌ثمربن، حمید، و سلیمانی، محسن (۱۳۹۶). تعیین اثرات زیست‌محیطی در تولید کلزا به روش ارزیابی چرخه حیات، مطالعه موردی: استان اردبیل. *نشریه مهندسی بیوسیستم‌های ایران*، ۴۸(۴)، ۵۱۷–۵۲۶. https://doi.org/10.22059/ijbse.2017.218793.664864

سازمان امور اراضی کشور. (۱۴۰۲). *آمارنامه تخصصی اراضی کشاورزی*.

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. (۱۴۰۱). *گزارش برنامه الگوی کشت محصولات کشاورزی*. https://kkrdi.ir/wp-content/uploads/2022/11/4010823olgu-kesht.pdf

شرکت خدمات حمایتی کشاورزی. (۱۴۰۳). *تأمین ۱۳۰۰۰۰۰ تن کود یارانه ای مورد نیاز کشاورزان*. بازیابی شده در ۱۵ اردیبهشت، ۱۴۰۴، از https://www.assc.ir/fa/news/129460-1-300-000-.html

شهنوازی، علی (۱۳۹۹). تعیین میزان مصرف بهینه نهاده‌ها در زراعت سیب زمینی ایران. *نشریه علوم کاربردی سیب زمینی*، ۳(۲)، ۴۳–۵۰.

شهنوازی، علی (۱۴۰۲). تأثیر تغییرات قیمت کودهای شیمیایی بر الگوی مصرف، عملکرد و سود ناخالص در مزارع سیب‌زمینی استان آذربایجان شرقی. *نشریه علوم کاربردی سیب زمینی*، ۶(۲)، ۱۴–۲۱.

عبدی رکنی، خدیجه؛ حسینی یکانی، سید علی؛ عابدی، سمانه، و کشیری کلائی، فاطمه (۱۳۹۷). مدیریت مصرف کودهای شیمیایی برای تولید محصول برنج (مطالعه موردی گهرباران ساری). *فصلنامه علمی اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۲۶(۱)، ۲۹–۵۳. https://doi.org/10.30490/aead.2018.65198

مرکز آمار ایران. (۱۴۰۳). *چکیده نتایج سرشماری عمومی کشاورزی*. سازمان برنامه و بودجه کشور.

ملکوتی، محمدجعفر (۱۳۸۹). رابطه مصرف بهینه کود و تولید محصولات کشاورزی سالم (مقاله مروری). *مجله علمی- پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز*، ۱۶(۴)، ۱۳۳–۱۵۰.

وزارت جهاد کشاورزی، مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات. (۱۴۰۲). *آمارنامه کشاورزی (جلد دو)*.

References

Abdi Rokni, K., Hosseini Yekani, A., Abedi, S., & Keshiri Kalai, F. (2018). Chemical fertilizers use management for rice production (a case study of Sari Goharbaran). *Quarterly Journal of Agricultural Economics and Development*, *26*(1), 29–53. https://doi.org/10.30490/aead.2018.65198 [in Persian]

Agricultural Research, Education and Extension Organization. (2022). *Report on the crop pattern plan for agricultural products*. https://kkrdi.ir/wp-content/uploads/2022/11/4010823olgu-kesht.pdf [in Persian]

Agricultural Support Services Company. (2024). *Supplying 1,300,000 tons of subsidized fertilizer needed by farmers*. Retrieved May 4, 2025, from https://www.assc.ir/fa/news/129460-1-300-000-.html [in Persian]

Ahmadi, I. (2020). Comparison of Iran Provinces Regarding to the Chemical Fertilizer Consumption in Crop Production Using the t-map Package of the R Software. *Journal of Research On Crop Ecophysiology*, *15*(1), 57-62.

Azadegan, B., & Amiri, R. (2010). The effect of fertilizer management on yield of crop plants in Pakdasht region. *Journal of Crops Improvement*, *12*(1), 1-9. [in Persian]

Bruulsema, T. W., Fixen, P. E., & Sulewski, G. D. (Eds.). (2016) .*4R plant nutrition: A manual for improving the management of plant nutrition*. International Plant Nutrition Institute.

de Vries, W. (2021). Impacts of nitrogen emissions on ecosystems and human health: A mini review. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, *21*, 100249. https://doi.org/10.1016/j.coesh.2021.100249

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2005). *Fertilizer use by crop in the Islamic Republic of Iran* (Chapter 4: The fertilizer sector). FAO. https://www.fao.org/4/a0037e/a0037e08.htm

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2025). *FAOSTAT: Fertilizers by product (Domain RFB)* [Data portal]. Retrieved April 27, 2025, from https://www.fao.org/faostat/en/#data/RFB

Guo, Y., Chen, Y., Searchinger, T. D., Zhou, M., Pan, D., Yang, J., Wu, L., Cui, Z., Zhang, W., & Zhang, F. (2020). Air quality, nitrogen use efficiency and food security in China are improved by cost-effective agricultural nitrogen management. *Nature Food*, *1*(10), 648-658. https://doi.org/10.1038/s43016-020-00162-z

International Fertilizer Association .(2019, June 11). *Fertilizer Outlook 2019–2023.* Paper presented at the Annual Conference, Montreal, Canada. https://api.ifastat.org/reports/download/12620

