

Food Providers Deprived of Food: A Spatiotemporal Analysis and GeoAI-Based Forecasting of Food Insecurity in Iran Rural Areas over the Recent Decade

Ali Goli¹  | Vaahid Maleki²

1. Corresponding Author, Department of Sociology and Social Planning, Faculty of Economics, Management and Social Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran. E-mail: goli@shirazu.ac.ir
2. Department of Civil and Environmental Engineering, School of Engineering, Shiraz University, Shiraz, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:

Received: 13 Apr 2026

Received in revised form:
17 May 2026

Accepted: 23 May 2026

Available online: 23 Sep 2026

Keywords:

Food Insecurity,
Daily Standard Calorie,
FGT Index,
Geospatial Artificial
Intelligence (GeoAI),
Rural Areas of Iran.

ABSTRACT

Food insecurity in Iran has intensified in recent years due to high inflation, declining household purchasing power, and major reforms in food subsidy policies. Although food insecurity has long exhibited pronounced regional disparities, it has increasingly expanded into rural areas, yet conventional measurement approaches often fail to capture intra-national spatial heterogeneity. This study addresses this limitation by examining the spatiotemporal dynamics and spatial heterogeneity of food insecurity across Iran and forecasting its potential evolution using a GeoAI-based analytical framework. The analysis employs Foster–Greer–Thorbecke (FGT) indices derived from annual Household Income and Expenditure Survey (HIES) data for the period 2013–2024, while spatial clustering and local spatial dynamics are assessed using Moran's I and Local Indicators of Spatial Association (LISA). Results show that in 2013, approximately 39% of sampled households in 150 counties experienced food insecurity, largely concentrated in central, eastern, and southern regions, but between 2021 and 2023, the prevalence rose to over 60%, with its geographic extent expanding to 290 counties nationwide. The food insecurity gap—defined as the shortfall from the minimum daily requirement of 2,100 kilocalories—increased from 24% in 2013 to more than 27% in 2024, while the severity of food insecurity rose by approximately 13%. These trends coincided with subsidy policy revisions and changes in the preferential exchange rate for food imports, which triggered sharp food price increases. Projections to 2026 suggest that more than 60% of households may face food insecurity, highlighting the urgent need for economic stabilization measures and regionally targeted food security policies.

Cite this article: Goli, A., & Maleki, V. (2026). Food Providers Deprived of Food: A Spatiotemporal Analysis and GeoAI-Based Forecasting of Food Insecurity in Iran Rural Areas over the Recent Decade. *Geography and Environmental Sustainability*, 16(3), 89–109. <https://doi.org/10.22126/ges.2026.13727.2970>



© The Author (s).

DOI: <https://doi.org/10.22126/ges.2026.13727.2970>

Publisher: Razi University

Introduction

Food insecurity, as a growing global challenge, reflects deep structural inequalities in access to healthy and affordable food. While much research has focused on urban areas, the rural dimension—critical for food production—remains underexplored. This multidimensional concept, encompassing availability, access, utilization, and stability, is difficult to measure. Despite the development of various indicators, no single global standard has yet been established. In Iran, although national food insecurity has somewhat decreased, over 3.5 million people still face severe food insecurity, with rural populations disproportionately affected due to lower incomes, limited market access, and greater dependence on agricultural livelihoods. Given recent socioeconomic shifts, such as the removal of food subsidies and rising inflation, there is a critical need for fine-scale spatiotemporal analysis to capture local variations. Traditional survey-based methods lack the capacity to capture local vulnerabilities, whereas spatiotemporal analytical frameworks and Geospatial Artificial Intelligence (GeoAI) offer powerful tools for modeling complex patterns and making accurate predictions. This study addresses this gap by calculating the FGT (Foster-Greer-Thorbecke) food insecurity index, identifying critical hotspots, analyzing spatiotemporal changes from 2013 to 2023, and predicting future patterns in rural districts of Iran using GeoAI.

Materials and Methods

This applied research employed a descriptive-analytical approach utilizing Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA). The primary data source was the raw Household Income and Expenditure Survey (HIES) data for rural households, collected annually by the Statistical Center of Iran from 2013 to 2023. Food consumption data were used to estimate daily per capita caloric intake, with the food insecurity threshold set at 2100 kilocalories per person per day. Food insecurity was measured using the FGT index (P_0 , P_1 , P_2), which captures prevalence, depth, and severity. Spatial distribution patterns and clusters were analyzed using Moran's I, Local Indicators of Spatial Association (LISA), and Hot Spot Analysis. Finally, a Long Short-Term Memory (LSTM) neural network model was employed to predict food insecurity levels for the year 2026. The model's performance was validated using cross-validation and the Root Mean Square Error (RMSE).

Results and Discussion

The findings reveal a clear and significant worsening of rural food insecurity in Iran from 2013 to 2023. The P_0 index (prevalence) increased from 39% to over 60% of rural households falling below the caloric threshold. Substantial spatial heterogeneity was observed, with prevalence in 2023 ranging from 21% in Semnan Province to nearly 88% in West Azerbaijan Province. Over the decade, Tehran Province had the highest average prevalence (~69%), while Kermanshah had the lowest (19%). The number of districts with severe food insecurity rose dramatically from 110 to 250. The P_1 index (depth) increased from 24% to 27%, indicating a decline in average caloric intake among food-insecure households. The P_2 index (severity) grew by over 13% during the study period. Spatial analysis using Moran's I showed a decreasing concentration of food insecurity, indicating a shift from a clustered pattern to a more dispersed and widespread national issue. Early hotspots were concentrated in central and southeastern provinces but gradually expanded to northern and northwestern regions. In contrast, some western provinces consistently showed below-average food insecurity levels. Predictions using the LSTM model for 2024–2026 suggest a continued high prevalence,

with the P_0 index slightly exceeding 60%. However, scenario analysis indicates a wide range of possible outcomes: from a drastic increase to 82% in a pessimistic scenario to a reduction below 45% in an optimistic scenario. Projected spatial patterns for 2026 still show significant clusters of food insecurity in the northwest, north, center, south, and parts of the east, with the emergence of new hotspots.

Conclusion

The study confirms that caloric intake and access to sufficient food in many rural areas of Iran fall below standard levels, with significant spatial inequalities. While food insecurity showed a slight decline until 2017, policy shifts such as reduced government support in 2018 and the removal of food subsidies in 2022 led to a sharp increase in caloric deficits and insecurity, affecting over 250 districts. Income deprivation creates a detrimental cycle of reduced purchasing power, inadequate nutrition, and adverse social and health outcomes. Projections for 2026 indicate that persistent food insecurity may affect more than half of the country's districts. The findings underscore the urgent need for targeted, region-specific interventions, price stabilization, and improved food subsidy policies.

تأمین کنندگان غذای محروم از غذا: تحلیل مکانی-زمانی و پیش‌بینی ناامنی غذایی با استفاده از هوش مصنوعی مکانی (GeoAI) در نواحی روستایی ایران در دهه اخیر

علی گلی^۱ | وحید ملکی^۲

۱. نویسنده مسئول، بخش جامعه‌شناسی و برنامه‌ریزی اجتماعی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. رایانامه: goli@shirazu.ac.ir

۲. بخش مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشکده عمران، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخچه مقاله: تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۱/۲۴ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۰۲ دسترسی آنلاین: ۱۴۰۵/۰۷/۰۱ کلیدواژه‌ها: ناامنی غذایی، کالری استاندارد روزانه، شاخص FGT، هوش مصنوعی مکانی (GeoAI)، نواحی روستایی ایران.	ناامنی غذایی در ایران طی سال‌های اخیر تحت تأثیر تورم بالا، کاهش قدرت خرید خانوارها و اصلاحات اساسی در سیاست‌های یارانه‌ای تشدید شده است. اگرچه ناامنی غذایی همواره با نابرابری‌های منطقه‌ای قابل توجهی همراه بوده، اما در سال‌های اخیر به‌طور فزاینده‌ای به مناطق روستایی گسترش یافته است. رویکردهای متعارف سنجش ناامنی غذایی غالباً از درک ناهمگنی فضایی درون‌سرزمینی ناتوان‌اند. این مطالعه با هدف رفع این کاستی، پویایی‌های فضایی-زمانی و ناهمگنی مکانی ناامنی غذایی در نواحی روستایی ایران را بررسی کرده و الگوهای احتمالی آن را با بهره‌گیری از چارچوبی مبتنی بر هوش مصنوعی مکانی (GeoAI) پیش‌بینی می‌کند. در این پژوهش از شاخص‌های فاستر-گریر-ثوربک (FGT) مبتنی بر داده‌های سالانه طرح آمارگیری هزینه و درآمد خانوار (HIES) طی دوره ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۲ استفاده شده است. الگوهای خوشه‌بندی و پویایی‌های مکانی با بهره‌گیری از شاخص موران (Moran's I) و شاخص‌های محلی وابستگی فضایی (LISA) ارزیابی شده‌اند. نتایج نشان داد که در سال ۱۳۹۲ حدود ۳۹٪ از خانوارهای نمونه در ۱۱۰ شهرستان با ناامنی غذایی مواجه بوده‌اند که عمدتاً در مناطق مرکزی، شرقی و جنوبی کشور متمرکز بوده است. در بازه ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۲، شیوع ناامنی غذایی به بیش از ۶۰٪ افزایش یافته و دامنه جغرافیایی آن به ۲۵۰ شهرستان گسترش یافته است. شکاف ناامنی غذایی - به‌عنوان فاصله از حداقل نیاز روزانه ۲۱۰۰ کیلوکالری - از ۲۴٪ در سال ۱۳۹۲ به بیش از ۲۷٪ در سال ۱۴۰۲ افزایش یافته و شدت ناامنی غذایی نیز حدود ۱۳٪ رشد کرده است. برآوردها تا سال ۱۴۰۵ نشان می‌دهد که بیش از ۶۰٪ خانوارها ممکن است با ناامنی غذایی مواجه شوند. یافته‌ها بر ضرورت فوری اتخاذ سیاست‌های تثبیت اقتصادی و مداخلات منطقه‌ای هدفمند در حوزه امنیت غذایی تأکید دارد.

استناد: گلی، علی؛ ملکی، وحید (۱۴۰۵). تأمین کنندگان غذای محروم از غذا: تحلیل مکانی-زمانی و پیش‌بینی ناامنی غذایی با استفاده از هوش مصنوعی مکانی (GeoAI) در نواحی روستایی ایران در دهه اخیر. *جغرافیا و پایداری محیط*، ۱۶(۳)، ۸۹-۱۰۹. <https://doi.org/10.22126/ges.2026.13727.2970>

مقدمه

ناامنی غذایی در چارچوب هدف دوم توسعه پایدار^۱ با عنوان «گرسنگی صفر^۲»، یکی از چالش‌های اساسی در مسیر دستیابی به دسترسی عادلانه به غذای سالم، ایمن و مقرون به صرفه در سطح جهانی محسوب می‌شود. این پدیده برخلاف تصور رایج، به صورت یکنواخت در فضا توزیع نشده و به شدت تحت تأثیر نابرابری‌های فضایی، الگوهای توسعه منطقه‌ای و شرایط نهادی و اقتصادی مکان‌محور قرار دارد (Battersby & Watson, 2018). از منظر توسعه منطقه‌ای، ناامنی غذایی نه تنها یک مسئله تغذیه‌ای یا اقتصادی، بلکه بازتابی از توسعه نامتوازن است که پیامدهای مهمی برای انسجام اجتماعی، تاب‌آوری و تحقق اهداف توسعه پایدار به همراه دارد.

