

Research Paper

A Multidimensional Assessment of Nutritional Deprivation in Iran's Rural Regions: Application of NDI Index and Entropy-Based Weighting Approach

*M. Shabanzadeh-Khoshrody*¹, *S. Eskandari*²

Received: 10 December, 2025 Accepted: 17 April, 2026

Introduction: Nutritional deprivation has increasingly emerged as a critical dimension of welfare inequality, particularly in developing countries where economic, social, and spatial vulnerabilities intersect to shape patterns of dietary inadequacy. In Iran, this issue has become more prominent as rural households face mounting pressures from rising food prices, declining purchasing power, and structural shifts in consumption behavior. At the same time, widening regional disparities have made equitable access to diverse and nutrient-rich foods more challenging. Conventional food security assessments often rely on calorie-based or expenditure-based metrics, which although useful for estimating basic food sufficiency, fail to capture qualitative aspects of nutrient intake and frequently overlook hidden forms of deprivation that persist even when caloric needs are met. Many rural diets may be calorie-adequate but deficient in essential micronutrients such as vitamins, minerals, and proteins, resulting in long-term health and welfare consequences. These limitations underscore the need for multidimensional and region-specific approaches that provide deeper insights into nutritional inequality. In this context, the present study introduced a multidimensional Nutritional Deprivation Index (NDI) tailored to rural Iran. By integrating both macronutrient and micronutrient indicators and applying a data-driven weighting method, the study aimed at delivering a more comprehensive understanding of nutritional deprivation and its spatial distribution across provinces of the country.

-
1. Corresponding Author and Assistant Professor, Agricultural Planning, Economics and Rural Development Research Institute (APERDRI), Tehran, Iran (m.shabanzadeh@agri-peri.ac.ir).
 2. PhD Graduate in Agricultural Economics, Department of Agricultural Economics and Management, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment.

DOI: 10.30490/aead.2026.367578.1714

Materials and Methods: This study adopted a multidimensional framework to evaluate nutritional deprivation among rural households. The NDI is constructed using indicators representing the consumption of key macronutrients (including protein and total caloric intake) and essential micronutrients such as vitamins A and C, iron, and calcium. Nutrient intake data were derived from nationally representative rural household consumption surveys, ensuring provincial comparability. To determine the relative importance of each indicator, the entropy method was employed. This technique assigns higher weights to indicators with greater inter-provincial variation, capturing significant differences in nutritional patterns and avoiding subjective weighting biases. Following the calculation of NDI scores, the Jenks Natural Breaks classification method was used to group the provinces into five deprivation categories including very low, low, medium, high, and very high deprivations. The Jenks algorithm identifies natural groupings by minimizing inter-class variance and maximizing intra-class variance, producing a more accurate and interpretable spatial categorization. The integration of multidimensional indexing, entropy weighting, and spatial classification provided a robust methodological foundation for assessing the nutritional deprivation in rural Iran.

Results and Discussion: The study findings indicated that micronutrient deficiencies would exert a substantial influence on overall nutritional deprivation. Entropy weights highlighted protein, vitamins A and C, iron, and calcium as the most influential contributors to inter-provincial variation, indicating the importance of diet quality. Thus, even when caloric intake was sufficient, widespread deficiencies in essential nutrients persisted, revealing the limitations of calorie-centered assessments. The NDI scores ranging from 0.09 to 0.82 indicated pronounced heterogeneities across the provinces. The results of West Azerbaijan (0.09), Hormozgan (0.22), Sistan and Baluchestan (0.23), Guilan (0.25), and Hamadan (0.27) provinces fell into the “very high deprivation” category, which might reflect economic constraints, limited access to diverse foods, agricultural limitations, and supply chain inefficiencies; in contrast, the results of Chaharmahal and Bakhtiari (0.79) and South Khorasan (0.82) provinces showed their category of “very low deprivation”, which might be attributed to more diverse agricultural production, cultural dietary habits, or stronger regional food systems. Notably, several economically advanced and highly urbanized provinces including Razavi Khorasan, Tehran, East Azerbaijan, Isfahan, and Kerman appeared in the “medium deprivation” or “high deprivation” categories. This pattern suggested that the concerned nutritional deprivation was not determined solely by economic capacity or agricultural production, but also

associated with consumption patterns, diet quality, and access to micronutrients. This pattern indicated that nutritional challenges persisted even in wealthier regions, potentially due to increased consumption of processed foods, lifestyle changes, and market fluctuations affecting access to nutrient-dense foods. These findings underscored that the nutritional deprivation in rural Iran was shaped by complex socioeconomic and geographic factors and could not be explained solely by poverty or calorie deficits. These findings pointed to the presence of “hidden nutritional deprivation”, where adequate caloric intake might coexist with insufficient micronutrient consumption.

Conclusion and Suggestions: The study concluded that the nutritional deprivation among rural households in Iran was inherently multidimensional and could not be accurately assessed through single-indicator measures. By incorporating both macro- and micronutrient indicators and applying entropy-based weighting, the NDI offered a more nuanced and reliable depiction of deprivation and its spatial disparities. Therefore, the policy recommendations of the study may include some measures as follows: prioritizing access to essential micronutrients (particularly, protein, vitamins A and C, iron, and calcium) within national nutrition and rural development initiatives; strengthening food distribution systems to ensure affordability and stability; and improving nutritional literacy through community-based education efforts. Finally, the pronounced regional disparities identified in the analysis highlighted the need for targeted, province-specific strategies rather than uniform nationwide policies, while integrating nutritional education, agricultural diversification, local food system support, and improved distribution networks would be critical for reducing deprivation and promoting long-term rural wellbeing.

Keywords: *Nutritional Deprivation, Rural Food Security, Multidimensional Index, Entropy Method, Nutritional Inequality, Regional Analysis.*

JEL Classification: I32, I38, R12, R15, Q18

اقتصاد کشاورزی و توسعه

سال ۳۴، شماره ۱۳۳، بهار ۱۴۰۵

مقاله پژوهشی

تحلیل چندبعدی محرومیت تغذیه‌ای در مناطق روستایی ایران: کاربرد شاخص NDI و روش آنتروپی

مهدی شعبان‌زاده خوشرودی^۱، سحر اسکندری^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۹/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۱/۲۸

چکیده

محرومیت تغذیه‌ای از ابعاد اساسی نابرابری رفاهی در جوامع انسانی است که طی سال‌های اخیر، با تأثیرپذیری از تغییرات ساختاری در الگوی مصرف، افزایش پیوسته قیمت مواد غذایی، کاهش قدرت خرید خانوارها و تشدید شکاف‌های منطقه‌ای، به یکی از چالش‌های مهم سیاست‌گذاری در ایران تبدیل شده است. ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای در سطح استان‌ها، به‌ویژه با رویکردی چندبعدی، می‌تواند کاستی‌های پنهان در کیفیت تغذیه را آشکار سازد، کاستی‌هایی که معمولاً در شاخص‌های تک‌بعدی مبتنی بر کالری یا هزینه نادیده گرفته می‌شوند. با این رویکرد، در پژوهش حاضر، با هدف سنجش محرومیت تغذیه‌ای در میان خانوارهای روستایی ایران، به محاسبه شاخص (چندبعدی) محرومیت تغذیه‌ای (NDI) بر اساس میزان دریافت ریزمغذی‌ها و

۱- نویسنده مسئول و استادیار پژوهشی، مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی، تهران، ایران.
(m.shabanzadeh@agri-peri.ac.ir)

۲- دانش‌آموخته دکتری اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد و مدیریت کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست.

DOI: 10.30490/acad.2026.367578.1714

درشت‌مغذی‌ها پرداخته شد. بدین منظور، برای تعیین اهمیت نسبی مؤلفه‌ها، از روش آنتروپی استفاده شد تا وزن‌ها بر مبنای تغییرپذیری واقعی شاخص‌ها در سطح استان‌ها استخراج شود. داده‌های پژوهش نیز از استخراج داده‌های خام طرح آمارگیری هزینه و درآمد خانوار مرکز آمار ایران در سال ۱۴۰۳ به‌دست آمد. همچنین، برای تحلیل فضایی الگوهای منطقه‌ای، مقادیر شاخص NDI با روش شکست‌های طبیعی (جنکس) در پنج طبقه محرومیت گروه‌بندی شدند. یافته‌های به‌دست‌آمده از وزن‌های آنتروپی نشان داد که کمبود ریزمغذی‌هایی همچون پروتئین، ویتامین‌های A و C، آهن و کلسیم بیشترین نقش را در شکل‌گیری محرومیت دارند و در مقایسه با مقدار کالری دریافتی، سهم کیفیت تغذیه در تبیین سطح محرومیت تغذیه‌ای برجسته‌تر است؛ همچنین، شاخص NDI در سطح استان‌ها بین ۰/۰۹ تا ۰/۸۲ متغیر بوده و این پراکندگی گسترده بیانگر ناهمگونی قابل توجه در توزیع محرومیت تغذیه‌ای میان مناطق مختلف است. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، استان‌های آذربایجان غربی (۰/۰۹)، هرمزگان (۰/۲۲)، سیستان و بلوچستان (۰/۲۳)، گیلان (۰/۲۵) و همدان (۰/۲۷) در طبقه «محرومیت بسیار زیاد» قرار می‌گیرند؛ در مقابل، استان‌های چهارمحال و بختیاری (۰/۷۹) و خراسان جنوبی (۰/۸۲) بهترین وضعیت را داشته، در طبقه «محرومیت بسیار کم» جای می‌گیرند. افزون بر این، بخش قابل توجه استان‌های پرجمعیت و صنعتی شامل خراسان رضوی، تهران، آذربایجان شرقی، اصفهان و کرمان در سطوح «محرومیت زیاد» یا «محرومیت متوسط» قرار دارند، که نشان‌دهنده چالش‌های کیفی در الگوی مصرف غذایی خانوارهای روستایی این مناطق است. قرار گرفتن برخی استان‌ها با ظرفیت‌های اقتصادی یا کشاورزی بالاتر در سطوح نسبتاً بیشتر محرومیت تغذیه‌ای نشان می‌دهد که این پدیده صرفاً تابع فقر یا میزان تولید نیست، بلکه نقش الگوهای مصرف، کیفیت رژیم غذایی و نحوه دسترسی به ریزمغذی‌ها نیز تعیین‌کننده است. نتایج پژوهش حاضر ضرورت بازنگری در سیاست‌های تغذیه‌ای کشور با تأکید بر تقویت دسترسی به ریزمغذی‌ها، بهبود نظام توزیع مواد غذایی، ارتقای سواد تغذیه‌ای و طراحی مداخلات هدفمند استانی را برجسته می‌سازد.