Jote, C. A. (2023). The impacts of using inorganic chemical fertilizers on the environment and human health. *Organic & Medicinal Chemistry International Journal*, *13*(3), 555864. https://doi.org/10.19080/OMCIJ.2023.13.555864

Kassam, A., & Kassam, L. (Eds.). (2021). *Paradigms of agriculture*. In *Rethinking food and agriculture* (pp. 181-218). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816410-5.00010-4

Kheiralipour, K., Jafari Samarbon, H., & Soleimani, M. (2017). Determining the environmental impacts of canola production by life cycle assessment, case study: Ardabil Province. *Iranian journal of biosystems Engineering*, *48*(4), 517-526. https://doi.org/10.22059/ijbse.2017.218793.664864 [in Persian]

Koli, P., Bhardwaj, N. R., & Mahawer, S. K. (Eds.). (2019) .Agrochemicals: harmful and beneficial effects of climate changing scenarios. In *Climate change and agricultural ecosystems* (pp. 65-94). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816483-9.00004-9

Land Affairs Organization of Iran. (2024). *Specialized statistical yearbook of agricultural lands*. [in Persian]

Malakouti, M. J. (2011). Relationship between balanced fertilization and healthy agricultural products (A review). *Journal of Crop and Weed Ecophysiology*, *4*(16), 133-150. [in Persian]

Ministry of Agriculture Jahad, Statistics, Information and Communication Technology Center. (2023). *Agricultural statistics yearbook (Vol. 2)*. [in Persian]

Obli-Laryea, G., Tubiello, F., & Demarsy, D. (2024). *Inorganic fertilizers 2002-2022*. FAO nutritional studies

Our World in Data (2025a). *Nutrient nitrogen n (total) - Use per area of cropland (kilograms per hectare).* Retrieved April 25, 2025, from https://archive.ourworldindata.org/20260518-090244/grapher/nitrogen-fertilizer-application-per-hectare-of-cropland.html

Our World in Data (2025b). *Nutrient phosphate p2o5 (total) - Use per area of cropland (kilograms per hectare).* Retrieved April 20, 2025, from https://archive.ourworldindata.org/20260518-090244/grapher/phosphate-application-per-hectare-of-cropland.html

Our World in Data (2025c). *Nutrient potash K_2O (total) - Use per area of cropland (kilograms per hectare).* Retrieved April 20, 2025, from https://archive.ourworldindata.org/20260518-090244/grapher/potash-fertilizer-application-per-hectare-of-cropland.html

Randive, K., Raut, T., & Jawadand, S. (2021). An overview of the global fertilizer trends and India's position in 2020. *Mineral Economics*, *34*(3), 371-384. https://doi.org/10.1007/s13563-020-00246-z

Ren, K., Xu, M., Li, R., Zheng, L., Liu, S., Reis, S., Wang, H., Lu, C., Zhang, W., & Gao, H. (2022). Optimizing nitrogen fertilizer use for more grain and less pollution. *Journal of Cleaner Production*, *360*, 132180. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132180

Shahnavazi, A. (2020). Determination the optimal input consumption in potato cultivation in Iran. *Journal of Applied Potato Sciences*, *3*(2), 43–50. [in Persian]

Shahnavazi, A. (2023). The impact of chemical fertilizer price changes on the consumption pattern, yield, and gross profit in potato farms of East Azerbaijan Province. *Journal of Applied Potato Sciences*, 6(2), 14–21. [in Persian]

Sharafi, S., & Kheiralipour, K. (2025). Long-term trends of chemical fertilizer consumption and productivity in five major crop production in Iran. *Energy Nexus*, 100444. https://doi.org/10.1016/j.nexus.2025.100444

Shukla, A. K., Behera, S. K., Chaudhari, S., & Singh, G. (2022). Fertilizer use in Indian agriculture and its impact on human health and environment. *Indian Journal of Fertilisers*, *18*(3), 218-237.

Statistical Center of Iran. (2024). *Summary of the results of the general agricultural census*. Plan and Budget Organization. [in Persian]

Walling, E., & Vaneeckhaute, C. (2022). Nitrogen fertilizers and the environment. In *Nitrate Handbook* (pp. 103-135). CRC Press.

World Bank. (2025a). *Fertilizer consumption (% of fertilizer production) – Iran, Islamic Rep., World* [Data set]. Retrieved April 27, 2025, from https://data.worldbank.org/indicator/AG.CON.FERT.PT.ZS?end=2022&locations=IR-1W&start=2000&view=chart

World Bank. (2025b). *Fertilizer consumption (kilograms per hectare of arable land)* [Data set]. Retrieved April 27, 2025, from https://data.worldbank.org/indicator/AG.CON.FERT.ZS

Wuepper, D. (2020). Does culture affect soil erosion? Empirical evidence from Europe. *European Review of Agricultural Economics*, *47*(2), 619-653. https://doi.org/10.1093/erae/jbz029

Yang, S., Chen, H., Li, Z., Ruan, Y., & Yang, Q. (2024). Temporal and spatial analysis of fertilizer application intensity and its environmental risks in China from 1978 to 2022. *Environmental Sciences Europe*, *36*(1), 188. https://doi.org/10.1186/s12302-024-01011-7