بر اساس تعریف سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد^۳، امنیت غذایی شامل چهار بُعد درهم تنیده است: فراهمی، دسترسی، بهره‌برداری یا مصرف و ثبات (FAO, 2024). هر یک از این ابعاد دارای الگوهای فضایی خاصی هستند. فراهمی غذا به نظام‌های تولید، زنجیره‌های تأمین و میزان اتصال به بازارها وابسته است؛ دسترسی به غذا بازتاب سطح درآمد، اشتغال و فاصله جغرافیایی تا منابع عرضه است؛ بهره‌برداری از غذا تحت تأثیر خدمات سلامت، بهداشت و آموزش قرار دارد؛ و ثبات غذایی بیانگر شرایط کلان اقتصادی، سیاسی و محیطی است که پایداری دسترسی به غذا را تضمین می‌کند؛ بنابراین، ناامنی غذایی پدیده‌ای عمیقاً سرزمینی است که علل و پیامدهای آن در مقیاس‌های مختلف فضایی متفاوت بروز می‌یابد (FAO, 2024; Valov et al., 2025).

با وجود این ماهیت فضایی، بسیاری از مطالعات موجود به شاخص‌های تجمیعی در سطح ملی متکی هستند که موجب پنهان شدن نابرابری‌های درون‌کشوری و ایجاد محدودیت‌های روش‌شناختی در سنجش دقیق ناامنی غذایی شده است (Izraelov & Silber, 2019). شاخص‌هایی مانند نمره مصرف غذا^۴، مقیاس دسترسی به ناامنی غذایی خانوار^۵، شیوع سوءتغذیه^۶، مقیاس تجربه ناامنی غذایی^۷ و شاخص جهانی امنیت غذایی^۸ عمدتاً برای مقایسه‌های بین‌المللی مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این حال، این شاخص‌ها به دلیل ماهیت تجمیعی خود، توانایی محدودی در شناسایی نابرابری‌های محلی و کانون‌های فضایی ناامنی غذایی دارند و در نتیجه طراحی سیاست‌های مکان‌محور را با چالش مواجه می‌سازند (Ballard et al., 2013).

روندهای جهانی اخیر نیز بر ضرورت اتخاذ رویکردهای فضایی تأکید دارند. بر اساس گزارش‌ها، در سال ۲۰۲۳ حدود ۷۳۳ میلیون نفر در جهان با گرسنگی مواجه بوده‌اند که نسبت به دوره پیش از همه‌گیری کووید-۱۹ افزایش چشمگیری را نشان می‌دهد. افزایش قیمت مواد غذایی و تشدید نابرابری درآمدی، پدیده «گرسنگی پنهان» را تعمیق کرده و به طور نامتناسبی مناطق حاشیه‌ای و گروه‌های کم‌درآمد را تحت تأثیر قرار داده است (Valov et al., 2025). همچنین در سال ۲۰۲۴، حدود ۲۸٪ جمعیت جهان با ناامنی غذایی متوسط یا شدید مواجه بوده‌اند که الگوهای مشخصی از تمرکز و خوشه‌بندی فضایی را نشان می‌دهد (FAO et al., 2025) با وجود تعهد جهانی برای تحقق هدف گرسنگی صفر تا سال ۲۰۳۰، پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که در صورت تداوم روندهای فعلی، بیش از ۶۰۰ میلیون نفر همچنان در معرض گرسنگی باقی خواهند ماند (Manida, 2022). این امر نشان‌دهنده آن است که ناامنی غذایی به طور فزاینده‌ای ماهیتی منطقه‌ای و وابسته به نابرابری‌های ساختاری و ظرفیت‌های حکمرانی پیدا کرده است.

در ایران، داده‌های ملی نشان‌دهنده بهبود نسبی در وضعیت ناامنی غذایی در سال‌های اخیر است. سهم جمعیت درگیر ناامنی غذایی از ۴۸٪ در دوره ۲۰۱۴-۲۰۱۶ به ۳۹٪ در دوره ۲۰۲۲-۲۰۲۴ کاهش یافته و ناامنی غذایی شدید نیز از ۹/۵٪ به ۵/۹٪ رسیده است (FAO et al., 2025). با این حال، این بهبود در سطح کلان، نابرابری‌های ساختاری و تفاوت‌های

1. Sustainable Devloment Goals (SDG)
2. Zero Hungers
3. Food & Agriculture Organization (FAO)
4. FCS
5. HFIAS
6. PoU
7. FIES
8. GFSI

منطقه‌ای را پنهان می‌کند. به‌ویژه اینکه در سال ۲۰۲۴ بیش از ۳٫۵ میلیون نفر در ایران همچنان با ناامنی غذایی شدید مواجه بوده‌اند. این وضعیت ضرورت تمرکز بر تحلیل‌های خردمقیاس و سیاست‌گذاری هدفمند را برجسته می‌سازد.

امنیت غذایی نقشی حیاتی در حفظ ثبات اجتماعی، ارتقای رفاه عمومی و تحقق عدالت اجتماعی ایفا می‌کند، به‌ویژه برای گروه‌های آسیب‌پذیر. این اهمیت در قوانین داخلی نیز مورد توجه قرار گرفته است؛ به‌گونه‌ای که در قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، دسترسی به تغذیه مناسب به‌عنوان یکی از حقوق اساسی شهروندان شناخته شده است. در این راستا، ارزیابی دقیق و شناسایی نابرابری‌های فضایی ناامنی غذایی، پیش‌نیاز سیاست‌گذاری مبتنی بر شواهد است. این ضرورت به‌ویژه در شرایط اصلاحات اقتصادی اخیر، ازجمله حذف یارانه‌های غذایی و افزایش قیمت‌ها، اهمیت بیشتری یافته است. تحلیل‌های فضایی-زمانی می‌توانند ابزار مؤثری برای شناسایی مناطق آسیب‌پذیر، تخصیص بهینه منابع و کاهش پیامدهای منفی این تحولات باشند (Behzadifar et al., 2016).

امنیت غذایی پدیده‌ای چندبعدی است که تحت تأثیر عوامل متعددی ازجمله سیاست‌های تجاری، نوسانات قیمت، تغییر اقلیم، سطح آموزش، رشد اقتصادی و شهرنشینی قرار دارد (قلی‌پور و همکاران، ۱۴۰۱). شاخص‌های مختلفی نیز برای سنجش آن به کار می‌روند، ازجمله شاخص‌های تنوع غذایی (FCS, IDDS, WDDS, HDDS) و شاخص‌های مبتنی بر تجربه (HFSSM, FIES, HFAS و...).

مطالعات جهانی نشان می‌دهد که مناطق روستایی با وجود نقش مهم در تولید غذا، بیشتر در معرض ناامنی غذایی قرار دارند. عواملی مانند فقر ساختاری، ضعف زیرساخت‌ها، دسترسی محدود به بازارها و فرصت‌های درآمدی، این آسیب‌پذیری را تشدید می‌کنند. نکته مهم این است که ناامنی غذایی در بسیاری از موارد ناشی از کمبود تولید نیست، بلکه نتیجه نابرابری در دسترسی اقتصادی و اجتماعی به غذا است (Najam et al., 2023). مطالعات تجربی نیز این الگوها را تأیید می‌کنند. برای مثال، آیالو و همکاران^۱ (۲۰۲۵) با استفاده از مدل‌های فضایی-زمانی، افزایش ناامنی غذایی در کشورهای آفریقایی را نشان دادند.

گومز و همکاران^۲ (۲۰۲۵) افزایش ۷۵ درصدی ناامنی غذایی در مناطق حاشیه‌ای ساوئوپائولو را گزارش کردند. در اتیوپی و پاکستان نیز مطالعات مالک و شاه^۳ (۲۰۲۵) و ارشد و همکاران^۴ (۲۰۲۴) نرخ‌های بالای ناامنی غذایی را با عواملی چون فقر، آموزش پایین و بیکاری مرتبط دانسته‌اند. پژوهش‌های دیگری نیز در کشورهای مختلف نیز گستردگی و تنوع فضایی پدیده ناامنی غذایی در نواحی روستایی را تأیید می‌کنند.

اوماتایو و همکاران^۵ (۲۰۲۲) در پژوهشی در کشاورزان جنوب غربی نیجریه، اوگونیی و همکاران^۶ (۲۰۲۱) در تحلیل عوامل ناامنی غذایی در میان تولیدکنندگان ذرت در بین خانوارهای نیجریه‌ای، سانی و کماو^۷ (۲۰۱۹) در بررسی ناامنی غذایی در خانوارهای روستایی منطقه آسوسا در غرب اتیوپی، شیوع ناامنی غذایی در پاکستان به ترتیب به میزان ۲۹٪ (Cheema & Abbas, 2016)، شیوع ناامنی غذایی در خانوارهای روستایی منطقه وولایتا در جنوب اتیوپی به میزان ۶۶٪ (Astatike & Gazuma, 2019)، ناامنی غذایی در مناطق آدیگرات و وکرو در کشور اتیوپی به میزان ۷/۴ و ۵/۴٪ (Gerezihir & Nuru, 2020)، شیوع ناامنی غذایی در ۶۷٪ از خانوارهای نمونه روستایی در منطقه شمال شرقی اتیوپی (Getaneh et al., 2022)، شیوع ناامنی غذایی در ۶۷٪ از خانوارهای نمونه روستایی در خانوارهای نمونه روستایی در نیجریه (Kehinde & Alabi, 2025) و ناامنی غذایی به میزان ۲۲٪ در منطقه هیمالیایی هند (Rasul & KarkiNepal, 2025) از دیگر مطالعات انجام‌شده در زمینه سنجش ناامنی غذایی و نابرابری در دسترسی به غذا است.

در ایران نیز ناامنی غذایی به‌عنوان یک مسئله مهم مطرح شده است. مطالعات نشان می‌دهد که این پدیده بیشتر در

1. Ayalew et al
2. Gomes et al
3. Malik & Shah
4. Arshad et al
5. Omotayo et al
6. Ogunniyi et al
7. Sani & Kemaw

میان خانوارهای کم‌درآمد، پرجمعیت و ساکنان مناطق روستایی مشاهده می‌شود. برای نمونه، شعبان‌زاده خوشروی و همکاران (۱۴۰۱ و ۱۴۰۳) تفاوت قابل توجهی در کیفیت رژیم غذایی میان دهک‌های درآمدی استان تهران گزارش کردند. همچنین رفعتی و همکاران (۱۴۰۰) به نابرابری رفاهی در استان تهران اشاره کردند. مطالعات دیگری نیز ارتباط معناداری میان فقر و ناامنی غذایی در مناطق روستایی نشان داده‌اند (مطالعه باقری و همکاران (۱۳۹۸) در بررسی رابطه امنیت غذایی و فقر درآمدی در مناطق روستایی شهرستان املش استان گیلان، مطالعه اکبرپور و همکاران (۱۳۹۶) در زمینه شیوع ناامنی غذایی به میزان ۷۴٪ در مرودشت استان فارس و اکبری و همکاران (۱۳۹۹) در محاسبه ناامنی غذایی در نواحی روستایی ایران به میزان ۲۴٪ از این نمونه مطالعات هستند).

از منظر نظری، ناامنی غذایی فراتر از مسئله دسترسی فیزیکی به غذا بوده و به عوامل اجتماعی، اقتصادی و نهادی گسترده‌تری مرتبط است. رویکرد «فراهمی غذا» که ریشه در اندیشه‌های مالتوس دارد، بر تولید و عرضه تأکید دارد (Sibrián, 2008). در مقابل، رویکرد «نیازهای اساسی» با تأکید بر تأمین نیازهای اولیه مانند غذا، مسکن، آموزش و بهداشت، نقش دولت در کاهش نابرابری‌ها را برجسته می‌سازد (Arghiroiu et al., 2025). همچنین رویکرد «حاکمیت غذایی» بر کنترل محلی منابع و عدالت در دسترسی به غذا تأکید دارد و گرسنگی را نتیجه نابرابری‌های ساختاری می‌داند نه کمبود تولید (Keske, 2021).

درمجموع، این پژوهش با تکیه بر رویکرد نیازهای اساسی و با استفاده از تحلیل‌های فضایی، به بررسی الگوهای منطقه‌ای ناامنی غذایی در مناطق روستایی ایران می‌پردازد. هدف شناسایی کانون‌های فضایی، روندهای زمانی و نابرابری‌های پنهان است که در داده‌های تجمیعی قابل مشاهده نیستند. همچنین با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مانند GeoAI، تلاش شد الگوهای فضایی-زمانی ناامنی غذایی مدل‌سازی و پیش‌بینی شود تا زمینه سیاست‌گذاری دقیق‌تر و هدفمندتر فراهم گردد.