کلیدواژه‌ها: محرومیت تغذیه‌ای، امنیت غذایی روستایی، شاخص چندبعدی، روش آنتروپی، نابرابری تغذیه‌ای، تحلیل منطقه‌ای.

طبقه‌بندی JEL : I32, I38, R12, R15, Q18

مقدمه

تغذیه مناسب یکی از بنیادی‌ترین مؤلفه‌های توسعه انسانی است و کیفیت دسترسی و مصرف مواد غذایی نه تنها بر سلامت جسمانی بلکه بر توان شناختی، بهره‌وری اقتصادی و کیفیت زندگی به‌طور مستقیم تأثیرگذار است (Cole, 2012; Muscaritoli, 2021; Munteanu & Schwartz, 2022). اهمیت این موضوع زمانی بیشتر آشکار می‌شود که بدانیم ناکافی بودن دریافت ریزمغذی‌ها (حتی در شرایط تأمین نسبی انرژی) می‌تواند به سوءتغذیه پنهان و در بلندمدت، به افزایش بیماری و کاهش کارایی اقتصادی منجر شود (Ghassemi et al., 2002). این افزایش سوءتغذیه پنهان و ناکافی بودن دریافت ریزمغذی‌ها در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، هم‌زمان با تغییرات ساختاری در بخش کشاورزی، مهاجرت از روستا به شهر، کاهش درآمدهای روستایی و محدودیت دسترسی به بازارهای

غذایی تشدید شده است (Kananura et al., 2024). در چنین شرایطی، ضرورت پایش وضعیت تغذیه‌ای و تحلیل چندبعدی محرومیت غذایی در مناطق روستایی برای سیاست‌گذاری اجتماعی و توسعه انسانی بیش از پیش اهمیت یافته است.

در ایران، تحولات اجتماعی-اقتصادی، تغییر الگوهای تولید و مصرف غذای محلی، افزایش هزینه‌های زندگی و کاهش قدرت خرید خانوارهای روستایی موجب شده است تا کیفیت سبد غذایی روستاییان دچار تغییرات قابل توجه شود. نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهد که اگرچه سطح کالری دریافتی در برخی دوره‌ها تفاوت چشمگیر نداشته است، اما ترکیب ریزمغذی‌ها، پروتئین و ویتامین‌ها در سبد غذایی خانوارهای روستایی کاهش یافته و برخی گروه‌ها در معرض کمبود مواد ضروری قرار گرفته‌اند (Damari et al., 2018; Motedayen et al., 2019; Rafati et al., 2021). این تغییرات در سطح استان‌ها، به دلیل ناهمگونی‌های اقتصادی، فاصله از مراکز توزیع مواد غذایی، محدودیت زیرساخت‌ها، وابستگی به تولید فصلی و نوسان‌های بازار محصولات کشاورزی، شدت بیشتری یافته و وضعیت تغذیه‌ای خانوارهای روستایی کشور را به شدت ناهمگون ساخته است (Narmcheshm et al., 2024). افزون بر این، شواهد جدید نشان می‌دهد که نقش عواملی مانند هزینه بالای حمل‌ونقل، دسترسی محدود به فروشگاه‌های مواد غذایی متنوع، کاهش تنوع تولید محلی و آسیب‌پذیری بیشتر روستاییان در برابر تکانه‌های اقتصادی و اقلیمی در تشدید این ناهمگونی‌ها درخور اهمیت است (Subramaniam et al., 2023). مطالعات فضایی اخیر نشان داده‌اند که توزیع امنیت غذایی و فقر تغذیه‌ای در ایران الگوی خوشه‌ای دارد و برخی مناطق عمده‌تاً روستایی کشور، به‌طور ساختاری، در وضعیت محروم قرار گرفته‌اند (Shabanzadeh-Khoshrody et al., 2024a). این شواهد بر اهمیت تحلیل‌های منطقه‌ای و مبتنی بر داده برای فهم دقیق الگوی محرومیت تغذیه‌ای تأکید می‌کنند. روندهای جهانی نیز بیانگر آن است که محرومیت تغذیه‌ای تنها به فقر کالری یا فقر درآمدی محدود نمی‌شود و ابعاد گوناگون دارد. پژوهش‌های متعدد در کشورهای مختلف از جمله اوگاندا، چین، هند، بنگلادش و پاراگوئه گویای محدودیت کیفیت رژیم غذایی و دسترسی خانوارها به تنوع غذایی در میان خانوارهای روستایی با درآمدهای پایین و متوسط است (Zhang et al., 2010; Jha et al., 2011; Gupta & Mishra, 2013; Fakir & Khan, 2015; Bubak et al., 2020). افزون بر این، مطالعات جدید در حوزه توسعه روستایی بر نقش عوامل اجتماعی-اقتصادی، فاصله از بازار، دسترسی به خدمات، تغییرات اقلیمی و نابرابری در دسترسی به مواد خوراکی سالم تأکید دارند، عواملی که در سکونتگاه‌های روستایی کشورهای در حال توسعه با سرعت بیشتری موجب تشدید نابرابری در دسترسی به مواد غذایی سالم می‌شوند.

بررسی ادبیات داخلی نشان می‌دهد که در بیشتر پژوهش‌ها، بر امنیت غذایی، فقر درآمدی یا نابرابری تغذیه‌ای تمرکز شده و کمتر مطالعه‌ای رویکرد «چندبعدی» را در ارزیابی محرومیت تغذیه‌ای به‌کار گرفته است. برای نمونه، برخی مطالعات به بررسی امنیت غذایی و عوامل مؤثر بر آن پرداخته‌اند (Nosratabadi & Halvaeepour, 2015; Shabanzadeh-Khoshrody & Hosseini, 2021)؛ در برخی دیگر از این پژوهش‌ها نیز به تحلیل فقر یا نابرابری تغذیه‌ای در میان کودکان یا خانوارها توجه شده است (Kia et al., 2019; Mohaqeqi-Kamal et al., 2019). همچنین، بخش مهمی از پژوهش‌های سیاست‌گذاری در ایران بیشتر بر ارزیابی سیاست‌های تغذیه‌ای متمرکز بوده و کمتر به سنجش دقیق محرومیت بر اساس مصرف واقعی مواد مغذی، به‌ویژه در مناطق روستایی، پرداخته‌اند (Aghapour et al., 2023). در حالی که ادبیات توسعه روی «تحلیل محرومیت بر اساس داده‌های مصرف واقعی» به‌مثابه دقیق‌ترین روش سنجش وضعیت تغذیه‌ای خانوارها تأکید می‌کند (Gupta & Mishra, 2013; Jafari et al., 2022). افزون بر این، مطالعات اخیر در کشورهای در حال توسعه نشان داده‌اند که استفاده از داده‌های مبتنی بر مصرف واقعی می‌تواند ابعاد پنهان محرومیت غذایی را آشکار کند، ابعدی که در شاخص‌های درآمدی یا کالری قابل مشاهده نیستند و معمولاً در مناطق روستایی، شدت بیشتری دارند.

با گسترش رویکردهای چندبعدی در سنجش فقر و محرومیت که در برخی پژوهش‌ها (Alkire & Santos, 2014; Dotter & Klasen, 2017; Santos & Villatoro, 2018; Suppa, 2018) به‌کار گرفته شده، ضرورت استفاده از ابزارهای مشابه برای تحلیل محرومیت تغذیه‌ای در مناطق روستایی ایران بیش از پیش در کانون توجه قرار گرفته است. پژوهش‌های جدید به‌ویژه بر اهمیت وزن‌دهی علمی به شاخص‌ها تأکید دارند و روش آنتروپی را یکی از مناسب‌ترین روش‌ها برای تخصیص وزن بر مبنای اطلاعات واقعی داده‌ها معرفی می‌کنند. این روش، با کمینه‌سازی دخالت ذهنی پژوهشگر و حداکثرسازی نقش پراکنش واقعی داده‌ها، امکان ساخت شاخص معتبر، قابل مقایسه و داده‌محور را فراهم می‌سازد (Jafari et al., 2022). با این رویکرد، مطالعه حاضر به ارائه تصویری جامع، داده‌محور و چندبعدی از وضعیت محرومیت تغذیه‌ای در مناطق روستایی استان‌های ایران پرداخته و با استفاده از داده‌های واقعی مصرف مواد مغذی، پاک‌سازی دقیق داده‌ها با روش نمره Z اصلاح‌شده^۱، وزن‌دهی شاخص‌ها با روش آنتروپی و طبقه‌بندی استان‌ها با روش شکست‌های طبیعی (جنکس)^۲، شاخصی

1. modified Z-score
2. natural breaks (Jenks)

ترکیبی به نام «شاخص محرومیت تغذیه‌ای»^۱ را ارائه کرده است. این روش نه تنها امکان مقایسه دقیق استان‌ها را فراهم می‌کند، بلکه شکاف‌های پنهان در الگوی تغذیه‌ای کشور را در مناطق عمدتاً روستایی آشکار می‌سازد. یافته‌های پژوهش حاضر می‌تواند برای سیاست‌گذاران حوزه امنیت غذایی و توسعه روستایی بسیار راهگشا باشد، زیرا ضمن ارائه رتبه‌بندی دقیق استان‌ها، مبنایی علمی را برای مداخله هدفمند، تخصیص هوشمندانه منابع و طراحی برنامه‌های بهبود الگوی تغذیه فراهم می‌کند. افزون بر این، مطالعه حاضر، با ارائه یک چارچوب روش‌شناختی منسجم، امکان تکرارپذیری و بهره‌گیری از شاخص در دوره‌های بعدی را فراهم می‌سازد و از این منظر نیز نسبت به مطالعات پیشین دارای مزیت قابل توجه است.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر به صورت مقطع زمانی و با رویکرد اسنادی انجام شده و داده‌های آن مربوط به سال ۱۴۰۳ است. اطلاعات مربوط به مقدار و نوع اقلام خوراکی مصرف‌شده توسط خانوارهای روستایی، همراه با کدهای شناسایی خانوارها و استان‌ها، از داده‌های خام طرح آمارگیری هزینه و درآمد خانوار مرکز آمار ایران استخراج شده و برای برآورد میزان مواد مغذی موجود در اقلام غذایی مصرف‌شده نیز از جداول ترکیب مواد غذایی «انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی ایران» و «دستورالعمل‌های ارزش تغذیه‌ای سازمان جهانی بهداشت»^۲ استفاده شده است همچنین، به منظور مقایسه وضعیت دریافت مواد مغذی با استانداردهای توصیه‌شده، مقادیر «حداقل نیاز روزانه» برای انرژی و نیز درشت‌مغذی‌ها و ریزمغذی‌های منتخب از جداول نیاز تغذیه‌ای انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای ایران و راهنماهای تغذیه‌ای سازمان جهانی بهداشت (WHO) استخراج و از این مقادیر هم در تحلیل و هم به عنوان سطوح مرجع برای ارزیابی کفایت نسبی دریافت مواد مغذی خانوارهای روستایی استفاده شده است.

ساخت ماتریس عملکرد تغذیه‌ای

برای برآورد دقیق محتوای مغذی سبد غذایی خانوارهای روستایی، ابتدا «ماتریس عملکرد تغذیه‌ای» طراحی شده که روشی رایج در تحلیل رژیم غذایی و اقتصاد تغذیه است (Miller & Welch, 2013). هدف از طراحی این ماتریس محاسبه میزان واقعی دریافت مواد مغذی خانوار با در نظر گرفتن تنوع اقلام خوراکی مصرفی و مقادیر متفاوت مواد مغذی موجود در آنها بوده و در واقع. این ماتریس

-
1. Nutritional Deprivation Index (NDI)
 2. World Health Organization (WHO)

حاصل ضرب دو ماتریس پایه‌ای است: ماتریس نخست شامل مقادیر مصرف‌شده از هر کدام از اقلام خوراکی توسط خانوارهاست، به‌گونه‌ای که در آن، ردیف‌ها اقلام غذایی و ستون‌ها خانوارهای روستایی را نشان می‌دهند؛ و ماتریس دیگر نیز ماتریس ترکیب مواد غذایی است که میزان ریزمغذی‌ها و درشت‌مغذی‌های موجود در هر صد گرم از هر قلم خوراکی را ارائه می‌کند؛ همچنین، در این ماتریس، ردیف‌ها انواع مواد مغذی (مانند انرژی، پروتئین، کلسیم، ویتامین‌ها و ...) و ستون‌ها اقلام غذایی را تشکیل می‌دهند. با ضرب این دو ماتریس، مقدار کل مواد مغذی دریافتی هر خانوار محاسبه و به‌صورت یک ماتریس خروجی ارائه می‌شود که قادر است الگوی تغذیه‌ای خانوار را با دقت بالا نمایش دهد. این فرآیند بر اساس یک تابع خطی صورت می‌گیرد که رابطه عمومی آن به‌صورت رابطه (۱) ارائه شده است (Shabanzadeh-Khoshrody & Hosseini, 2021).

$$y_{hi}^* = \sum_{j=1}^k \beta_j X_{hij} \quad (1)$$

که در آن، k تعداد اقلام خوراکی مورد بررسی در سبد مصرفی خانوارهاست و شاخص z بر روی این اقلام از ۱ تا k تغییر می‌کند؛ همچنین، y_{hi}^* میزان ماده مغذی دریافتی خانوار h در استان i و X_{hij} مقدار مصرف کالای خوراکی z توسط خانوار h در استان i و نیز β_j محتوای ماده مغذی در هر واحد از قلم خوراکی z است. با تقسیم این ماتریس بر میانگین تعداد اعضای خانوار، ماتریس نفر در ماه محاسبه می‌شود. افزون بر این، با تقسیم هر کدام از درایه‌های این ماتریس بر عدد سی، سرانه ماده مغذی دریافتی از مواد مختلف خوراکی در طول روز به‌دست می‌آید. نکته قابل توجه در محاسبه ماتریس عملکرد تغذیه‌ای «سن» اعضای خانوار است. از آنجا که سن افراد متفاوت است، مقدار مصرف هر فرد با توجه به سن او تغییر می‌کند. برای حل این مسئله، می‌توان از معیار معادل فرد بالغ برای هر خانوار استفاده کرد، که در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس اطلاعات این جدول، برای نمونه، مصرف افرادی که در گروه سنی ده تا دوازده سال قرار دارند، در صورت مرد بودن، معادل $0/88$ یک فرد بالغ و در صورت زن بودن، معادل $0/78$ فرد بالغ در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، افراد خانوار بر اساس گروه سنی موجود در جدول، دسته‌بندی شده و اندازه دقیق بعد خانوار بر اساس معادل یک فرد بالغ محاسبه شده است.

جدول ۱- معادل‌سازی اعضای خانوار با سنین مختلف به‌عنوان سهمی از فرد بالغ

گروه سنی (سال)	مرد	زن
۰-۱	۰/۳۳	۰/۳۳
۱-۲	۰/۴۶	۰/۴۶
۲-۳	۰/۵۴	۰/۵۴
۳-۵	۰/۶۲	۰/۶۲
۵-۷	۰/۷۴	۰/۷۰
۷-۱۰	۰/۸۴	۰/۸۲
۱۰-۱۲	۰/۸۸	۰/۷۸
۱۲-۱۴	۰/۹۶	۰/۸۴
۱۴-۱۶	۱/۰۶	۰/۸۶
۱۶-۱۸	۱/۱۴	۰/۸۶
۱۸-۳۰	۱/۰۴	۰/۸۰
۳۰-۶۰	۱	۰/۸۲
۶۰ >	۰/۸۴	۰/۷۴

مأخذ: گبر (Gebre, 2011)

شناسایی داده‌های پرت با استفاده از شاخص Z اصلاح‌شده

در پژوهش حاضر، هشت ماده مغذی کلیدی شامل انرژی، کربوهیدرات، پروتئین، کلسیم، ویتامین A، ویتامین B1، ویتامین C و آهن به‌عنوان شاخص‌های اصلی وضعیت تغذیه‌ای انتخاب شدند. انتخاب این شاخص‌ها بر مبنای اهمیت آنها در وضعیت تغذیه‌ای و توصیه‌های سازمان جهانی بهداشت بوده است (WHO, 2021; Development Initiatives, 2024). به‌منظور افزایش دقت داده‌ها و حذف مقادیر غیرواقعی مصرف مواد مغذی، از شاخص Z اصلاح‌شده که روشی مقاوم^۱ در شناسایی داده‌های پرت است، استفاده شد. این روش، برخلاف شاخص Z کلاسیک که بر پایه میانگین و انحراف معیار محاسبه می‌شود، از میانه (Median) و انحراف مطلق از میانه (MAD) استفاده می‌کند که نسبت به داده‌های پرت حساسیت کمتری دارند و برای داده‌های تغذیه‌ای که عموماً توزیع‌های نامتقارن دارند، مناسب‌ترند (Sangra & Codina, 2015). بر این اساس، در پژوهش حاضر، مقدار شاخص Z اصلاح‌شده برای ماده مغذی j در استان i مطابق روابط زیر محاسبه شده است:

1. robust

$$M_{ji} = \frac{(x_{ji} - Median_j)}{MAD_j} \times 0.6745 \quad (2)$$

$$MAD_j = Median(|x_{ji} - Median_j|) \quad (3)$$

که در رابطه (۲)، x_{ji} میزان دریافت ماده مغذی j در استان i بوده و $Median_j$ میانه مقادیر ماده مغذی j بین تمام استان‌هاست؛ همچنین، MAD_j انحراف مطلق از میانه برای ماده مغذی j بوده و مقدار ثابت 0.6745 یک ضریب نرمال‌سازی است که MAD را با انحراف معیار یک توزیع نرمال قابل مقایسه می‌کند. بر اساس روش‌های استاندارد در اپیدمیولوژی تغذیه‌ای، چنانچه $|M_{ji}| > 3.5$ باشد، مقادیر به‌عنوان داده پرت شناسایی و حذف می‌شوند. این آستانه توسط مطالعات معتبر در حوزه سلامت و تغذیه توصیه شده و دقت آن در حذف مقادیر پرت و غیرواقعی تأیید شده است (Mandić-Rajčević & Colosio, 2019). حذف این مشاهدات، از ایجاد انحراف در وزن‌دهی آن‌روپی و محاسبه شاخص چندبعدی محرومیت تغذیه‌ای جلوگیری می‌کند و پایداری نتایج را افزایش می‌دهد. همچنین، بر اساس یافته‌های پژوهش‌های تغذیه‌ای، حذف داده‌های پرت با این روش موجب افزایش اعتبار مدل در توضیح الگوهای واقعی کیفیت تغذیه در سطح منطقه‌ای می‌شود (Taylor et al., 2019).

استانداردسازی شاخص‌ها

پس از حذف داده‌های پرت و اطمینان از کیفیت داده‌های تغذیه‌ای، مرحله بعد عبارت است از آماده‌سازی متغیرها برای ورود به محاسبات شاخص چندبعدی محرومیت تغذیه‌ای. از آنجا که شاخص‌های مورد استفاده شامل انرژی، درشت‌مغذی‌ها و ریزمغذی‌های منتخب از مقیاس‌ها و واحدهای اندازه‌گیری ناهمگون برخوردارند، مقایسه مستقیم آنها امکان‌پذیر نیست و می‌تواند به تورش در فرآیند وزن‌دهی و تجمع شاخص‌ها منجر شود. بنابراین، مشابه رویکردهای استاندارد در ساخت شاخص‌های ترکیبی، لازم است متغیرها، قبل از وزن‌دهی و تشکیل شاخص نهایی، استانداردسازی شوند. در مطالعه حاضر، با توجه به اینکه تمامی شاخص‌های انتخابی ماهیت مثبت در سید تغذیه‌ای دارند، از روش نرمال‌سازی حداقل - حداکثر^۱ برای یکسان‌سازی دامنه تغییرات شاخص‌ها استفاده شد، روشی که امکان تبدیل تمام متغیرها به مقیاس مشترک صفر تا یک را فراهم می‌کند. بر این اساس، مقدار استانداردشده هر شاخص مطابق رابطه (۴) محاسبه شده است:

1. min-max normalization

$$x_{ji}^* = \frac{x_{ji} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)} + \epsilon \quad (4)$$

که در آن، x_{ji} مقدار ماده مغذی j در استان i بوده و x_{ji}^* مقدار نرمال شده ماده مغذی است؛ افزون بر این، ϵ یک مقدار عددی کوچک است که برای جلوگیری از صفر شدن مقادیر برای محاسبه آنترופی اضافه شده است (Zou ZhiHong et al., 2006). مرحله بعد از استانداردسازی شاخص‌های تغذیه‌ای و تبدیل آنها به مقیاس یکسان تعیین اهمیت نسبی هر متغیر در شکل‌گیری شاخص چندبعدی محرومیت تغذیه‌ای است، زیرا مواد مغذی نقش یکسان در بروز محرومیت تغذیه‌ای ندارند و میزان پراکندگی آنها در سطح استان‌ها متفاوت است؛ از این رو، ضروری است که وزن هر شاخص بر پایه اطلاعات درون داده‌ای و نه قضاوت ذهنی تعیین شود. روش آنترופی اطلاعات^۱ به عنوان یک رویکرد عینی و مبتنی بر میزان عدم اطمینان و پراکندگی داده‌ها این امکان را فراهم می‌کند که شاخص‌های با تغییرپذیری بیشتر وزن بالاتر دریافت کنند و تأثیرات واقعی‌تر در شاخص نهایی NDI داشته باشند. بر همین اساس، در مرحله بعد، وزن‌دهی شاخص‌ها با بهره‌گیری از روش آنترופی اطلاعات انجام شده است.