مواد و روش‌ها

پژوهش از لحاظ هدف، از نوع کاربردی است که به روش توصیفی - تحلیلی و مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای اسنادی و داده‌کاوی انجام گرفته است. این پژوهش با توجه به ماهیت داده‌های مورد استفاده در چارچوب الگوی تحلیل اکتشافی داده‌های مکانی^۱ انجام شده است.

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش داده‌های خام طرح آمارگیری هزینه و درآمد خانوارهای روستایی مرکز آمار در سال‌های ۱۴۰۲-۱۳۹۲ بوده که هر ساله توسط مرکز آمار ایران بر مبنای حجم نمونه انتخابی متناسب با جمعیت نقاط روستایی استان‌ها و با استفاده از روش نمونه‌گیری چرخشی و نمونه پایه گردآوری می‌گردد (جدول ۱).

جدول ۱. حجم خانوارهای نمونه در سال‌های ۱۴۰۲-۱۳۹۲

سال	تعداد خانوار نمونه	مجموع افراد در خانوارها	سال	تعداد خانوار نمونه	مجموع افراد در خانوارها
۱۳۹۲	۱۹۴۳۶	۷۲۳۰۱	۱۳۹۸	۱۸۴۳۰	۶۴۲۹۶
۱۳۹۳	۱۹۳۹۰	۷۱۵۵۱	۱۳۹۹	۱۹۳۰۶	۶۵۶۶۶
۱۳۹۴	۱۹۳۸۱	۷۰۴۳۹	۱۴۰۰	۱۸۳۷۱	۶۲۹۷۲
۱۳۹۵	۱۹۳۳۶	۶۹۵۱۴	۱۴۰۱	۱۸۳۸۴	۶۱۷۴۳
۱۳۹۶	۱۹۲۶۱	۶۸۸۱۷	۱۴۰۲	۱۸۲۴۳	۵۹۹۲۷
۱۳۹۷	۱۸۶۱۱	۶۵۳۴۸			

داده‌های طرح آمارگیری هزینه و درآمد خانوارهای با استفاده از پرسش‌نامه استاندارد طبقه‌بندی مصرفی برحسب هدف^۲، گردآوری شده و بر همین مبنا گروه کالاهای مصرفی شامل ۱۲ گروه اقلام مصرفی است. (مرکز آمار ایران، ۱۴۰۲). در این مطالعه، وضعیت ناامنی غذایی خانوارها در ایران با استفاده از داده‌های مصرف مواد خوراکی و آشامیدنی خانوارهای نمونه روستایی در شهرستان‌های ایران بررسی شد. اقلام غذایی در قالب نه گروه اصلی شامل غلات، سبزیجات، میوه‌ها، منابع

1. Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA)

2. Classification of Individual Consumption According to the Purpose (COICOP)

پروتئینی، لبنیات، چربی‌ها و روغن‌ها، قندها و شیرینی‌ها و غذاهای آماده و فراوری‌شده طبقه‌بندی گردید. میزان کالری دریافتی با بهره‌گیری از جداول استاندارد ترکیبات غذایی و ضرایب تبدیل کالری محاسبه شد. سپس با تعدیل بر اساس بعد خانوار، مصرف کالری سرانه روزانه به دست آمد. حداقل نیاز روزانه انرژی معادل ۲۱۰۰ کیلوکالری به‌عنوان آستانه مرجع در نظر گرفته شد. خانوارهایی که مصرف کالری آن‌ها کمتر از این مقدار بود، به‌عنوان خانوارهای دچار ناامنی غذایی شناسایی شدند و شاخص‌های متعارف شامل نسبت سرشمار، شکاف و شدت ناامنی غذایی برای ارزیابی میزان و عمق این پدیده محاسبه گردید.

روش تحلیل داده‌ها

این مطالعه با هدف سنجش و تحلیل الگوهای فضایی-زمانی ناامنی غذایی در ایران، از ترکیبی از شاخص‌های کمی، روش‌های تحلیل فضایی و مدل‌های پیش‌بینی مبتنی بر هوش مصنوعی استفاده می‌کند. در این راستا، شاخص فاستر-گریس-ثوریکه^۱ به‌عنوان ابزار اصلی سنجش ناامنی غذایی به کار گرفته شده و در کنار آن، شاخص‌های خودهمبستگی فضایی و تحلیل لکه‌های داغ برای شناسایی الگوهای مکانی و خوشه‌های ناامنی غذایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. همچنین، مدل شبکه‌های حافظه بلندمدت کوتاه‌مدت^۲ برای پیش‌بینی وضعیت ناامنی غذایی در افق سال ۱۴۰۵ به کار گرفته شد.

برای محاسبه شاخص FGT، ابتدا میزان انرژی دریافتی خانوارها برحسب کیلوکالری محاسبه شد. این محاسبه بر اساس ضرایب تبدیل استاندارد مواد غذایی به کالری و با استفاده از منابعی مانند جدول ترکیبات مواد غذایی ایران، راهنمای رژیم غذایی ایرانی و پایگاه داده USDA انجام گرفت. پس از برآورد مجموع کالری مصرفی خانوار، سرانه کالری از طریق تقسیم بر تعداد اعضای خانوار به دست آمد. در این مطالعه، حداقل نیاز روزانه انرژی برابر با ۲۱۰۰ کیلوکالری به‌عنوان آستانه استاندارد در نظر گرفته شد.

شاخص FGT برای اندازه‌گیری سه بُعد اصلی ناامنی غذایی شامل شیوع، شکاف و شدت مورد استفاده قرار گرفت. در این شاخص، ناامنی غذایی تابعی از شکاف نسبت تنگدستی است که به توان α رسانده شده است (رابطه ۱).

$$P_{\alpha} = \left(\frac{1}{N} \right) \sum_{i=1}^q \left[\frac{Z - Y_i}{Z} \right]^{\alpha} \quad \text{رابطه ۱}$$

به‌طوری که P شاخص ناامنی غذایی، N شمار کل افراد مورد بررسی، Y_i اندازه کالری در دسترس فرد i ام، Z کالری مورد نیازی است که فرد را از نظر غذایی در امنیت قرار می‌دهد، q شمار افرادی که از نظر غذایی ایمن نیستند و α وزنی است که به‌شدت ناامنی غذایی داده می‌شود. با توجه به میزان α ، سه شاخص به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

- نسبت سرشمار ناامنی غذایی (شیوع ناامنی غذایی): شمار خانوارهای نمونه‌ای را که سرانه مصرف انرژی آن‌ها، کمتر از سطح انرژی از پیش تعیین‌شده (۲۱۰۰ کیلوکالری) است، توصیف می‌کند (رابطه ۲).

$$P_0 = (q / N) \quad \text{رابطه ۲}$$

- شکاف ناامنی غذایی: اگر به‌شدت ناامنی همه خانوارها در رابطه ۲ وزن یکسانی داده شود، شکاف ناامنی غذایی بیانگر میزان فاصله کالری دریافتی روزانه خانوارهای مواجه با ناامنی غذایی از حداقل کالری روزانه است (رابطه ۳).

$$P_1 = \left(\frac{1}{N} \right) \sum_{i=1}^q \left[\frac{Z - Y_i}{Z} \right] \quad \text{رابطه ۳}$$

- مربع شکاف ناامنی غذایی (شدت ناامنی غذایی): در صورتی که به شکاف ناامنی غذایی در میان خانوارهایی که از نظر غذایی در وضع بدتری قرار دارند، وزن بیشتری داده شود، α بزرگ‌تر از واحد خواهد بود. رهیافت معمول در ادبیات تنگدستی آن است که پارامتر مورد نظر را برابر ۲ قرار می‌دهند. این اندازه‌گیری و شکاف ناامنی غذایی ارتباط زیادی با یکدیگر دارند

1. FGT

2. Long Short-Term Memory (LSTM)

(Mitiku et al., 2012).

$$P_1 = \left(\frac{1}{N} \right) \sum_{i=1}^q \left[\frac{Z - Y_i}{Z} \right]^2 \quad \text{رابطه ۴}$$

با استفاده از فرمول‌های بیان‌شده، شاخص‌های ناامنی غذایی مربوط به دسترسی به میزان کالری مورد نیاز افراد محاسبه شده است و با استفاده از اطلاعات مربوط به وضعیت خانوارها در مقیاس نواحی روستایی شهرستان‌های مختلف و پراکنش مکانی آن‌ها در استان‌های آسیب‌پذیر مشخص شد.

برای تحلیل الگوهای فضایی-زمانی، شاخص FGT در سطح شهرستان‌ها و طی دوره ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۲ محاسبه و در محیط GIS پیاده‌سازی شد. سپس با استفاده از شاخص موران جهانی^۱ و شاخص‌های محلی^۲، میزان خودهمبستگی فضایی و الگوهای خوشه‌بندی ناامنی غذایی مورد بررسی قرار گرفت. این تحلیل‌ها امکان شناسایی کانون‌های داغ^۳ و سرد^۴ ناامنی غذایی و همچنین بررسی تغییرات آن‌ها در طول زمان را فراهم می‌سازد.

در بخش مدل‌سازی و پیش‌بینی، از رویکرد GeoAI استفاده شده است که ترکیبی از روش‌های یادگیری ماشین و تحلیل داده‌های مکانی است. در این مطالعه، مدل‌های مختلفی از جمله جنگل تصادفی^۵، تقویت گرادیان^۶، شبکه‌های عصبی عمیق فضا-زمان^۷ و مدل LSTM به کار گرفته شدند. این مدل‌ها با استفاده از داده‌های سری زمانی و مکانی طی دوره ۱۱ ساله (۱۳۹۲-۱۴۰۲) آموزش داده شدند. داده‌ها به فرمت netCDF (فضا-زمان) تبدیل شده و به‌عنوان ورودی برای مدل‌های پیش‌بینی استفاده شدند. مدل LSTM به دلیل توانایی در درک هم‌زمان وابستگی‌های فضایی و زمانی، به‌عنوان مناسب‌ترین مدل انتخاب شد. برخلاف روش‌های سنتی که فضا و زمان را به‌صورت جداگانه تحلیل می‌کنند، LSTM قادر است الگوهای پویای پیچیده را در داده‌های مکانی-زمانی شناسایی کند. این مدل با استفاده از ساختار شبکه‌های عصبی عمیق و لایه‌های حافظه‌دار، تغییرات گذشته را برای پیش‌بینی آینده به کار می‌گیرد (O'Donncha et al., 2022; Herteux et al., 2024; Wang et al., 2024; Chen et al., 2023).