وزن‌دهی شاخص‌ها با روش آنترופی اطلاعات

در مطالعه حاضر، به منظور تعیین اهمیت نسبی هر ماده مغذی، روش آنترופی اطلاعات به کار گرفته شده که روشی عینی است و بر پایه پراکندگی داده‌ها، وزن‌دهی می‌کند و استفاده از آن برای شاخص‌سازی رایج است (Shannon, 1948; Huffman et al., 2023). بدین منظور، ابتدا سهم نسبی هر شاخص با استفاده از رابطه (۵) محاسبه و سپس، عدد آنترופی از طریق رابطه (۶) تعیین شده است. در ادامه نیز با استفاده از رابطه (۷)، میزان واگرایی مشخص شده و در نهایت، بر اساس رابطه (۸)، محاسبه وزن هر شاخص صورت گرفته است:

$$p_{ji} = \frac{x_{ji}^*}{\sum_{i=1}^n x_{ji}^*} \quad (5)$$

$$E_j = -\frac{1}{\ln(n)} \sum_{i=1}^n p_{ji} \ln(p_{ji}) \quad (6)$$

$$D_j = 1 - E_j \quad (7)$$

1. Information Entropy Weighting

$$w_j = \frac{D_j}{\sum_{j=1}^m D_j} \quad (8)$$

که در روابط بالا، p_{ji} سهم نسبی شاخص j در استان i بوده و E_j عدد آنتروپی شاخص j است؛ همچنین، D_j میزان واگرایی شاخص j و w_j وزن شاخص j در شاخص چندبعدی محرومیت تغذیه‌ای را مشخص می‌کند. پس از تعیین وزن‌های اطلاعاتی، هر کدام از ریزمغذی‌ها با استفاده از روش آنتروپی، مرحله نهایی ساخت شاخص ترکیبی عبارت است از ادغام مقادیر استاندارد شده با وزن‌های به‌دست‌آمده، که پیونددهنده فرآیند پیش‌پردازش داده‌ها (حذف داده‌های پرت و استانداردسازی) و وزن‌دهی اطلاعات با چارچوب نظری شاخص‌های چندبعدی محرومیت است. از آنجا که هدف مطالعه ارائه سنج‌های یکپارچه برای مقایسه سطح محرومیت تغذیه‌ای میان مناطق روستایی استان‌های ایران بوده، لازم است که ابعاد مختلف تغذیه در قالب یک شاخص واحد تجمیع شوند تا بتوان پراکندگی فضایی و الگوهای منطقه‌ای محرومیت را به‌صورت قابل تفسیر نمایش داد. بنابراین، پس از وزن‌دهی، شاخص چندبعدی محرومیت تغذیه‌ای (NDI)، با استفاده از ساختار جمع‌پذیر و مبتنی بر مجموع وزن‌دار ابعاد، محاسبه شده است.

محاسبه شاخص چندبعدی محرومیت تغذیه‌ای (NDI)

در مطالعه حاضر، به‌منظور سنجش وضعیت تغذیه‌ای خانوارهای روستایی و مقایسه سطح محرومیت بین استان‌ها، یک شاخص ترکیبی با عنوان «شاخص چندبعدی محرومیت تغذیه‌ای (NDI)» طراحی و محاسبه شده است. این شاخص بر مبنای چارچوب شاخص‌های چندبعدی محرومیت و فقر توسعه یافته، چارچوبی که در ادبیات نظری مرتبط با اندازه‌گیری فقر چندبعدی - از جمله در آثار آلكایر و فوستر (Alkire & Foster, 2011) و دستورالعمل‌های فنی برنامه توسعه ملل متحد (UNDP & OPHDI, 2024) - به‌عنوان رویکردی معتبر برای تجمیع ابعاد مختلف محرومیت معرفی شده است. در این روش، مجموعه‌ای از ابعاد کلیدی مرتبط با کیفیت تغذیه از جمله انرژی، درشت‌مغذی‌ها و ریزمغذی‌های منتخب به‌صورت استاندارد شده و پس از تعیین وزن‌های عینی آنها بر اساس روش آنتروپی، در قالب یک مدل مجموع وزن‌دار تجمیع می‌شوند (Hoffmann et al., 2008). خروجی این فرآیند شاخصی در بازه صفر تا یک بوده که مقادیر بالاتر آن نشان‌دهنده وضعیت تغذیه‌ای مطلوب‌تر و سطح محرومیت کمتر در هر استان است. بر این اساس، در مطالعه حاضر، پس از تعیین وزن‌ها، شاخص چندبعدی محرومیت تغذیه‌ای (NDI) برای هر استان طبق رابطه (۹) محاسبه شده است:

$$NDI_i = \sum_{j=1}^m w_j x_{ji}^* \quad (9)$$

که در آن، m تعداد شاخص‌های تغذیه‌ای یا مواد مغذی انتخاب شده است که وزن آنها با روش آنتروپی تعیین شده است. پس از محاسبه مقادیر استاندارد شده شاخص NDI برای تمام استان‌ها بر اساس رابطه (۹)، لازم است این مقادیر در قالب گروه‌های مختلف طبقه‌بندی شوند تا امکان تحلیل فضایی و شناسایی الگوهای منطقه‌ای محرومیت فراهم شود.

طبقه‌بندی مقادیر شاخص با روش شکست‌های طبیعی (جنکس)

به منظور تحلیل فضایی و نمایش دقیق‌تر تفاوت‌های منطقه‌ای، مقادیر شاخص NDI بر اساس روش شکست‌های طبیعی (جنکس) در پنج طبقه تفکیک شدند. روش جنکس، با حداقل سازی واریانس درون گروهی و بیشینه سازی واریانس بین گروهی، مناسب‌ترین نقاط شکست را متناسب با ساختار واقعی داده‌ها تعیین می‌کند (Jenks, 1967). از آنجا که توزیع شاخص NDI میان استان‌ها ناهمگون است، استفاده از روش‌های ساده‌تر مانند تقسیم مساوی^۱ یا صدکی^۲ می‌تواند به طبقه‌بندی نادرست و تضعیف دقت تحلیل منجر شود؛ بنابراین، روش جنکس به عنوان انتخاب مناسب‌تر در مطالعه حاضر به کار گرفته شده است. بر اساس نتایج الگوریتم، مناطق روستایی استان‌های کشور در پنج گروه (۱) محرومیت بسیار زیاد^۳، (۲) محرومیت زیاد^۴، (۳) محرومیت متوسط^۵، (۴) محرومیت کم^۶ و (۵) محرومیت بسیار کم^۷ دسته‌بندی و نقشه فضایی محرومیت تغذیه‌ای نیز بر همین اساس ترسیم شده است. این طبقه‌بندی پنج‌گانه ابزاری کارآمد برای فهم الگوهای فضایی و طراحی سیاست‌های هدفمند در راستای کاهش نابرابری‌های تغذیه‌ای در سطح استان‌ها محسوب می‌شود.

1. Equal Interval
2. Quantiles
3. Very High NDI
4. High NDI
5. Medium NDI
6. Low NDI
7. Very Low NDI

نتایج و بحث

جدول ۲ الگوی دریافت مواد مغذی را در میان خانوارهای روستایی استان‌های ایران در سال ۱۴۰۳ نشان می‌دهد. مقایسه مقادیر دریافتی با حداقل نیاز روزانه بیانگر کمبود قابل توجه مواد مغذی است؛ برای نمونه، میانگین دریافت انرژی در سطح ملی ۲۴۲۲ کیلوکالری بوده که کمی بیش از حداقل توصیه‌شده ۲۴۰۰ کیلوکالری است. همچنین، میانگین دریافت پروتئین هشتاد گرم (حداقل نیاز هفتاد گرم)، آهن هجده میلی‌گرم (حداقل نیاز شانزده میلی‌گرم)، ویتامین A برابر با ۳۱۶ میکروگرم (حداقل نیاز ۵۵۰ میکروگرم)، ویتامین C معادل ۵۸ میلی‌گرم (حداقل نیاز هشتاد میلی‌گرم) و کلسیم ۴۵۵ میلی‌گرم (حداقل نیاز هزار میلی‌گرم) بوده، که نشان‌دهنده کمبود مشهود ریزمغذی‌ها به‌ویژه ویتامین A، ویتامین C و کلسیم در سطح ملی است. بخشی قابل توجه از استان‌ها حتی به حداقل توصیه‌شده برای انرژی دست نمی‌یابند و کمبود ریزمغذی‌هایی مانند ویتامین A، ویتامین C و کلسیم نیز در اغلب استان‌ها مشاهده می‌شود. این الگو محدود به مناطق کم‌برخوردار نیست و حتی در برخی استان‌هایی با دریافت انرژی مناسب نیز مشاهده می‌شود. این یافته‌ها مؤید آن است که چالش اصلی تغذیه در مناطق روستایی ایران فراتر از کمبود کالری بوده و نقش کیفیت نامتوازن سبد غذایی و توزیع ناکارآمد مواد مغذی مهم‌تر است. علاوه بر این، اطلاعات جدول ۲ وجود ناهمگونی چشمگیر در دریافت انرژی، درشت‌مغذی‌ها و ریزمغذی‌ها میان استان‌ها را نشان می‌دهد. برخی استان‌ها مانند خراسان جنوبی، چهارمحال و بختیاری، ایلام و بوشهر در بیشتر شاخص‌ها مقادیر بالاتر را ثبت کرده‌اند، در حالی که استان‌هایی همچون آذربایجان غربی، گیلان، هرمزگان و سیستان و بلوچستان در اغلب مؤلفه‌های تغذیه‌ای در سطوح پایین قرار دارند. این تفاوت‌ها بازتابی از شرایط اقتصادی، تفاوت در دسترسی به کالاهای خوراکی، تنوع سبد غذایی، و الگوهای مصرف منطقه‌ای است. مقایسه تطبیقی مقادیر مواد مغذی نشان می‌دهد که نابرابری تغذیه‌ای در ایران ماهیتی چندبعدی دارد و محدود به یک یا دو عنصر غذایی نیست. در بسیاری موارد، استان‌های دارای دریافت انرژی بالاتر مقادیر بیشتری از پروتئین، آهن، کلسیم و ویتامین‌های A و C را نیز دریافت می‌کنند؛ در مقابل، استان‌های جنوب شرقی و شمال غربی کشور با کمبودهای هم‌زمان در چندین ریزمغذی روبه‌رو هستند، وضعیتی که می‌تواند نشان‌دهنده آسیب‌پذیری ساختاری و اتکای شدید به اقلام محدود غذایی یا محدودیت دسترسی اقتصادی باشد. این الگوهای جغرافیایی بیانگر شکل‌گیری خوشه‌های منطقه‌ای محرومیت است که پیامدهایی بلندمدت برای سلامت و رفاه خانوارها دارند. چنین یافته‌هایی نشان می‌دهد که نابرابری تغذیه‌ای تنها در بعد کمیت دریافت مواد غذایی شکل نمی‌گیرد، بلکه عوامل کیفیت رژیم غذایی و تنوع سبد مصرفی نیز در این زمینه، تعیین‌کننده به‌شمار می‌روند.

تحلیل چندبعدی محرومیت تغذیه‌ای در.....

جدول ۲- میانگین مقادیر دریافتی مواد مغذی سرانه روزانه برای هر فرد در خانوارهای روستایی استان‌های ایران در سال ۱۴۰۳ و مقایسهٔ میانگین با حداقل نیاز روزانه

استان	کالری (کیلوکالری)	کربوهیدرات ^۱ (گرم)	پروتئین ^۲ (گرم)	آهن (میلی گرم)	ویتامین A (میکروگرم)	ویتامین B1 (میلی گرم)	ویتامین C (میلی گرم)	کلسیم (میلی گرم)
البرز	۲۰۴۹	۳۳۵	۶۷	۱۵	۳۹۹	۱/۵	۵۷	۴۳۳
اردبیل	۲۷۶۱	۴۷۶	۹۴	۱۶	۲۸۳	۲/۳	۵۵	۵۹۳
آذربایجان غربی	۱۷۳۴	۲۵۰	۵۰	۱۰	۲۲۲	۰/۹	۴۷	۳۴۵
آذربایجان شرقی	۲۲۴۳	۳۷۶	۷۰	۱۷	۲۹۳	۱/۷	۴۷	۴۳۴
بوشهر	۲۶۲۵	۴۴۴	۸۷	۲۲	۳۸۸	۱/۹	۸۴	۵۴۳
چهارمحال و بختیاری	۳۰۴۸	۴۸۵	۱۰۶	۲۸	۵۰۷	۲/۳	۸۷	۵۹۹
ایلام	۳۱۳۵	۵۲۳	۱۰۱	۲۵	۲۸۵	۲/۴	۵۴	۵۱۰
اصفهان	۲۰۲۰	۳۳۶	۶۸	۱۶	۴۶۶	۱/۴	۷۳	۴۴۲
فارس	۲۴۹۵	۴۰۱	۸۰	۲۰	۴۵۶	۱/۸	۷۰	۴۶۴
قزوین	۲۲۲۹	۳۴۴	۷۵	۱۶	۳۱۹	۱/۵	۶۵	۴۵۷
قم	۲۴۱۳	۴۰۸	۸۱	۲۰	۳۲۲	۲	۵۶	۴۸۵
گیلان	۱۸۵۵	۳۰۷	۶۶	۱۰	۲۷۲	۱/۷	۵۹	۴۰۵
گلستان	۲۱۶۴	۳۵۰	۶۹	۷	۳۱۳	۱/۸	۵۸	۴۳۳
همدان	۲۰۳۸	۳۲۸	۶۳	۱۵	۲۸۷	۱/۳	۵۶	۳۹۹
هرمزگان	۱۹۴۹	۳۱۵	۶۶	۱۷	۲۵۳	۱/۶	۴۳	۳۳۱
کرمان	۲۴۰۹	۴۱۵	۷۹	۲۴	۲۲۹	۱/۹	۴۲	۴۲۶
کرمانشاه	۲۸۴۵	۴۶۷	۹۴	۲۲	۲۲۴	۲	۵۶	۴۲۹
خراسان جنوبی	۳۵۷۸	۶۱۷	۱۲۲	۳۵	۲۴۴	۳/۲	۴۶	۵۵۲
خراسان رضوی	۲۲۷۵	۳۷۵	۷۱	۱۷	۲۲۳	۱/۷	۴۱	۳۶۸
خراسان شمالی	۲۴۷۹	۴۳۳	۸۰	۱۴	۲۸۸	۲/۱	۵۰	۵۰۸
خوزستان	۲۴۸۴	۴۱۸	۸۵	۲۳	۲۵۴	۲/۱	۵۶	۴۳۸
کهگیلویه و بویراحمد	۲۵۵۸	۴۴۶	۸۷	۲۳	۳۱۰	۲/۱	۵۵	۳۷۴
کردستان	۲۴۷۹	۴۲۱	۸۲	۱۶	۳۳۵	۱/۹	۶۳	۴۵۵
لرستان	۲۷۳۰	۴۴۰	۹۱	۱۸	۲۴۸	۲	۵۵	۴۴۹
مرکزی	۲۴۴۰	۳۶۷	۷۹	۱۶	۵۲۷	۱/۵	۷۴	۵۲۵
مازندران	۲۳۸۲	۳۸۳	۸۶	۱۱	۴۳۱	۲	۷۳	۵۴۱
سمنان	۲۷۹۹	۴۶۷	۸۸	۱۰	۲۷۲	۲/۴	۶۳	۵۰۵
سیستان و بلوچستان	۲۱۲۲	۳۸۴	۷۰	۲۰	۱۲۱	۱/۹	۲۵	۳۲۵
تهران	۱۹۸۳	۳۲۹	۶۸	۱۳	۳۳۵	۱/۶	۵۷	۴۱۳
یزد	۲۱۷۳	۳۴۳	۷۱	۲۱	۲۷۳	۱/۵	۵۶	۴۳۰
زنجان	۲۶۱۸	۴۲۷	۸۰	۱۷	۴۰۲	۱/۹	۶۳	۴۹۱
متوسط کشور	۲۴۲۲	۴۰۰	۸۰	۱۸	۳۱۶	۲	۵۸	۴۵۵
حداقل مورد نیاز روزانه	۲۴۰۰	۱۳۰	۷۰	۱۶	۵۵۰	۱/۲	۸۰	۱۰۰۰

۱- مقادیر کربوهیدرات سرانه روزانه هر فرد بر اساس مجموع کربوهیدرات دریافتی از همه اقلام مصرفی خانوارها محاسبه شده و اختلاف بین استان‌ها نشان‌دهنده تنوع و الگوی واقعی سید غذایی است.

۲- پروتئین شامل پروتئین‌های دریافتی از منابع غذایی حیوانی و گیاهی در سرانه روزانه هر فرد است.

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج ارائه شده در جدول ۳ بیانگر نتایج حاصل از وزن دهی شاخص های تغذیه ای با استفاده از روش آنترویی شانون (Shannon, 1948) است. در این رویکرد، وزن هر شاخص بر اساس میزان پراکندگی اطلاعات آن در میان استان ها تعیین می شود؛ یعنی، شاخص هایی که تفاوت بین استانی بیشتری داشته باشند و اطلاعات بیشتری درباره وضعیت محرومیت تغذیه ای ارائه کنند، وزن بالاتری دریافت می کنند. مطابق یافته ها، ویتامین B1 (تیامین) با وزن ۰/۱۳۸ بیشترین اهمیت نسبی را در ترکیب شاخص چندبعدی محرومیت تغذیه ای دارد. این وزن بالاتر به دلیل نوسان های قابل توجه مقادیر این ریزمغذی میان استان ها و نقش حساس آن در ارزیابی محرومیت تغذیه ای است که به لحاظ نظری و تجربی، قابل توجه است؛ پس از آن، پروتئین (۰/۱۳۳) و کربوهیدرات (۰/۱۳۲) در رتبه های بعدی قرار دارند، گویای آنکه کیفیت دریافت درشت مغذی ها همچنان نقشی مهم در تبیین نابرابری تغذیه ای خانوارها دارد. در مقابل، کلسیم با وزن ۰/۱۰۶ پایین ترین سهم را به خود اختصاص داده، که بیانگر تنوع کمتر الگوی دریافت آن در پهنه جغرافیایی کشور است. بر این اساس، مجموعه وزن های به دست آمده حاکی از آن است که هر سه گروه مواد مغذی (شامل درشت مغذی ها، ریزمغذی ها و ویتامین ها) در شکل دهی شاخص نهایی نقش دارند، اما ریزمغذی های حساس، به ویژه تیامین، آهن و ویتامین A، سهم بیشتری در تمایز منطقه ای محرومیت تغذیه ای ایفا می کنند. این موضوع نشان می دهد که کمبود ریزمغذی ها بیش از کمبود کالری مبنای اصلی نابرابری تغذیه ای میان استان ها است و در طراحی سیاست های مداخله ای، باید بیش از پیش بدان توجه ویژه معطوف شود.

جدول ۳- وزن های حاصل از روش آنترویی برای شاخص های تغذیه ای

شاخص	آنترویی	واگرایی	وزن نهایی
انرژی	۲/۷۳۲	-۱/۷۳۲	۰/۱۲۵
کربوهیدرات	۲/۸۳۸	-۱/۸۳۸	۰/۱۳۲
پروتئین	۲/۸۵۲	-۱/۸۵۲	۰/۱۳۳
آهن	۲/۷۵۳	-۱/۷۵۳	۰/۱۲۶
ویتامین A	۲/۶۸۳	-۱/۶۸۳	۰/۱۲۱
ویتامین B1	۲/۹۱۴	-۱/۹۱۴	۰/۱۳۸
ویتامین C	۲/۶۳۱	-۱/۶۳۱	۰/۱۱۸
کلسیم	۲/۴۷۶	-۱/۴۷۶	۰/۱۰۶