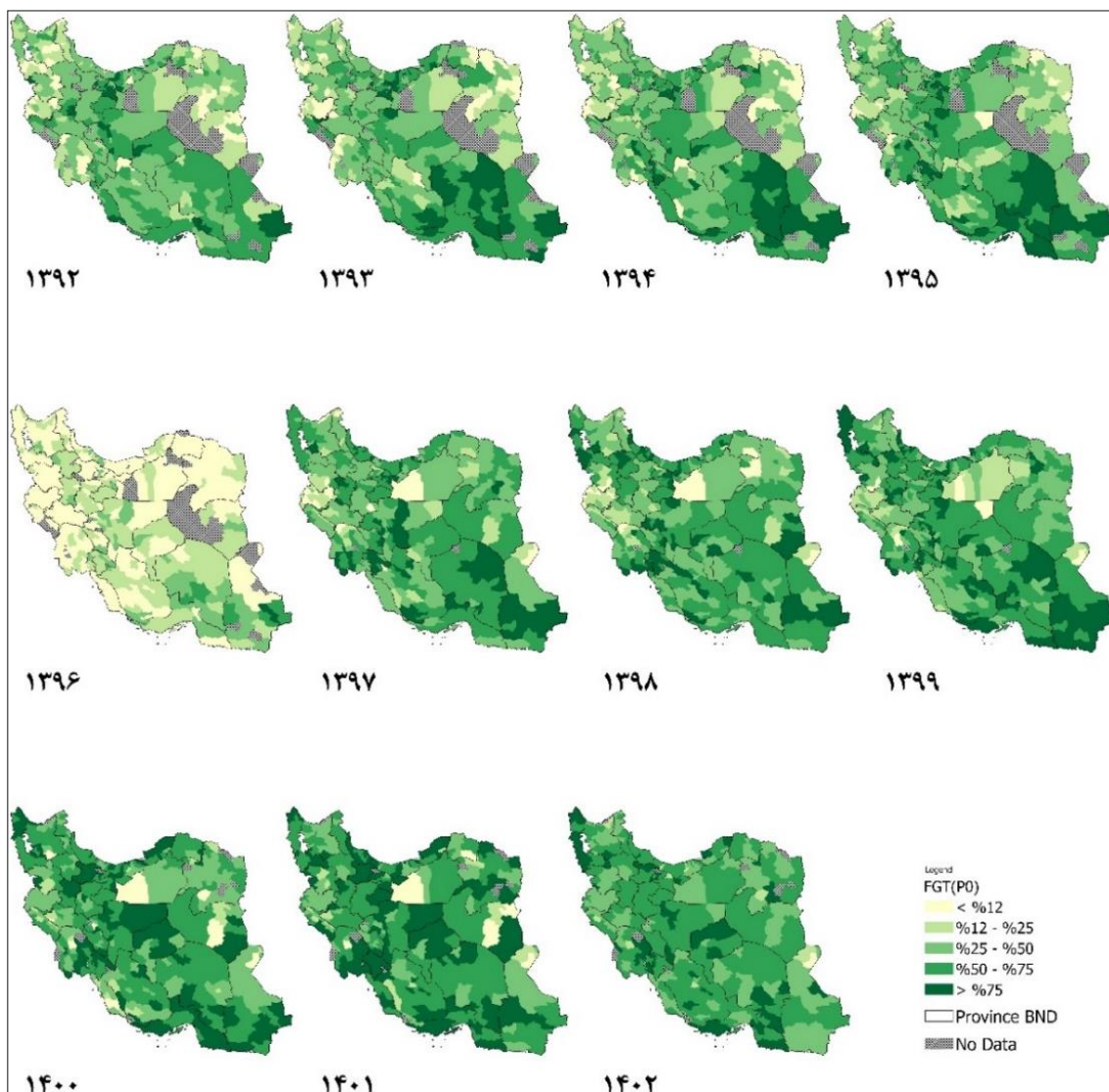
برای ارزیابی عملکرد مدل‌ها، از روش اعتبارسنجی متقاطع^۸ و شاخص ریشه میانگین مربع خطا^۹ استفاده شد. نتایج نشان داد که مدل LSTM با خطای پیش‌بینی کمتر از ۵٪ در هر سه شاخص FGT، بهترین عملکرد را در مقایسه با سایر مدل‌ها دارد. بر این اساس، این مدل برای پیش‌بینی ناامنی غذایی در سال‌های ۱۴۰۴ و ۱۴۰۵ مورد استفاده قرار گرفت. درمجموع، این مطالعه با تلفیق روش‌های کمی، تحلیل‌های فضایی و مدل‌های پیشرفته یادگیری ماشین، چارچوبی جامع برای سنجش، تحلیل و پیش‌بینی ناامنی غذایی در مقیاس مکانی-زمانی ارائه می‌دهد. این رویکرد می‌تواند ابزار مؤثری برای شناسایی مناطق آسیب‌پذیر و پشتیبانی از سیاست‌گذاری مبتنی بر شواهد در حوزه امنیت غذایی باشد.

نتایج

با توجه به ماهیت مطالعه حاضر که ارزیابی شاخص دسترسی به غذا و تحولات زمانی-فضایی آن در دهه ۱۴۰۲-۱۳۹۲ است ابتدا گروه‌های غذایی اصلی بر مبنای پرسش‌نامه پایه طرح درآمد-هزینه خانوار در ۹ گروه تعریف و سپس در بررسی تفصیلی سهم هر یک از گروه‌های غذایی اصلی در دو مقیاس وزنی و هزینه‌ای هر گروه محاسبه و در سبد هزینه خوراکی خانوارهای نمونه مشخص گردید. طبق محاسبات انجام‌شده برای میزان کالری دریافتی روزانه خانوارهای نمونه در ۱۳۹۲، ۲۵۴۶ کیلوکالری بوده که در سال ۱۴۰۲ به ۱۹۹۳ کیلوکالری کاهش یافته است. در ۱۳۹۲ میانگین کالری دریافتی در ۲۳٪

1. Moran's I
2. LISA
3. Hotspots
4. Cold spots
5. Random Forest
6. XGBoost
7. ST-DNN
8. Cross-Validation
9. RMSE

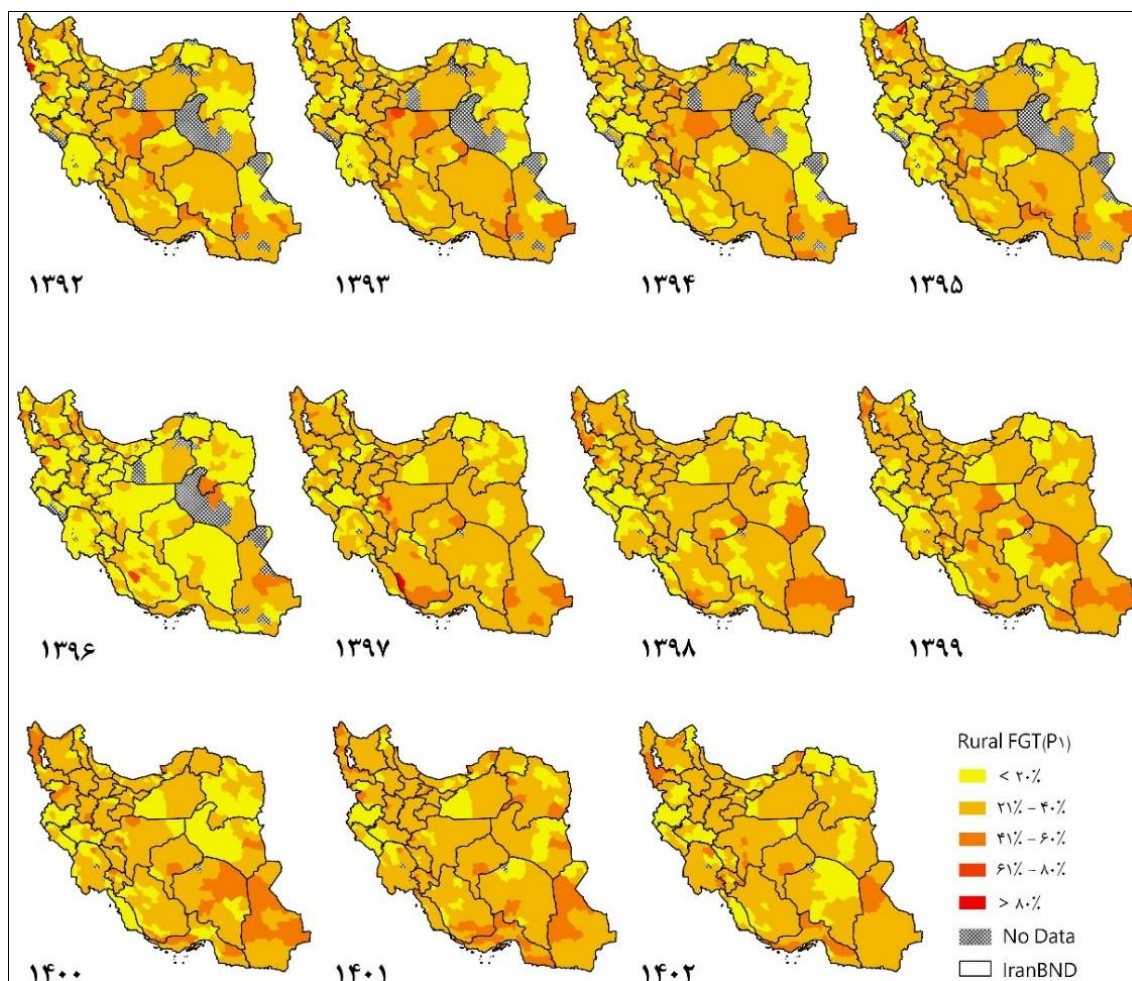
از شهرستان‌های کشور کمتر از ۲۱۰۰ کیلوکالری در روز بوده و در سال ۱۴۰۲ به ۶۹/۵٪ افزایش یافته است. شاخص شیوع ناامنی غذایی (P_0) محاسبه‌شده در دهه ۱۳۹۲-۱۴۰۲ نشان داد که شیوع ناامنی غذایی در نواحی از ۳۹٪ در ۱۳۹۲ به بیش از ۶۰٪ در ۱۴۰۱ افزایش یافته و با اندکی کاهش در ۱۴۰۲ به ۵۸٪ تغییر یافته که به معنای افزایش ۵۴ درصدی در بازه ۱۳۹۲-۱۴۰۱ و افزایش ۴۹ درصدی در بازه ۱۳۹۲-۱۴۰۲ است. شیوع ناامنی غذایی در میان استان‌ها و شهرستان‌های کشور نیز از دامنه وسیعی برخوردار است. در ۱۳۹۲ حداقل شیوع در استان خراسان جنوبی به میزان ۱۵/۵٪ و حداکثر نیز به میزان ۷۴٪ در استان تهران بوده و در ۱۴۰۲ حداقل شیوع در استان سمنان به میزان ۲۴٪ و حداکثر نیز به میزان ۸۸٪ در استان هرمزگان بوده است. در طی دهه مورد بررسی استان‌های تهران با میانگین ۶۹٪ بیشترین و استان کرمانشاه با ۱۹٪ کمترین شیوع ناامنی غذایی را ثبت نموده‌اند (شکل ۱).



شکل ۱. وضعیت شاخص ناامنی غذایی (P_1) در نواحی روستایی شهرستان‌های ایران در سال‌های ۱۳۹۲-۱۴۰۲