ماخذ: یافته های پژوهش

نتایج محاسبه شاخص چندبعدی محرومیت تغذیه‌ای (NDI) برای مناطق روستایی استان‌های ایران در جدول ۴ آمده است. توزیع مقادیر این شاخص بیانگر وجود تفاوت قابل توجه در بهره‌مندی تغذیه‌ای میان مناطق مختلف است، به گونه‌ای که مقدار NDI از حدود ۰/۰۹ در آذربایجان غربی (بدترین وضعیت تغذیه‌ای) تا بیش از ۰/۸۲ در خراسان جنوبی (بهترین وضعیت تغذیه‌ای) تغییر می‌کند و میانگین NDI در کل کشور نیز برابر با ۰/۵۴ بوده، که نشان‌دهنده وضعیت متوسط محرومیت تغذیه‌ای در سطح ملی است. این دامنه وسیع نشان می‌دهد که کیفیت و کمیت دریافت مواد مغذی در سراسر کشور یکنواخت نیست و برخی استان‌ها با کمبود چندبعدی تغذیه‌ای مواجه‌اند، در حالی که برخی دیگر در وضعیت مطلوب‌تر قرار دارند. تحلیل الگوی فضایی شاخص نشان می‌دهد که محرومیت تغذیه‌ای در ایران ساختاری و خوشه‌ای است. مقادیر پایین NDI عمدتاً در جنوب شرقی، شمال غربی و بخشی از نوار ساحلی جنوبی (در استان‌هایی مانند آذربایجان غربی، هرمزگان و سیستان و بلوچستان) مشاهده می‌شود. استان‌های این پهنه‌ها از ترکیبی از محدودیت‌های اقتصادی، تولید محلی، وابستگی به بازارهای ناپایدار و الگوهای مصرف محلی تأثیر می‌پذیرند. برای نمونه، در استان‌های جنوب شرقی (سیستان و بلوچستان و هرمزگان)، چه‌بسا سطح درآمد پایین و اتکال بالا به بازارهای پرنوسان منجر به کمبودهای چندبعدی غذایی شده باشد، در حالی که استان‌های مرکزی و غربی مانند چهارمحال و بختیاری، ایلام و بوشهر، با دسترسی نسبی بهتر به منابع غذایی متنوع و تولیدات محلی پایدار، مقادیر بالاتر شاخص NDI را ثبت کرده‌اند. نتایج پژوهش حاضر از محرومیت تغذیه‌ای تصویری جامع‌تر ارائه می‌کند و نشان می‌دهد که نابرابری تغذیه‌ای در ایران تنها ناشی از کمبود کالری نیست، بلکه به ناکافی بودن ریزمغذی‌ها، تنوع غذایی پایین و محدودیت دسترسی به اقلام مغذی نیز وابسته است. تفاوت‌های مشاهده‌شده در شاخص NDI پیامدهایی مهم برای سیاست‌گذاری عمومی دارد. استان‌هایی که در کمترین سطوح شاخص قرار دارند، بیش از دیگر مناطق در معرض کمبود ریزمغذی‌ها، ضعف دستگاه ایمنی، کاهش بهره‌وری و اختلال در رشد کودکان قرار می‌گیرند. این یافته‌ها با داده‌های موجود در ایران نیز همسوست. نتایج ملی مرتبط با وضعیت تغذیه کودکان زیر پنج سال نشان می‌دهد که کمبود ویتامین A و سایر ریزمغذی‌ها در کودکان به‌ویژه در استان‌های محروم به‌صورت قابل توجه رخ می‌دهد. بر اساس پژوهش‌های ملی، کمبود ویتامین A در جمعیت کودکان برخی استان‌ها (مثلاً در مطالعات نظارتی ملی) مشاهده شده است و آمارها نشان می‌دهد که درصدی قابل توجه از کودکان دچار کمبود ویتامین A یا سایر ریزمغذی‌ها هستند، که می‌تواند به مشکلات رشد، ضعف دستگاه ایمنی و افزایش مخاطره (ریسک) بیماری‌ها بینجامد. همچنین، برنامه‌های مکمل‌یاری با ویتامین A و آهن توسط وزارت بهداشت برای میلیون‌ها کودک اجرا شده، که (به استناد نتایج ملی و برنامه‌های مکمل‌یاری وزارت بهداشت و یونسف) نشان‌دهنده اهمیت و شیوع این کمبودهاست. این موضوع ضرورت مداخلات سیاستی هدفمند را برجسته می‌سازد. اتخاذ رویکرد منطقه‌محور و توجه به تفاوت‌های جغرافیایی می‌تواند نقشی اساسی در کاهش نابرابری‌های تغذیه‌ای و بهبود امنیت غذایی در مناطق روستایی کشور داشته باشد.

جدول ۴- رتبه‌بندی محرومیت تغذیه‌ای در مناطق روستایی استان‌های ایران بر اساس

شاخص NDI

رتبه محرومیت	شاخص NDI	استان
۱	-۰/۰۹۰	آذربایجان غربی
۲	-۰/۲۲۶	هرمزگان
۳	-۰/۲۲۹	سیستان و بلوچستان
۴	-۰/۲۵۷	گیلان
۵	-۰/۲۷۰	همدان
۶	-۰/۲۹۰	خراسان رضوی
۷	-۰/۳۰۸	تهران
۸	-۰/۳۱۵	گلستان
۹	-۰/۳۴۰	آذربایجان شرقی
۱۰	-۰/۳۴۱	البرز
۱۱	-۰/۳۴۵	یزد
۱۲	-۰/۳۷۷	قزوین
۱۳	-۰/۳۹۱	اصفهان
۱۴	-۰/۳۹۸	کرمان
۱۵	-۰/۴۴۰	خراسان شمالی
۱۶	-۰/۴۵۸	خوزستان
۱۷	-۰/۴۶۰	کردستان
۱۸	-۰/۴۶۷	قم
۱۹	-۰/۴۷۱	کهگیلویه و بویراحمد
۲۰	-۰/۴۷۴	لرستان
۲۱	-۰/۴۹۸	زنجان
۲۲	-۰/۵۰۳	کرمانشاه
۲۳	-۰/۵۰۹	سمنان
۲۴	-۰/۵۱۲	مازندران
۲۵	-۰/۵۱۲	فارس
۲۶	-۰/۵۱۵	مرکزی
۲۷	-۰/۵۶۷	اردبیل
۲۸	-۰/۶۰۷	بوشهر
۲۹	-۰/۶۳۳	ایلام
۳۰	-۰/۷۹۷	چهارمحال و بختیاری
۳۱	-۰/۸۲۰	خراسان جنوبی
	-۰/۵۴	میانگین کشور

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به طبقه‌بندی پنج‌گانه شاخص NDI بر اساس روش شکست‌های طبیعی (جنکس) در جدول ۵ و ترسیم نقشه آن (شکل ۱)، الگوی محرومیت تغذیه‌ای در مناطق روستایی ایران کاملاً ناهمگن است و توزیع یکنواخت در سطح استان‌ها مشاهده نمی‌شود. در پایین‌ترین طبقه شامل «محرومیت بسیار زیاد»، استان‌هایی همچون آذربایجان غربی، هرمزگان، سیستان و بلوچستان، گیلان و همدان قرار گرفته‌اند. قرارگیری این استان‌ها در یک طبقه، با وجود تنوع قابل توجه در ویژگی‌های اقتصادی، اقلیمی و جمعیتی آنها، نشان می‌دهد که محرومیت تغذیه‌ای لزوماً تابع سطح درآمد یا توسعه‌یافتگی اقتصادی نیست؛ و در تبیین این وضعیت، عواملی چون ساختار سید مصرفی خانوار، نوسان‌های بازار مواد غذایی، وابستگی بالا به واردات یا مبادلات بین‌استانی و الگوهای مصرف محلی سهم قابل توجه دارند. در مقابل، استان‌های چهارمحال و بختیاری و خراسان جنوبی در طبقه «محرومیت بسیار کم» قرار گرفته‌اند. این یافته حاکی از آن است که الگوی NDI در طبقات میانی، شامل «محرومیت زیاد» و «محرومیت متوسط»، گسترده‌ترین مناطق کشور را دربرمی‌گیرد. تفاوت‌های مشاهده‌شده میان استان‌ها بیشتر بازتابی از ناهمگونی در دریافت مواد مغذی و سید مصرفی خانوارهای روستایی است؛ و تحلیل مستقیم تولیدات محلی یا اتکای غذایی بومی نیازمند داده‌های آماری مجزا بوده که در پژوهش حاضر، در دسترس نبوده است. قرار گرفتن استان‌هایی مانند تهران، البرز و اصفهان در طبقه «محرومیت زیاد» نشان می‌دهد که برخورداری اقتصادی بالا الزاماً به معنی بهبود کیفیت تغذیه‌ای نیست. فشار هزینه‌ای، تغییر ساختار مصرف، افزایش وابستگی به غذاهای فرآوری‌شده و نابرابری‌های درون‌استانی در مناطق روستایی بزرگ از مهم‌ترین عوامل تبیین‌کننده این وضعیت به‌شمار می‌روند. همچنین، گستردگی طبقه «محرومیت متوسط» و تنوع ویژگی‌های استان‌های واقع در این طبقه نشان می‌دهد که سطح متوسط محرومیت تغذیه‌ای نوعی «وضعیت غالب» در کشور است. سرانجام، بر اساس این طبقه‌بندی، ضرورت طراحی سیاست‌گذاری تغذیه‌ای با رویکرد منطقه‌محور آشکار می‌شود. استان‌های دارای «محرومیت بسیار زیاد» به مداخلات فوری و هدفمند مانند کاهش هزینه دسترسی به مواد غذایی سالم، توسعه زیرساخت‌های توزیع محلی و تقویت توان خرید خانوارهای کم‌درآمد نیاز دارند. در طبقات «محرومیت زیاد» و «محرومیت متوسط»، اجرای سیاست‌های پیشگیرانه و پایدار همچون حمایت از گروه‌های آسیب‌پذیر، آموزش تغذیه‌ای، تقویت زنجیره‌های محلی تأمین و کاهش وابستگی به منابع غذایی پرنوسان اهمیت دارد. همچنین، استان‌های واقع در طبقات «محرومیت کم» و «محرومیت بسیار کم» می‌توانند به‌عنوان الگوهای تاب‌آوری غذایی در کانون توجه قرار گیرند.

به گونه‌ای که بهره‌گیری از ظرفیت تولید بومی، ترویج الگوهای سنتی مصرف سالم و تقویت بازارهای خرد محلی به عنوان رویکردهای قابل تعمیم در سطح ملی مطرح شوند.