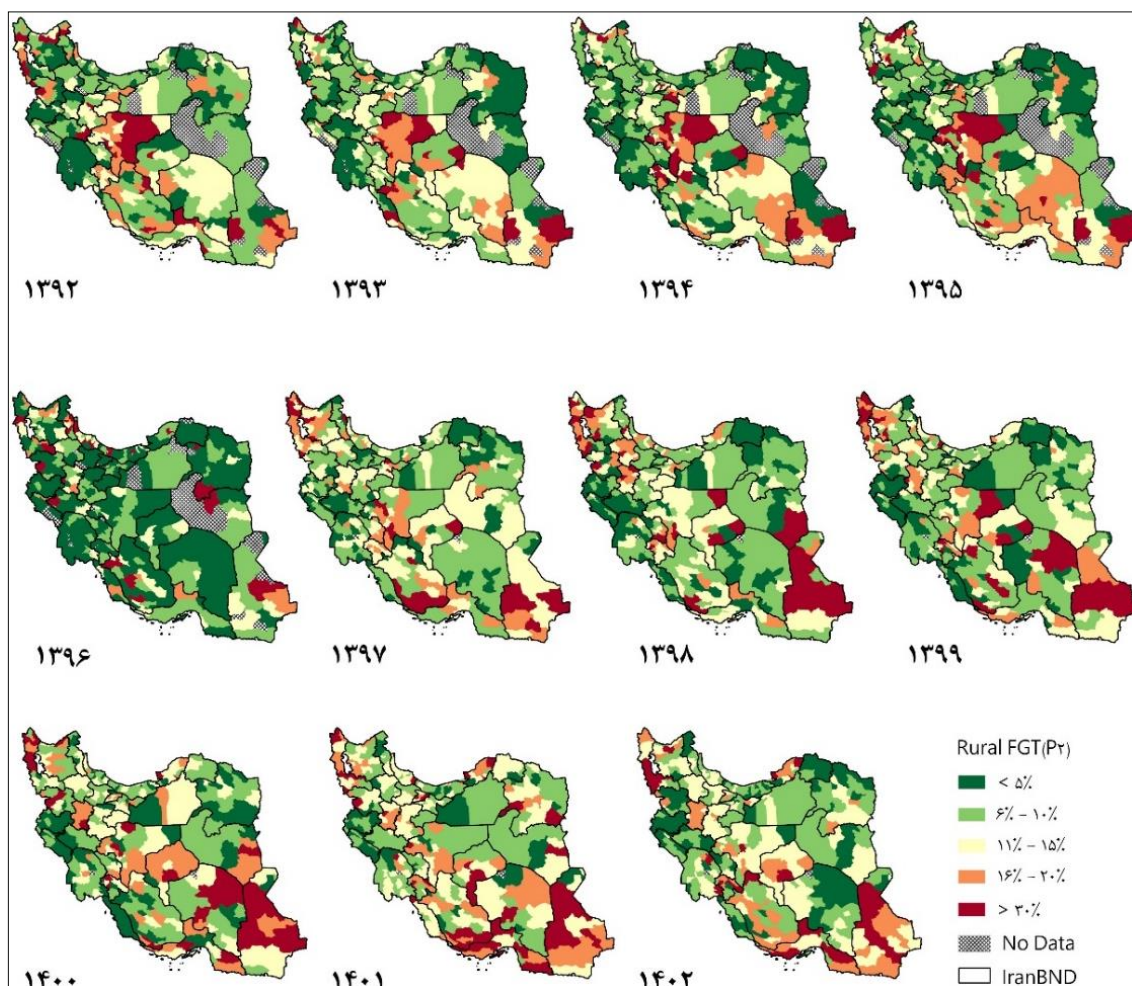
محاسبات شاخص شکاف ناامنی غذایی (P_1) در آخرین طرح هزینه - درآمد مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۲ نیز بیانگر اختلاف ۲۴ درصدی کالری دریافتی افراد نمونه از کالری استاندارد (۲۱۰۰ کیلوکالری) بوده که با روندی افزایشی در ۱۴۰۲ به ۲۷٪ افزایش می‌یابد که بیانگر روند نزولی سرانه کالری دریافتی افراد نسبت به کالری استاندارد است. به عبارت دیگر میانگین کالری دریافتی خانوارهای فقیر روستایی در ۱۳۹۲ به میزان ۱۵۹۶ کیلوکالری بوده که در ۱۴۰۲ به ۱۵۳۳

کیلوکالری کاهش یافته است. این شاخص در بین استان‌ها و شهرستان‌های کشور نیز از دامنه وسیعی برخوردار است. در ۱۳۹۲ حداقل شاخص شکاف ناامنی غذایی در شهرستان‌های استان خوزستان به میزان ۱۵ و حداکثر نیز ۳۷ در شهرستان‌های استان‌های اصفهان بوده است. حداقل این شاخص در ۱۴۰۲ در استان کرمانشاه ۱۴ و حداکثر نیز در استان آذربایجان غربی ۳۹٪ بوده است. میزان میانگین ده‌ساله شاخص شکاف ناامنی غذایی در خانوارهای نمونه در سطح ملی نیز ۲۵٪ بوده که در استان اصفهان با میانگین ۳۲٪ حداکثر و در استان کرمانشاه نیز با ۱۶٪ حداقل ده‌ساله شاخص شکاف ناامنی غذایی محاسبه شد. روند ده‌ساله نیز بیانگر الگوی افزایشی شاخص شکاف ناامنی غذایی در ۱۸ استان است (کل ۲).



شکل ۲. وضعیت شاخص شکاف ناامنی غذایی (P_1) در نواحی روستایی شهرستان‌های ایران در دهه ۱۳۹۲-۱۴۰۲

شدت فقر غذایی یا مجذور شکاف ناامنی غذایی (P_2) در آخرین طرح هزینه - درآمد مرکز آمار ایران در سال ۱۴۰۲، ۱۱٪ محاسبه گردید که در مقایسه با شروع دوره بیش از ۱۳٪ افزایش داشته است (۹/۷۳٪ در ۱۳۹۲) است. حداکثر شدت فقر غذایی در سال ۱۴۰۲ به میزان ۳۱٪ (نواحی روستایی شهرستان مهریز یزد) بوده که در مقایسه با ۸٪ سال ۱۳۹۲ حدود چهار برابر افزایش داشته و بخش قابل توجهی از این افزایش در بازه ۱۴۰۱-۱۴۰۲ رخ داده است. بر اساس این شاخص افراد و خانوارهای دچار فقر غذایی در طی دوره ۱۴۰۱-۱۴۰۲ دچار فقر مضاعف شده و کسری آنان از کالری استاندارد به دو برابر افزایش یافته است. الگوی تغییرات فضایی شاخص شدت فقر غذایی نیز بیانگر کاهش تدریجی این شاخص در اکثر شهرستان‌ها و استان‌ها در طی ۵ سال نخست مطالعه است که از سال ۱۳۹۷ با روندی افزایشی در ۱۴۰۱ به بیشترین میزان نابرابری فضایی از شاخص شدت فقر غذایی در کشور منجر می‌گردد. در طی دوره مورد مطالعه استان سیستان و بلوچستان با ۱۵٪ حداکثر و استان کرمانشاه با ۴/۲٪ حداقل شاخص شدت فقر غذایی ۱۳۹۲ را داشتند. (شکل ۳)



شکل ۳. وضعیت شاخص شدت فقر غذایی (P_2) در نواحی روستایی شهرستان‌های ایران در دهه ۱۳۹۲-۱۴۰۲

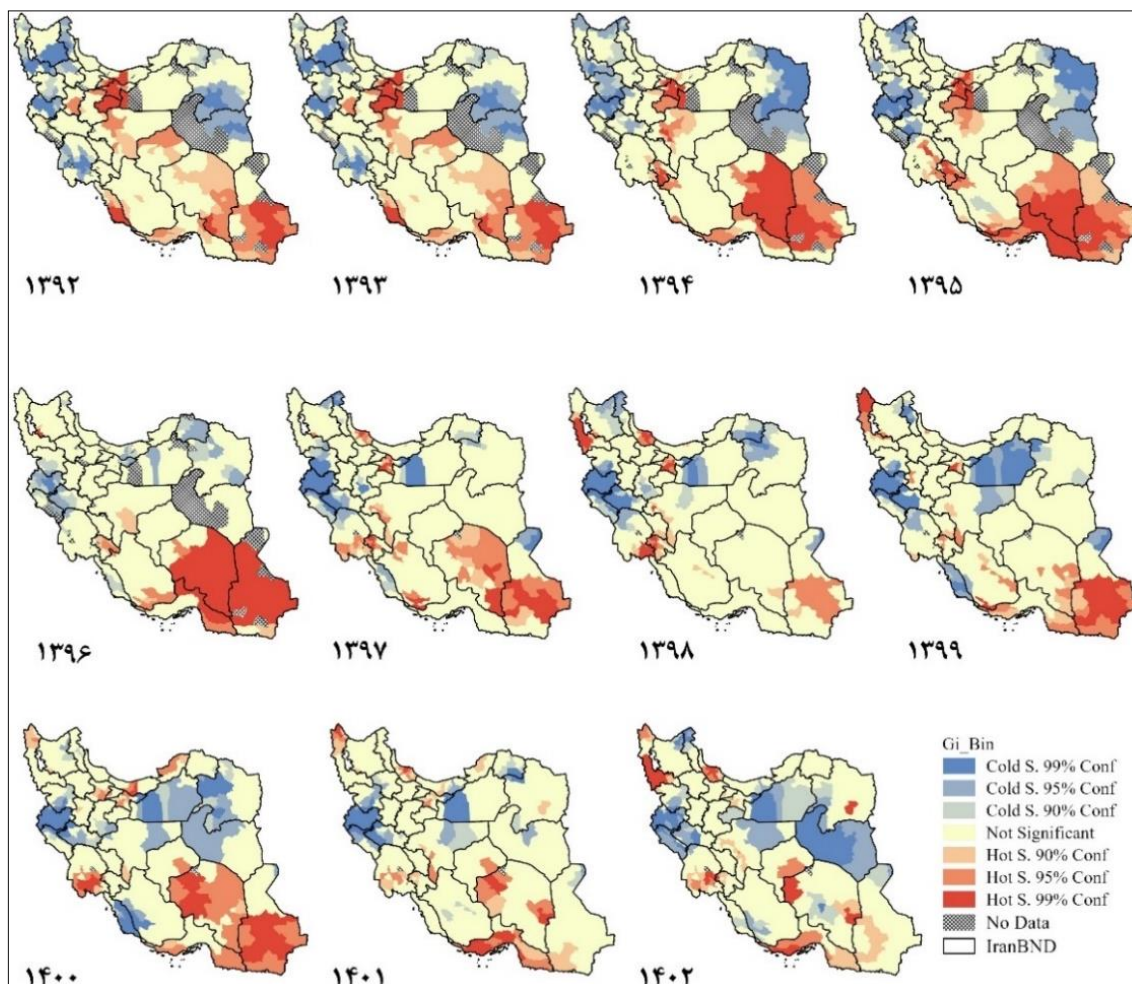
بررسی تحولات توزیع فضایی با استفاده از آماره موران در شاخص‌های ناامنی غذایی و شکاف ناامنی غذایی نشان داد که در طی ده سال مورد مطالعه کاهش اندکی در خوشه‌های مواجه با ناامنی غذایی و شکاف ناامنی در کشور رخ داده و مقدار آماره از عدد نسبتاً بالا (بیش از ۰/۴۴) در سال ابتدایی به تقریباً ۰/۳۸ در پایان دوره کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده ثبات نسبی کانون‌های ناامنی غذایی در شهرستان‌های کشور است. این واگرایی اندک مکانی با شوک‌های کلان‌اقتصادی و تغییرات سیاستی هم‌زمان که به‌طور یکنواخت قدرت خرید خانوارها را در سراسر مناطق تحت تأثیر قرار داده‌اند، همخوانی دارد. در نتیجه، یافته‌ها تغییر از ناامنی غذایی منطقه‌ای محور به شکل گسترده و سیستمی ناامنی غذایی را برجسته می‌سازند (جدول ۳).

جدول ۳. تغییرات آماره موران ناامنی غذایی در دوره ۱۳۹۲-۱۴۰۲

۱۴۰۲	۱۴۰۱	۱۴۰۰	۱۳۹۹	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۵	۱۳۹۴	۱۳۹۳	۱۳۹۲	
۰/۳۷۹	۰/۳۲۲	۰/۳۷۳	۰/۳۵۴	۰/۳۷۸	۰/۳۷۷	۰/۴۷۸	۰/۵۳۱	۰/۴۹۲	۰/۵۵۱	۰/۴۳۵	Moran's I
۱۳/۰۶	۱۱/۱۱	۱۲/۷۱	۱۲/۱۷	۱۲/۹۸	۱۲/۹۷	۱۳/۴۸	۱۷/۱۳	۱۵/۷۱	۱۷/۶۳	۱۴/۰۴	z-score
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	p-value

نتایج الگوی خودهمبستگی فضایی محلی P_0 نشان داد که در شروع دوره مورد بررسی، خوشه‌های محدود و معنادار از شهرستان‌های مواجه با ناامنی غذایی در نواحی مرکزی کشور (شهرستان‌هایی در البرز، تهران، قم و مرکزی) و شهرستان‌های محدودی در استان‌های اصفهان، فارس، مازندران، کرمان، هرمزگان، سیستان و بلوچستان و بوشهر وجود داشته که در طی

سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۶ از تمرکز آن‌ها در استان‌های مرکزی کاسته و شهرستان‌هایی از استان‌های خوزستان، کرمان و کهگیلویه و بویراحمد به‌عنوان خوشه‌های جدید ناامن غذایی شکل گرفتند. در طی سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۶ استان‌های کرمان، هرمزگان، سیستان و بلوچستان به‌عنوان مهم‌ترین و گسترده‌ترین خوشه ناامن غذایی کشور بوده است. در طی سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۲ ضمن کاسته شدن از خوشه‌های ناامن غذایی کشور، خوشه‌های جدید و پراکنده در استان‌های شمال و شمال غرب مانند آذربایجان غربی، گیلان، مازندران و گلستان شکل گرفته که تطابق این یافته با نتایج شاخص موران P_0 که نشان‌دهنده افزایش تعداد خوشه‌های ناامن غذایی کشور و کاسته شدن از تمرکز آن از طریق افزایش تعداد خوشه‌ها در نواحی مختلف کشور است، هم‌راستا است (توزیع ناامنی غذایی در پهنه سرزمینی) (کل ۴). همچنین در طی دوره مورد بررسی در اکثر استان‌های غرب کشور مانند کردستان، کرمانشاه، ایلام و لرستان کمترین میزان ناامنی غذایی (شاخص P_0 کمتر از میانگین ملی) ثبت گردیده که سبب شکل‌گیری نواحی نسبتاً امن غذایی گردیده که در قالب لکه‌های سرد در الگوی خودهمبستگی فضایی محلی نشان داده شده است (نواحی دارای طیف آبی در شکل ۴).



شکل ۴. الگوی لکه‌های داغ (مواجه با ناامنی غذایی شدید) و لکه‌های سرد (نواحی دارای امنیت غذایی) در دهه ۱۳۹۲-۱۴۰۲

به‌منظور برآورد سه شاخص شیوع، شکاف و شدت ناامنی غذایی، پس از آموزش الگوی تغییرات شاخص‌های فوق بر اساس داده‌های دهه‌ساله ۱۳۹۲-۱۴۰۱، شاخص‌ها برای سال ۱۴۰۲ برآورد گردید که پس از حصول بهترین نمونه تعلیمی در مدل LSTM با ۶۵ تکرار و میانگین خطای کمتر از ۱۰٪، شیوع، شکاف و شدت ناامنی غذایی در سال‌های ۱۴۰۴ و ۱۴۰۵ محاسبه گردید. شاخص میانگین خطای ریشه میانگین مربعات پیش‌بینی^۱ بیانگر میزان تفاوت بین مقادیر پیش‌بینی‌شده‌ی

^۱. Forecast RMSE

FGT و مقادیر واقعی FGT در دهه ۱۴۰۱-۱۳۹۲ را نشان می‌دهد. همچنین شاخص ریشه میانگین مربعات خطا در مرحله‌ی اعتبارسنجی دقت پیش‌بینی مدل است که در برازش مدل و یادگیری الگوهای مبتنی بر یادگیری ماشین محاسبه می‌گردد. نتایج محاسبات حاکی از دقت بالای مدل LSTM و تفاوت کمتر از ۱۰٪ مقادیر پیش‌بینی‌شده‌ی FGT از مقادیر واقعی FGT است (جدول ۴).

جدول ۴. آماره‌های میزان دقت مدل برآورد شده شیوع، شکاف و شدت ناامنی غذایی در سال‌های ۱۴۰۴ و ۱۴۰۵

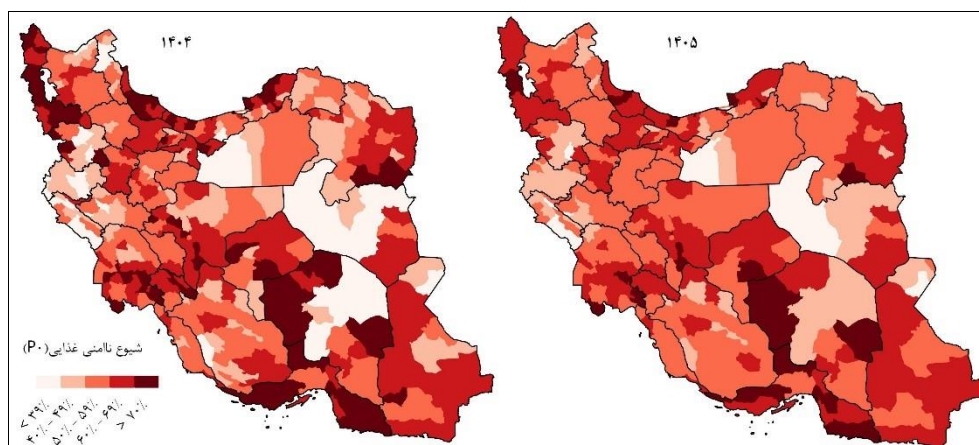
Std. Dev. Validation RMSE	Mean. Validation RMSE	Std. Dev. Forecast RMSE	Mean. Forecast RMSE	
۰/۰۸	۰/۱	۰/۰۵	۰/۱۵	شیوع ناامنی غذایی
۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰۹	شکاف ناامنی غذایی
۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۰۶	شدت ناامنی غذایی

برآورد شیوع ناامنی غذایی در افق ۱۴۰۵ بیانگر افزایش نسبی این شاخص در سال‌های ۱۴۰۴ و ۱۴۰۵ به میزان بیش از ۵۵٪ است که در صورت رخداد سناریو افزایشی ۱۴۰۲-۱۳۹۷ (الگوی بدبینانه)، این شاخص به ۸۲٪ افزایش و در صورت تکرار روند سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۲ (الگوی خوش‌بینانه)، این شاخص به کمتر از ۲۵٪ کاهش خواهد یافت. شکاف کالری دریافتی از استاندارد دریافتی روزانه نیز به میزان ۲۹/۴٪ در سال ۱۴۰۴ و ۲۹/۳٪ در سال ۱۴۰۵ از ۲۱۰۰ کالری خواهد بود که به معنای میانگین دریافت ۱۴۸۳ و ۱۴۸۵ کالری در روز خواهد بود. شدت ناامنی غذایی در سال‌های پایانی افق چشم‌انداز نظام ۱۴/۶٪ و ۱۴/۴٪ برآورد شد که بر اساس این شاخص حدود ۱۴٪ از خانوارهای دچار فقر غذایی، در سال‌های ۱۴۰۴-۱۴۰۵ نیز دچار فقر مضاعف شده و کسری آنان از کالری استاندارد به دو برابر افزایش خواهد یافت (جدول ۵).

جدول ۵. نتایج مدل برآورد شده شیوع، شکاف و شدت ناامنی غذایی در سال‌های ۱۴۰۴ و ۱۴۰۵

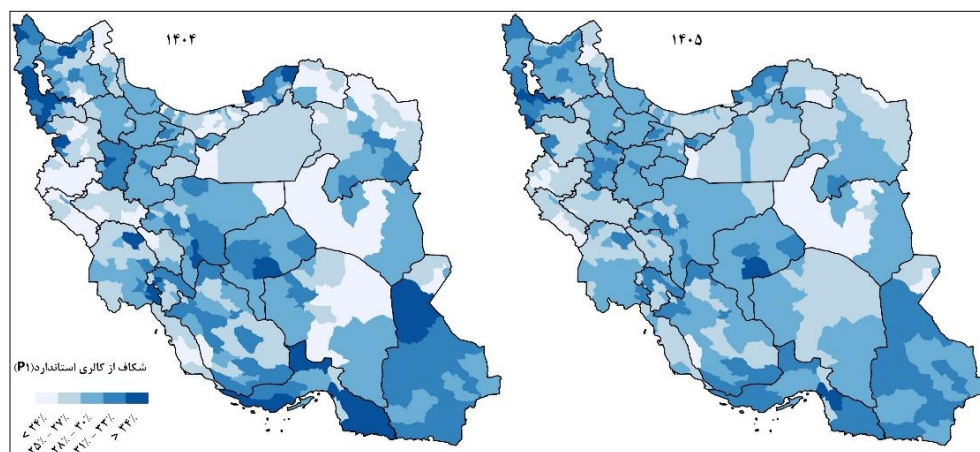
الگوی بدبینانه	الگوی خوش‌بینانه	۱۴۰۵	۱۴۰۴	
۸۲/۰	۲۵/۴	۵۷/۲	۵۷/۴	شیوع ناامنی غذایی
۴۳/۴	۱۳/۴۴	۲۸/۴	۲۶/۶	شکاف ناامنی غذایی
۲۱/۳	۶/۶	۱۳/۷	۱۴/۳	شدت ناامنی غذایی

نتایج برآورد P_0 در سال‌های ۱۴۰۴ و ۱۴۰۵ نشان داد که ۵۷٪ از خانوارهای نمونه در کشور پایین‌تر از آستانه تعریف‌شده امنیت غذایی قرار خواهند گرفت و شیوع ناامنی غذایی در اکثر شهرستان‌های کشور بیش از ۵۰٪ خواهد بود (۳۸۳ شهرستان). اگرچه الگوی برآورد شده نشان می‌دهد که در مقایسه با ۱۴۰۲ از شدت خوشه‌های ناامنی غذایی کاسته می‌شود اما همراه با تداوم خوشه‌های محدود و معنادار از شهرستان‌های مواجه با ناامنی غذایی در نواحی شمال غرب، شمال، مرکز و جنوب کشور (شهرستان‌هایی در آذربایجان غربی، قزوین، همدان، اصفهان، خوزستان، هرمزگان و کرمان)، شهرستان‌هایی متعددی نیز از اکثر استان‌ها به‌عنوان نواحی جدید مواجه با ناامن غذایی شکل خواهند گرفت (شکل ۵).



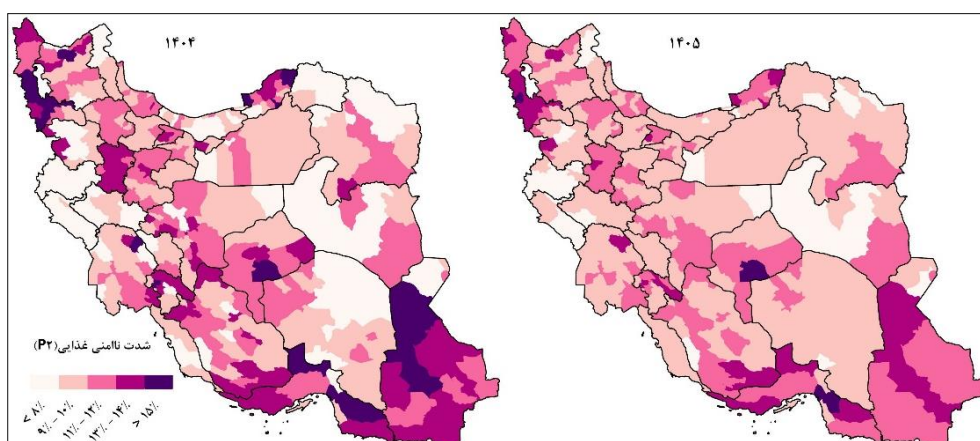
شکل ۵. نتایج مدل برآورد LSTM از شیوع ناامنی غذایی (P_0) در سال‌های ۱۴۰۴ و ۱۴۰۵

پیش‌بینی شاخص P_1 در سال‌های ۱۴۰۴ و ۱۴۰۵ نیز نشان داد که خانوارهای نمونه مواجه با ناامنی غذایی فاصله قابل توجهی از حداقل آستانه استاندارد کالری مصرفی خواهند داشت. در برخی از نواحی، این کمبود بسیار چشمگیر است و خانوارها نه تنها با ناامنی غذایی مواجه‌اند، بلکه به‌طور قابل توجهی کمتر از حد مورد نیاز روزانه، کالری دریافت می‌کنند. الگوی مکانی نیز نشان‌دهنده دریافت کالری کمتر از ۱۵۷۵ کالری روزانه (۷۵٪ از ۲۱۰۰ کالری استاندارد روزانه) در خانوارهای نمونه شهری در ۳۲۸ شهرستان‌ها است ($\text{Moran's } I = 0.17$) و بیانگر تمرکز خوشه‌ها در نواحی شمال غرب، مرکز و جنوب کشور (شهرستان‌هایی در آذربایجان غربی، همدان، یزد و هرمزگان) است و شهرستان‌های محدودی از استان‌های سیستان و بلوچستان، فارس و گلستان نیز به نواحی ناامن سال ۱۴۰۲ افزوده خواهند شد (۳۷ شهرستان). در این میان مناطقی که P_0 متوسط ولی P_1 بالا محاسبه شده، بیانگر شدت بیشتر محرومیت در میان خانوارهای مواجه با ناامنی است. در این مناطق، تعداد خانوارهای ناامن ممکن است زیاد نباشد، اما خانوارهای ناامن موجود با کمبودهای شدیدتری مواجه‌اند. این الگو منعکس‌کننده چالش‌های ساختاری اقتصادی و ناکافی بودن مزمین رژیم غذایی است (شکل ۶).