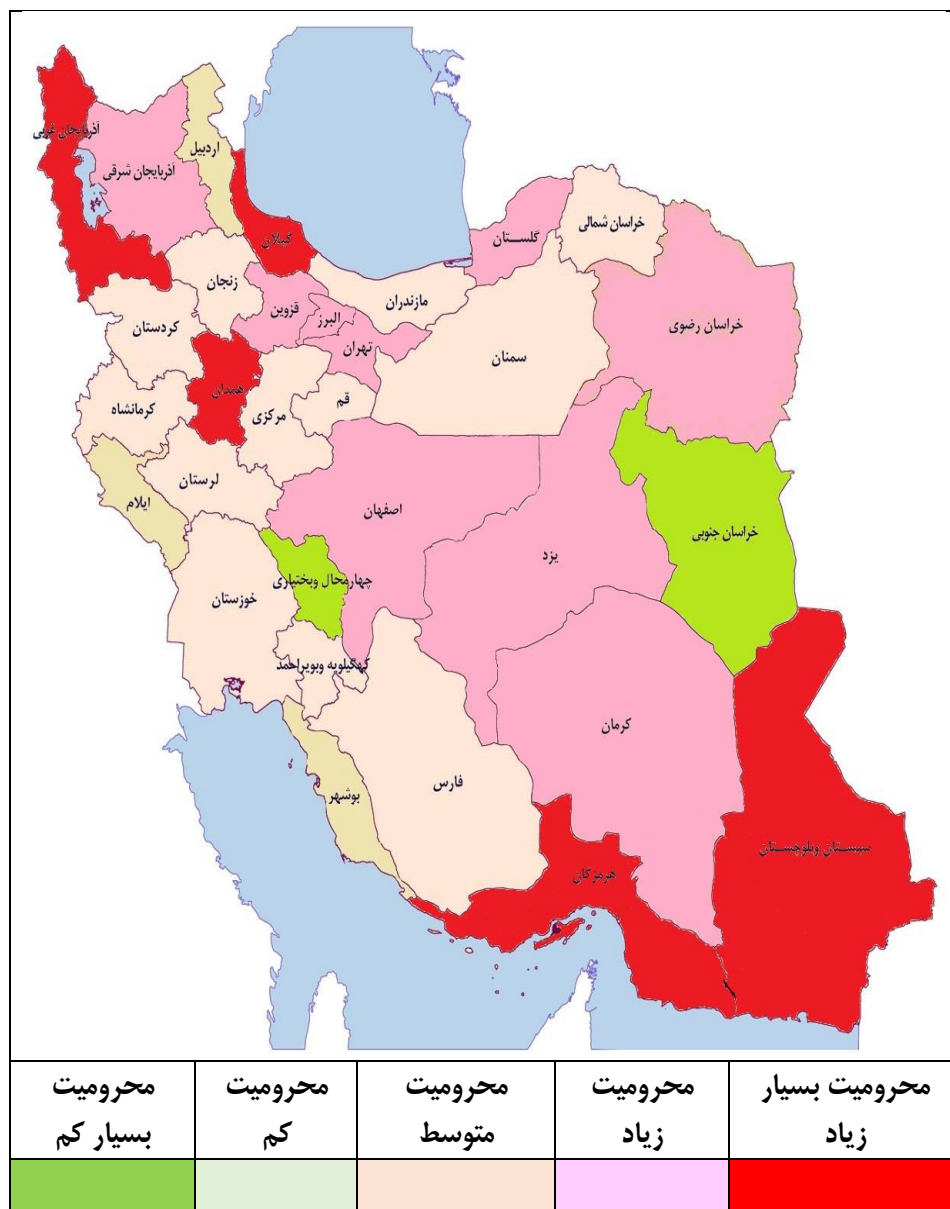
جدول ۵- طبقه‌بندی پنج‌گانه سطوح محرومیت تغذیه‌ای مناطق روستایی استان‌های ایران بر اساس شاخص NDI و روش شکست‌های طبیعی (جنکس)

طبقه	بازه NDI	استان‌ها ^۱
محرومیت بسیار زیاد	۰/۰۹۰ تا ۰/۲۷۰	آذربایجان غربی، هرمزگان، سیستان و بلوچستان، گیلان، همدان
محرومیت زیاد	۰/۲۷۱ تا ۰/۳۹۸	خراسان رضوی، تهران، گلستان، آذربایجان شرقی، البرز، یزد، قزوین، اصفهان، کرمان
محرومیت متوسط	۰/۳۹۹ تا ۰/۵۱۵	خراسان شمالی، خوزستان، کردستان
محرومیت کم	۰/۵۱۶ تا ۰/۶۳۳	قم، کهگیلویه و بویراحمد، لرستان، زنجان، کرمانشاه، سمنان، مازندران، فارس، مرکزی
محرومیت بسیار کم	۰/۶۳۴ تا ۰/۸۲۱	اردبیل، بوشهر، ایلام
		چهارمحال و بختیاری، خراسان جنوبی

۱- قرارگیری استان‌ها در طبقات مختلف بر اساس محاسبات NDI و داده‌های دریافت مواد مغذی خانوارهای روستایی تعیین شده و بازتابی از نابرابری‌های واقعی تغذیه‌ای در این استان‌هاست؛ این نتایج لزوماً با وضعیت اقتصادی یا توسعه‌یافتگی کلی استان‌ها هم‌راستا نیست و صرفاً نمایانگر کیفیت و کمیت دریافت مواد مغذی در سطح خانوارهای روستایی است.

مأخذ: یافته‌های تحقیق

تحلیل چندبعدی محرومیت تغذیه‌ای در.....



مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۱- نقشه محرومیت تغذیه‌ای مناطق روستایی ایران در سال ۱۴۰۳

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که کیفیت سبب غذایی و دسترسی به ریزمغذی‌ها نقشی تعیین‌کننده در وضعیت تغذیه‌ای خانوارها دارد؛ همچنین، محرومیت تغذیه‌ای در مناطق روستایی استان‌های ایران پدیده‌ای چندعاملی و فضایی با الگویی ناهمگون، چندلایه و پیچیده است و برخلاف تصور رایج، این محرومیت تنها با درآمد قابل توضیح نیست. تحلیل داده‌های مصرف واقعی مواد مغذی و ساخت شاخص ترکیبی محرومیت تغذیه‌ای (NDI) نیز آشکار کرد که برخی استان‌ها به‌طور ساختاری در وضعیت نابرخوردار قرار دارند و این محرومیت نه‌تنها به کالری مصرفی بلکه به کیفیت سبب غذایی و دسترسی به ریزمغذی‌های حیاتی وابسته است. استفاده از روش‌های مقاوم در پاک‌سازی داده‌ها و وزن‌دهی داده‌محور امکان ارائه تصویری دقیق‌تر و واقع‌گرایانه از شکاف‌های تغذیه‌ای را فراهم ساخت، به‌گونه‌ای که مشخص شد اختلاف میان استان‌ها صرفاً به‌علت میزان انرژی دریافتی نیست، بلکه بیشتر ناشی از تفاوت در مصرف پروتئین، ویتامین‌ها و مواد معدنی است. این یافته اهمیت رویکرد چندبعدی در تحلیل تغذیه را تأیید می‌کند و نشان می‌دهد که تمرکز بر شاخص‌های تک‌بعدی نمی‌تواند وضعیت واقعی امنیت غذایی یا کیفیت تغذیه خانوار را بازتاب دهد.

یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های شعبان‌زاده خوشرودی و همکاران (Shabanzadeh-Khoshrody et al., 2024a, 2024b) همخوانی دارد، زیرا آنها نیز در تحلیل امنیت غذایی استان‌های ایران، تأکید کرده‌اند که با تمرکز صرف بر شاخص‌های انرژی یا درآمد، نمی‌توان به تصویری کامل از وضعیت تغذیه‌ای دست یافت و توان تبیین شاخص‌های ترکیبی چندبعدی بالاتر است. همچنین، نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های پژوهش‌های بوباک و همکاران (Bubak et al., 2020) و کانانورا و همکاران (Kananura et al., 2024) که به شیوع «کمبود پنهان ریزمغذی‌ها» حتی در شرایط کفایت نسبی کالری اشاره کرده‌اند، همسویی دارد. در مطالعه موتیسیا و همکاران (Mutisya et al., 2015) نیز تأکید شده است که نابرابری‌های منطقه‌ای در کیفیت رژیم غذایی می‌تواند حتی در چارچوب رشد اقتصادی هم تداوم یابد، الگویی که در نتایج پژوهش حاضر نیز مشاهده شده است، به‌گونه‌ای که برخی استان‌های با سطح فعالیت اقتصادی بالاتر لزوماً در طبقات پایین محرومیت قرار نگرفته‌اند. همچنین، یافته‌های تحقیق حاضر، از منظر روش‌شناختی، با رویکردهای ارائه‌شده در پژوهش‌های کول (Cole, 2012) و تیلور و همکاران (Taylor et al., 2019) در زمینه استفاده از شاخص‌های ترکیبی و وزن‌دهی عینی مبتنی بر پراکندگی داده‌ها قابل مقایسه است. بر اثر استفاده از آنتروپی شانون (Shannon, 1948) در پژوهش حاضر، شاخص‌های دارای بیشترین تمایز بین‌استانی از وزن بیشتری در شاخص نهایی برخوردار

شده‌اند؛ این نتیجه نیز با تأکید میلر و ولش (Miller & Welch, 2013) بر ضرورت سنجش کیفیت تغذیه و ریزمغذی‌ها در چارچوب امنیت غذایی همخوانی دارد. در سطح ملی نیز نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های رفعتی و همکاران (Rafati et al., 2021) مبنی بر ناهمگونی منطقه‌ای در دریافت برخی مواد مغذی هم‌راستاست. تحلیل فضایی نتایج نشان داد که محرومیت تغذیه‌ای در ایران صرفاً تابع میزان انرژی دریافتی نیست و در برخی استان‌ها، هم‌زمان چند کمبود تغذیه‌ای مشاهده می‌شود. این الگو نشان می‌دهد که نقش ساختار سبد مصرفی و ترکیب مواد غذایی تعیین‌کننده‌تر از کمیت مطلق مواد غذایی است؛ این یافته با ادبیات بین‌المللی درباره تمایز میان «دسترسی به غذا» و «کیفیت رژیم غذایی» همخوانی دارد و اهمیت رویکرد چندبعدی در سیاست‌گذاری را تقویت می‌کند.

از دیدگاه سیاستی، نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که سیاست‌گذاری تغذیه‌ای در ایران نیازمند بازنگری و تمرکز بر ابعاد کیفی است. برنامه‌های حمایتی موجود بیشتر بر تأمین انرژی یا کمک‌هزینه‌های عمومی متمرکزند، در حالی که مسئله اصلی بسیاری از خانوارها کمبود ریزمغذی‌ها، کاهش تنوع غذایی و محدودیت در دسترسی به مواد پروتئینی و اقلام تازه است. پژوهش حاضر، همچنین، بر نقش عوامل مکانی و نابرابری‌های منطقه‌ای تأکید دارد، به‌ویژه آنکه بخشی قابل توجه از محرومیت تغذیه‌ای در استان‌هایی مشاهده شده که از نظر اقتصادی، کمتر توسعه‌یافته‌اند یا از نظر زیرساخت‌های توزیع و بازار مواد غذایی، با محدودیت روبه‌رو هستند. بنابراین، سیاست‌گذاری یکپارچه و ملی بدون توجه به تفاوت‌های ساختاری استان‌ها نمی‌تواند مؤثر باشد و نیاز به برنامه‌های منطقه‌محور و متناسب با شرایط محلی به‌شدت احساس می‌شود.

در مجموع، نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که محرومیت تغذیه‌ای در مناطق روستایی ایران مسئله‌ای چندبعدی است و تمرکز بر شاخص‌های چندبعدی مانند شاخص محرومیت تغذیه‌ای (NDI) می‌تواند به درک دقیق‌تر وضعیت تغذیه‌ای خانوارها کمک کند. توجه به ابعاد چندگانه آن و طراحی مداخلات مبتنی بر شواهد می‌تواند گامی مهم در راستای کاهش نابرابری‌های تغذیه‌ای، ارتقای سلامت شهروندان و حرکت به‌سوی توسعه انسانی پایدار در کشور باشد. مطالعه حاضر، با ارائه شاخص NDI و تحلیل فضایی آن، تلاش کرده است تا تصویری روشن‌تر از وضعیت موجود ارائه دهد و مبنایی برای اتخاذ سیاست‌های دقیق‌تر و اثربخش‌تر در آینده فراهم سازد. در پایان، پیشنهادهایی بدین شرح ارائه می‌شود:

(۱) باید تقویت نظام نظارت و پایش تغذیه‌ای در سطح استان‌ها در دستور کار قرار گیرد، به‌ویژه ایجاد سامانه‌های دوره‌ای پایش مصرف مواد مغذی که بتواند تغییرات الگوهای مصرفی و میزان تنوع غذایی را به‌صورت منظم ثبت کند.

۲) ضروری است که سیاست‌های رفاهی و حمایتی از رویکرد کالری‌محور فاصله گرفته، به سمت سیاست‌های کیفیت‌محور حرکت کند؛ برای نمونه، طراحی بسته‌های غذایی هدفمند که بر تأمین ریزمغذی‌ها، پروتئین‌ها و مواد غذایی تازه تمرکز داشته باشد یا اینکه «یارانه‌ای مشروط به خرید اقلام پروتئینی و لبنی» به دهک‌های پایین در استان‌های با محرومیت بسیار زیاد اختصاص یابد.

۳) با توسعه زیرساخت‌های بازار مواد غذایی، به‌ویژه در استان‌های محروم و نیز بهبود زنجیره تأمین محصولات تازه، می‌توان در کاهش نابرابری‌های تغذیه‌ای نقشی مهم ایفا کرد.

۴) از رهگذر تقویت پژوهش‌های مبتنی بر داده‌های مصرف واقعی و استفاده از رویکردهای چندبعدی در پایش امنیت غذایی، می‌توان به سیاست‌گذاران کمک کرد تا به طراحی مداخلاتی دقیق‌تر، هدفمندتر و اثربخش‌تر بپردازند.

منابع

1. Aghapour, B., Kheirouri, S., Alizadeh, M., & Khodayari-Zarnaq, R. (2023). Vitamin D deficiency prevention policies in Iran: a retrospective policy analysis. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1249402.
2. Alkire, S., & Foster, J. (2011). Counting and multidimensional poverty measurement. *Journal of Public Economics*, 95(7-8), 476-487.
3. Alkire, S., & Santos, M. E. (2014). Measuring acute poverty in the developing world: robustness and scope of the multidimensional poverty index. *World Development*, 59, 251-274.
4. Bubak, V., Cellamare, M., & Sanabria, M. (2020). Nutritional Deprivation Index is negatively associated with socio-economic factors in Paraguayan households. *Journal of Nutritional Science*, 9, 5:9:e19
5. Cole, S. M. (2012). The relationship between relative deprivation and adult nutritional status in rural Zambia. *American Journal of Human Biology*, 24(6), 800-805.
6. Damari, B., Abdollahi, Z., Hajifaraji, M., & Rezazadeh, A. (2018). Nutrition and food security policy in the Islamic Republic of Iran: situation analysis and roadmap towards 2021. *East Mediterranean Health Journal*, 24(02), 177-188.
7. Development Initiatives (2024). Global nutrition report 2024. Development Initiatives Ltd.

8. Dotter, C., & Klasen, S. (2017). The multidimensional poverty index: achievements, conceptual and empirical issues (No. 233). Discussion Papers.
9. Fakir, A. M., & Khan, M. W. R. (2015). Determinants of malnutrition among urban slum children in Bangladesh. *Health Economics Review*, 5(1), 1-11.
10. Ghassemi, H., Harrison, G., & Mohammad, K. (2002). An accelerated nutrition transition in Iran. *Public Health Nutrition*, 5(1a), 149-155.
11. Gupta, A., & Mishra, D. K. (2013). Poverty and calorie deprivation across socio-economic groups in rural India: a disaggregated analysis. *Journal of Regional Development and Planning*, 2(1), 15-33.
12. Hoffmann, A., Giovannini, E., Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., & Tarantola, S. (2008). Handbook on constructing composite indicator: methodology and users guide.
13. Huffman, C., Ortega-Avila, A. G., & Nájera, H. (2023). An entropy-based approach to measuring diet adherence. *Entropy*, 25(9), 1-15
14. Jafari, S., Momeni, F., Shakeri, A., & Raghfar, H. (2022). Multidimensional poverty in urban and rural areas of Iran assessed as an indicator of fair development. *The Journal of Economic Policy*, 13(26), 315-337. DOI: 10.22034/epj.2022.17733.2283. [In Persian]
15. Jenks, G. F. (1967). The data model concept in statistical mapping. In: International yearbook of cartography, 7(1), 186-190.
16. Jha, R., Bhattacharyya, S., & Gaiha, R. (2011). Social safety nets and nutrient deprivation: an analysis of the National Rural Employment Guarantee Program and the Public Distribution System in India. *Journal of Asian Economics*, 22(2), 189-201.
17. Kananura, R. M., Waiswa, P., Wasswa, R., Boerma, T., Blumenberg, C., & Maiga, A. (2024). Deprivation and its association with child health and nutrition in the Greater Kampala Metropolitan Area of Uganda. *Journal of Urban Health*, 101(Suppl. 1), 107-124.
18. Kia, A. A., Goodarzi, S., Asadi, H., Khosravi, A., & Rezapour, A. (2019). A decomposition analysis of inequality in malnutrition among under-five

- children in Iran: findings from multiple indicator demographic and health survey, 2010. *Iranian Journal of Public Health*, 48(4), 748-757
19. Mandić-Rajčević, S., & Colosio, C. (2019). Methods for the identification of outliers and their influence on exposure assessment in agricultural pesticide applicators: a proposed approach and validation using biological monitoring. *Toxics*, 12(7), 3-37.
20. Miller, D. D., & Welch, R. M. (2013). Food system strategies for preventing micronutrient malnutrition. *Food Policy*, 42, 115-128.
21. Mohaqeqi-Kamal, S. H., Ghaedamini Harouni, G., Basakha, M., & Makki Alamdari, S. (2019). Multidimensional child poverty index in Iran: distribution of deprivation across provinces. *Journal of Poverty*, 23(4), 353-364. [In Persian]
22. Motedayen, M., Dousti, M., Sayehmiri, F., & Pourmahmoudi, A. A. (2019). An investigation of the prevalence and causes of malnutrition in Iran: a review article and meta-analysis. *Clinical Nutrition Research*, 8(2), 101-118
23. Munteanu, C., & Schwartz, B. (2022). The relationship between nutrition and the immune system. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1082500.
24. Muscaritoli, M. (2021). The impact of nutrients on mental health and well-being: insights from the literature. *Frontiers in Nutrition*, 8, 656290.
25. Mutisya, M., Kandala, N. B., Ngware, M. W., & Kabiru, C. W. (2015). Household food (in)security and nutritional status of urban poor children aged 6 to 23 months in Kenya. *BMC Public Health*, 15(1), 1-10.
26. Narmcheshm, S., Esmaeillzadeh, A., Babashahi, M., Sharegh-Farid, E., & Dorosty, A. R. (2024). Socioeconomic determinants of food insecurity in Iran: a systematic review. *Journal of Asian and African Studies*, 59(6), 1908-1960.
27. Nosratabadi, M., & Halvaeepour, Z. (2015). Nutritional poverty trend in children of urban and rural areas in Kerman province: Cohort approach (1984-2012). *Journal of Inflammatory Diseases*, 19(3), 27-34.
28. 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 and Development*, 35(2), 147-160. DOI: 10.22067/jead.2021.69156.1019. [In Persian]
29. Sangra, R. A., & Codina, A. F. (2015). The identification, impact and management of missing values and outlier data in nutritional epidemiology. *Nutrición Hospitalaria*, 31(3), 189-195.
30. Santos, M. E., & Villatoro, P. (2018). A multidimensional poverty index for Latin America. *Review of Income and Wealth*, 64(1), 52-82.
31. Shabanzadeh-Khoshrody, M., & Hosseini, S. S. (2021). Investigation of factors affecting the household food security in Tehran province of Iran. *Agricultural Economics and Development*, 29(3), 209-237. DOI: 10.30490/aead.2021.352428.1279. [In Persian]
32. Shabanzadeh-Khoshrody, M., Javdan, E., & Heydari, R. (2024a). 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]
33. Shabanzadeh-Khoshrody, M., Javdan, E., & Shemshadi, K. (2024b). Spatial distribution of poverty, food insecurity and effective factors in urban areas of Iran. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 38(3), 261-277. DOI: 10.22067/jead.2024.87214.1257. [In Persian]
34. Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27(3), 379-423.
35. Subramaniam, Y., Masron, T. A., & Naseem, N. A. M. (2023). The impact of logistics on four dimensions of food security in developing countries. *Journal of the Knowledge Economy*, 14(3), 3431-3452.
36. Suppa, N. (2018). Towards a multidimensional poverty index for Germany. *Empirica*, 45(4), 655-683.
37. Taylor, M. K., Sullivan, D. K., Ellerbeck, E. F., Gajewski, B. J., & Gibbs, H. D. (2019). Nutrition literacy predicts adherence to healthy/unhealthy diet patterns in adults with a nutrition-related chronic condition. *Public Health Nutrition*, 22(12), 2157-2169.

38. UNDP & OPHDI (2024). Global multidimensional poverty index: technical report. United Nations Development Program (UNDP) & Oxford Poverty and Human Development Initiative (OPHDI).
39. WHO (2021). Guideline: nutrient requirements and dietary guidelines. World Health Organization (WHO).
40. Zhang, Z., Gu, D., & Hayward, M. D. (2010). Childhood nutritional deprivation and cognitive impairment among older Chinese people. *Social Science and Medicine*, 71(5), 941-949.
41. Zou ZhiHong, Z. Z., Yun Yi, Y. Y., & Sun JingNan, S. J. (2006). Entropy method for determination of weight of evaluating indicators in fuzzy synthetic evaluation for water quality assessment.