شکل ۶. نتایج پیش‌بینی شکاف ناامنی غذایی (P_1) با مدل LSTM در سال‌های ۱۴۰۴ و ۱۴۰۵

شاخص شدت ناامنی غذایی (P_2) که وزن بیشتری به خانوارهای مواجه با دریافت کالری کمتر از استاندارد روزانه را می‌دهد، بیانگر توزیع فضایی نابرابر خانوارهای دچار ناامنی غذایی شدید در کشور است. شاخص P_2 نیز در سال‌های ۱۴۰۴ و ۱۴۰۵ در قالب الگوی خوشه‌ای در نواحی شمال غرب، شمال، مرکز و جنوب و شرق کشور در شهرستان‌هایی از استان‌های آذربایجان غربی، تهران، البرز، قزوین، مرکزی، اصفهان، خوزستان، خراسان رضوی و جنوبی و هرمزگان برآورد گردید که نشان‌دهنده وجود خانوارهایی با محرومیت غذایی شدید است. این شاخص مرزبندی روشنی میان ناامنی غذایی متوسط و شدید ارائه می‌نماید بیانگر نوسانات درآمدی، فرصت‌های معیشتی محدود، یا سوءتغذیه مزمین است (شکل ۷).



شکل ۷. نتایج مدل برآورد LSTM از شدت ناامنی غذایی (P_2) در سال‌های ۱۴۰۴ و ۱۴۰۵

بحث

این مطالعه با تمرکز بر بُعد دسترسی به غذا به‌عنوان یکی از ارکان اصلی امنیت غذایی، به بررسی وضعیت تأمین حداقل کالری موردنیاز در میان خانوارهای روستایی ایران پرداخته است. دسترسی به سبد غذایی مناسب، به معنای توانایی فیزیکی و اقتصادی برای دستیابی به غذای کافی، سالم و مغذی، نقش اساسی در حفظ سلامت و کیفیت زندگی ایفا می‌کند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که ناامنی غذایی در مناطق روستایی کشور طی دهه اخیر به‌طور قابل‌توجهی تشدید شده و این مسئله ماهیتی ساختاری و پایدار پیدا کرده است.

بر اساس شاخص FGT، شیوع ناامنی غذایی در نواحی روستایی از ۴۴٪ در سال ۱۳۹۲ به ۶۴٪ در سال ۱۴۰۱ افزایش یافته و در سال ۱۴۰۲ با کاهش اندکی به ۵۹٪ رسیده است. با وجود این کاهش محدود، سطح ناامنی غذایی همچنان به‌مراتب بالاتر از ابتدای دوره مطالعه باقی مانده است. همچنین، شاخص شکاف ناامنی غذایی نشان می‌دهد که فاصله میان کالری دریافتی و حداقل استاندارد ۲۱۰۰ کیلوکالری از ۲۳٪ در سال ۱۳۹۲ به ۳۸٪ در سال ۱۴۰۲ افزایش یافته است. این روند حاکی از کاهش مستمر کفایت تغذیه‌ای در میان خانوارهای کم‌درآمد روستایی است. به‌طور مشخص، میانگین کالری دریافتی روزانه در این گروه از ۱۶۱۷ کیلوکالری به ۱۳۰۲ کیلوکالری کاهش یافته است. افزون بر این، شدت ناامنی غذایی (مربع شکاف) نیز با رشدی بیش از ۱۲۰٪، از ۸/۴۵٪ به ۱۹٪ افزایش یافته که نشان‌دهنده تشدید شرایط بحرانی در میان آسیب‌پذیرترین گروه‌ها است.

تحلیل روند زمانی شاخص‌ها نشان می‌دهد که تا سال ۱۳۹۶ وضعیت ناامنی غذایی روندی کاهشی داشته، اما با اجرای سیاست‌های اقتصادی نظیر حذف ارز ترجیحی برای کالاهای اساسی در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۴۰۱، تغییرات ساختاری معناداری در این روند ایجاد شده است. پس از این اصلاحات، تمامی ابعاد ناامنی غذایی شامل شیوع، شکاف و شدت به‌طور چشمگیری افزایش یافته‌اند. این یافته نشان‌دهنده تأثیر مستقیم سیاست‌های قیمتی و شوک‌های اقتصادی بر وضعیت تغذیه خانوارهای روستایی است. از دیگر نتایج مهم پژوهش، ناکارآمدی نسبی سیاست‌های حمایتی نقدی در جبران اثرات تورم غذایی است. با وجود پرداخت یارانه‌های نقدی پس از آزادسازی قیمت اقلام اساسی مانند نان، مرغ، تخم‌مرغ، لبنیات و روغن در سال ۱۴۰۱، سهم خانوارهایی که کالری دریافتی آن‌ها کمتر از حداقل استاندارد است، افزایش یافته است. در بیش از ۲۰۰ شهرستان کشور، شکاف معناداری میان کالری دریافتی واقعی و سطح موردنیاز مشاهده شده است که نشان می‌دهد حمایت‌های نقدی به‌تنهایی برای حفظ امنیت غذایی کافی نبوده‌اند.

یکی از یافته‌های قابل‌توجه این مطالعه، الگوی غیرمنتظره توزیع ناامنی غذایی در برخی استان‌های برخوردار و مرکزی کشور است. به‌عنوان مثال، حدود ۵۰٪ از جمعیت روستایی استان‌هایی مانند تهران، البرز و قم با ناامنی غذایی شدید مواجه بوده‌اند و حتی میانگین کالری دریافتی آن‌ها کمتر از برخی استان‌های محروم مانند سیستان و بلوچستان گزارش شده است. این الگو فرض تمرکز ناامنی غذایی در مناطق محروم و پیرامونی را به چالش می‌کشد و نشان‌دهنده افزایش آسیب‌پذیری در نواحی روستایی پیرامون کلان‌شهرها است.

یافته‌ها همچنین ارتباط مستقیم و قوی میان ناامنی غذایی و فقر درآمدی را تأیید می‌کند. کاهش قدرت خرید خانوارها در نتیجه افزایش قیمت مواد غذایی و رکود درآمد واقعی، توانایی تأمین حداقل نیازهای تغذیه‌ای را به‌شدت کاهش داده است. این وضعیت منجر به شکل‌گیری یک چرخه معیوب می‌شود که در آن فقر درآمدی باعث کاهش مصرف غذا، سوءتغذیه و افزایش بیماری‌های مرتبط با رژیم غذایی می‌گردد. علاوه بر پیامدهای بهداشتی، ناامنی غذایی می‌تواند اثرات اجتماعی و اقتصادی گسترده‌ای از جمله افزایش استرس، کاهش بهره‌وری نیروی کار و تضعیف سرمایه انسانی در بلندمدت داشته باشد.

برآوردهای انجام‌شده افق ۱۴۰۵ نشان می‌دهد که در صورت تداوم روندهای فعلی، در بیش از نیمی از شهرستان‌های کشور، میانگین کالری دریافتی روزانه کمتر از ۲۱۰۰ کیلوکالری خواهد بود. این پیش‌بینی، چه در سناریوهای خوش‌بینانه و چه بدبینانه، بیانگر وجود محدودیت‌های ساختاری در دستیابی به اهداف امنیت غذایی در چارچوب توسعه پایدار است.

نتیجه‌گیری

امنیت غذایی مفهومی چندبعدی است که تحت تأثیر عوامل اقتصادی، اجتماعی و نهادی قرار دارد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در مناطق روستایی ایران، نه تنها میزان کالری دریافتی کمتر از حداقل استاندارد است، بلکه نابرابری‌های فضایی قابل توجهی نیز در توزیع ناامنی غذایی وجود دارد. این یافته‌ها با نتایج مطالعات پیشین هم‌راستا است که افزایش ناامنی غذایی و نابرابری در دسترسی به غذا را در مناطق مختلف کشور گزارش کرده‌اند (رضائی‌فر و همکاران، ۱۴۰۱؛ کیانی و همکاران، ۱۳۹۲؛ جعفری ثانی و بخشوده، ۱۳۸۷؛ جزایری و صمیمی، ۱۳۸۱؛ علمی و همکاران، ۱۳۸۶).

در نهایت، می‌توان گفت که فقر درآمدی به عنوان عامل اصلی ناامنی غذایی، توانایی خانوارها در تأمین حداقل نیازهای اساسی را محدود می‌کند. خانوارهای فقیر بخش عمده‌ای از درآمد خود را صرف غذا می‌کنند، اما همچنان قادر به تأمین تغذیه کافی نیستند. این وضعیت نه تنها منجر به سوءتغذیه و بیماری‌های مرتبط می‌شود، بلکه فرصت‌های آموزشی و شغلی را نیز محدود کرده و چرخه فقر و ناامنی غذایی را تداوم می‌بخشد؛ بنابراین، مقابله با ناامنی غذایی نیازمند سیاست‌های جامع و چندبعدی است که به طور هم‌زمان به بهبود درآمد، افزایش دسترسی به غذا و کاهش نابرابری‌های فضایی بپردازد.

حامی مالی

این اثر تحت حمایت مالی بنیاد ملی علم ایران (INSF) برگرفته‌شده از طرح شماره «۴۰۳۱۳۳۵» انجام شده است.

سپاسگزاری

از بنیاد ملی علم ایران (INSF) به خاطر حمایت مالی در اجرای پژوهش حاضر سپاسگزاری می‌شود.

مجوز اخلاقی

از آنجایی که این مطالعه شامل شرکت‌کنندگان انسانی یا حیوانات نبود، تأیید اخلاقی لازم نبود.

مشارکت نویسندگان

نویسنده ۱: مباحث نظری، روش‌شناسی، مدل‌سازی مکانی، GeoAI، تحلیل و نگارش،

نویسنده ۲: محاسبات تبدیل به کالری دریافتی، داده‌کاوی، ساخت پایگاه داده مکانی.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ تضاد منافی ندارند.

منابع

- اکبرپور، مریم؛ مهدوی دامغانی، عبدالمجید؛ دیهیم فرد، رضا؛ ویسی، هادی (۱۳۹۶) نقش الگوی مصرف شیر، میوه و سبزیجات بر امنیت غذایی. *پایش*. ۱۶ (۶)، ۷۲۶-۷۳۳.
- اکبری، محمدرضا؛ پیش بهار، اسماعیل؛ دشتی، قادر (۱۳۹۹). شناسایی عوامل مؤثر بر ناامنی غذایی خانوارهای روستایی ایران: کاربرد الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم‌یافته. *فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، ۹ (۳۵)، ۹۱-۱۲۵.
- باقری، مهرداد؛ حداد، حنا؛ شیروانیان، عبدالرسول (۱۳۹۸). بررسی رابطه امنیت غذایی و فقر درآمدی در مناطق روستایی استان گیلان: مطالعه موردی شهرستان املش. *روستا و توسعه*، ۲۲ (۴ (پیاپی ۸۸))، ۱۷۰-۱۵۷.
- جزایری، ابوالقاسم؛ صمیمی، بیتا (۱۳۷۵). بررسی روند الگوی مصرف مواد غذایی و انرژی در مناطق شهری و روستایی ایران طی سال‌های ۱۳۶۲-۱۳۷۱. *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۱۴ (۱)، ۲۴۸-۲۱۸.
- جعفری ثانی، مریم؛ بخشوده، محمد (۱۳۸۷). بررسی توزیع مکانی فقر و ناامنی غذایی خانوارهای شهری و روستایی به تفکیک استانی در ایران. *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۱۶ (۱)، ۱۰۳-۱۲۳.
- رضائی‌فر، مریم؛ خلیلیان، صادق؛ نجفی علمدارلو، حامد (۱۴۰۱). پراکنش مکانی ناامنی غذایی در منطقه‌های شهری و روستایی ایران. *اقتصاد کشاورزی (اقتصاد و کشاورزی)*، ۱۶ (۱)، ۹۹-۱۲۱.

رفعتی، محسن؛ شعبان‌زاده خوشرو، مهدی؛ جاودان، ابراهیم (۱۴۰۰). مصرف مواد مغذی، تنوع و امنیت غذایی در دهک‌های درآمدی استان تهران. *اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۳۵(۲)، ۱۶۰-۱۴۷.

شعبان‌زاده خوشرو، مهدی؛ جاودان، ابراهیم؛ حیدری کمال‌آبادی، رضا (۱۴۰۳). بررسی الگوی مصرف غذا و عوامل اثرگذار بر آن در مناطق شهری ایران. *فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، ۱۳(۵۱)، ۹۵-۱۲۱.

شعبان‌زاده خوشرو، مهدی؛ جاودان، ابراهیم؛ اسفنجاری کناری، رضا (۱۴۰۱). ارزیابی اثر سطوح درآمدی بر امنیت غذایی خانوارها در استان تهران. *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۳۰(۱۱۷)، ۱۵۵-۱۸۶.

علمی، زهرا (میلاد)؛ گیلک‌آبادی، محمدتقی؛ پورقربان، محمدرضا (۱۳۸۶). محاسبه شاخص قیمتی اصلاح فقر شهری و روستایی ایران در سال ۱۳۸۳. *فصلنامه تحقیقات اقتصادی*، ۴۲(۴)، ۱-۲۱.

مرکز آمار ایران (۱۴۰۲). *چکیده نتایج طرح درآمد - هزینه خانوار (سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۲)*. تهران، مرکز آمار ایران. <https://amar.org.ir/cost-and-income>

References

- Akbari, M. R., Pishbahar, E. & Dashti, Gh. (2021). Investigation of factors influencing food insecurity in Iranian families using generalized ordered logit model, *Agricultural Economic and Development*, 29(114), 109-135. (In Persian).
- Akbarpoor, M., Mahdavi Damghani, A.M., Deihimfard, R. & Veisi, H. (2017). Milk, fruit and vegetables consumption and household food security, *Payesh Journal*, 16(6), 726. (In Persian).
- Arghiroiu, G. A., Bobeică, M., Beciu, S., & Mann, S. (2025). Food security and sustainability amid geopolitical challenges. *Sustainability*, 17(18), 8423.
- Arshad, M.U., Tunio, F.H., Javed, M., & Nabi, A.A. (2024). The pervasiveness of food insecurity and its correlates in Pakistan. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1), 2421054. doi: 10.1080/23311932.2024.2421054
- Astatike, A.A., & Gazuma, E.G. (2019). The impact of off-farm activities on rural household income in Wolaita Zone, Southern Ethiopia. *Journal of World Economic Research*, 8(1), 8-16. doi: 10.11648/j.jwer.20190801.12
- Ayalew, M. M., Dessie, Z. G., Mitku, A. A., & Zewotir, T. (2025). Bayesian Spatio-temporal Additive Modeling of Severe Food Insecurity Dynamics Across Africa. *Discover Sustainability*. doi: 10.21203/rs.3.rs-7485598/v1
- Bagheri, M., Hadad, H. & Shirvanian, A.R. (2020). Study of Relationship between Food Security and Income Poverty in Rural Areas of Guilan Province in Iran: A Case Study of Amlash County, *Journal of Village and Development*, 22(4), 157-180. (In Persian).
- Ballard, T. J., Kepple, A. W., & Cafiero, C. (2013). *The food insecurity experience scale: Development of a global standard for monitoring hunger worldwide*. FAO.
- Battersby, J., & Watson, V. (2018). The urban food insecurity crisis: New insights on the role of cities. *Journal of Urban Affairs*, 41(2), 193-206. doi: 10.1080/07352166.2017.1321045
- Behzadifar, M., Behzadifar, M., Abdi, S., Malekzadeh, R., ArabSalmani, M., Ghoreishinia, G., Falahi, E., Mirzaei, M., ShamsBiranvand, N., & Sayehmiri, K. (2016). Prevalence of Food Insecurity in Iran: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Iran Med*. 19(4):288-94. PMID: 27041526.
- Cheema, A.R., & Abbas, Z. (2016). Determinants of food insecurity in Pakistan: evidence from PSLM 2010-11. *Pakistan Journal of Applied Economics*, 26(2), 183-213.
- Chen, P., Li, Y., Liu, X., et al. (2023). Improving yield prediction based on spatio-temporal deep learning approaches for winter wheat: A case study in Jiangsu Province, China. *Computers and Electronics in Agriculture*, 213, 108201.
- Elmi, Z., Gilak Abadi, M.T., & Pourghorban, M. R. (2007). Calculation of the price index for urban and rural poverty adjustment in Iran in 2004. *Quarterly Journal of Economic Research*, 42(4), 1-21. (In Persian).
- FAO. (2024). *Hunger and food insecurity*. <https://www.fao.org/hunger/en/>
- FAO., IFAD., UNICEF., WFP., & WHO. (2025). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2024*. Rome. doi: 10.4060/cd1254en — Annex tables (Table A1.1).

- Gerezih, H.Y., & Nuru, N.Y. (2020). The effect of government spending innovations on the Ethiopian economy: a dis-aggregate structural vector auto-regressive analysis. *African Journal of Economic and Management Studies*, 11(1), 109-121. doi: 10.1108/AJEMS-07-2019-0257
- Getaneh, Y., Alemu, A., Ganewo, Z., & Haile, A. (2022). Food security status and determinants in North-Eastern rift valley of Ethiopia. *Journal of Agriculture and Food Research*, 8, 100290. doi: 10.1016/j.jafr.2022.100290
- Gomes, J. G., de Miranda, S. H. G., & Pedrassoli, J. C. (2025). Increasing food insecurity vulnerability in urban slums contrasts with regional improvements across the São Paulo Metropolitan Region, Brazil. *Discover Sustainability*. doi: 10.21203/rs.3.rs-6784990/v1
- Herteux, J., Raeth, C., Martini, G., Baha, A., Koupparis, K., Lauzana, I., & Piovani, D. (2024). Forecasting trends in food security with real time data. *Communications Earth & Environment*, 5(1), 611. doi: 10.1038/s43247-024-01698-9
- Izraelov, M., Silber, J. (2019). An assessment of the global food security index. *Food Secur*, 11: 1135–1152. doi: 10.1007/s12571-019-00941-y
- JafariSani, M. & Bakhshoodeh, M. (2008). Investigating poverty and food insecurity distribution over space in rural and urban areas of Iran. *Agricultural Economics and Development*, 16(1), 103-123. (In persian).
- Jazaeri, A.Q. & Samimi, B. (1996). An Examination of Food and Energy Consumption Patterns in Urban and Rural Areas of Iran During 1983–1992. *Agricultural Economics and Development*, 14(1), 218–248. (In Persian).
- Kehinde, A.D., & Alabi, D.L. (2025). Determinants of Participation in Community-Based Organizations and Its Impact on Poverty Eradication among Rural Households in Osun State. *Global Social Welfare*, 1-17. doi: 10.1007/s40609-025-00390-w
- Keske, C. (2021). Boreal agriculture cannot be sustainable without food sovereignty. *Front. Sustain. Food Syst*. 5:673675. doi: 10.3389/fsufs.2021.673675.
- Malik, I.A., & Shah, S.A. (2025). Assessing Urban Food Security Challenges in Gondar, Ethiopia: A Systematic Study on Household Vulnerability and Policy Implications. *The Scientific World Journal*, 2025(1), 5867354. doi: 10.1155/tswj/5867354
- Manida, M. (2022). The future of food and agriculture trends and challenges. *Agriculture & Food E-Newsletter*, 4(2), 27-29.
- Mitiku, A., Fufa, B., & Tadese, B. (2012). Empirical analysis of the determinants of rural household's food security in Southern Ethiopia: The case of Shashemene District. *Basic Research Journal of Agricultural Science and Review*, 1(6), 132-138.
- Najam, W., Ibiyemi, T., Aziz, S., Najam, R., Gichohi-Wainaina, W. N., & Oldewage-Theron, W. (2023). Social determinants of rural household food insecurity. *Nutrients*, 15(7), 1681.
- O'Donncha, F., Hu, Y., Palmes, P., Burke, M., Filgueira, R., & Grant, J. (2022). A spatio-temporal LSTM model to forecast across multiple temporal and spatial scales. *Ecological Informatics*, 69, 101687.
- Ogunniyi, A.I., Omotoso, S.O., Salman, K.K., Omotayo, A.O., Olagunju, K.O., & Aremu, A.O. (2021). Socio-economic drivers of food security among rural households in Nigeria: Evidence from smallholder maize farmers. *Social Indicators Research*, 155(2), 583-599.
- Omotayo, A. O., Omotoso, A. B., Daud, S. A., Omotayo, O. P., & Adeniyi, B. A. (2022). Rising food prices and farming household's food insecurity during the COVID-19 pandemic: policy implications from SouthWest Nigeria. *Agriculture*, 12(3), 363.
- Rafati, M., Shabanzadeh-Khoshrody, M. & Javdan, E. (2021). Nutrient Consumption, Diversity and Food Security of the Income deciles of Tehran Province. *Journal of Agricultural Economics & Development*, 35(2), 147-160. (In Persian).
- Rasul, G., & Nepal, A. K. (2025). Leaving No One Behind: Understanding the Distribution of Poverty and Inequality in the Chittagong Hill Tracts of Bangladesh. *Regional Science Policy & Practice*, 100259.
- Rezaeifar, M., khalilian, S. & Najafi Alamdarlo, H. (2022). Spatial distribution of food insecurity in urban and rural areas of Iran. *Agricultural Economics*, 16(1), 99-121. (In Persian).

- Sani, S., & Kemaw, B. (2019). Analysis of households food insecurity and its coping mechanisms in Western Ethiopia. *Agricultural and food economics*, 7(1), 5.
- Shabanzadeh-Khoshrody, M., Javdan, E. & Heydari, R. (2024). Examining the Pattern of Food Consumption and its Influencing Factors in Urban Areas of Iran. *Journal of Applied Economics Studies in Iran*, 13(51), 95-121. doi: 10.22084/aes.2024.29340.3694. (In Persian).
- Shabanzadeh-Khoshrody, M., Javdan, E. & Rafati, M. (2022). Evaluation of Dietary Diversity of Households and its Effective Factors in Tehran Province. *Journal of Agricultural Economics & Development*, 36(1), 83-97. (In Persian).
- Sibrián, R. (2008). *Indicators on Food Deprivation and Income Deprivation at National and Sub-National Levels: Methodological Issues*, Rome. Available at <http://www.fao.org/docrep/011/i0430e/i0430e00.htm>.
- Statistical Center of Iran. (2023). *Summary of household income–expenditure survey results (2013–2023)*. Tehran, Statistical Center of Iran. <https://amar.org.ir/cost-and-income> (In Persian).
- Valov, D., Holota, A., & Lipa, A. (2025). *Global Food Security: Innovative Solutions to World Hunger*. Preprint. doi: 10.13140/RG.2.2.22543.91046
- Wang, L., Chen, Z., Liu, W., & Huang, H. (2024). A Temporal–Geospatial Deep Learning Framework for Crop Yield Prediction. *Electronics*, 13(21), 4273. doi: 10.3390/electronics13214273

