نشریه علمی

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی

(علوم و صنایع کشاورزی)

دانشگاه فردوسی مشهد

جلد ۳۸ شماره ۳

سال ۱۴۰۳

شماره پیاپی: ۶۴

شاپا: ۲۰۰۸-۴۷۲۲

عنوان مقالات

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی

(علوم وصنایع کشاورزی)

با شماره پروانه $\frac{21/2015}{68/4/11}$ و درجه علمی – پژوهشی شماره $\frac{26524}{73/10/19}$ از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

جلد 38 شماره3 پاییز 1403

بر اساس مصوبه وزارت عتف از سال 1398، کلیه نشریات دارای درجه "علمی-پژوهشی" به نشریه "علمی" تغییر نام یافتند.

ناشر: دانشگاه فردوسی مشهد

نشانی: مشهد - کد پستی 91775 صندوق پستی 1163

دانشکده کشاورزی ــ دبیرخانه نشریات علمی ــ نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی

پست الکترونیکی: Jead2@um.ac.ir

این نشریه در سایت /https://jead.um.ac.ir به صورت مقاله کامل نمایه شده است.

این نشریه به صورت فصلنامه (4 شماره در سال) چاپ ومنتشر می شود.

بسم الله الرحمن الرحیم

مندرجات

Journal of Agricultural Economics and Development

Homepage: https://jead.um.ac.ir

Research Article

Vol. 38, No. 3, Fall 2024, p. 227--241

Identification and Analysis of Effective Factors on the Trend of the Iranian Banking Network to Implement Green Banking

W. Qelich[1*]

1- Faculty Member at Monetary and Banking Research Institute, Central Bank of I.R., Tehran, Iran
(*- Corresponding Author Email: w.qelich@gmail.com)

Received: 20-12-2023 Revised: 19-05-2024 Accepted: 22-06-2024 Available Online: 22-06-2024	**How to cite this article:** Qelich, W. (2024). Identification and analysis of effective factors on the trend of the Iranian banking network to implement green banking. *Journal of Agricultural Economics & Development, 38*(3), 227-241. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jead.2024.85707.1230

Introduction

Global environmental changes have become a significant challenge for humanity, highlighting the need for robust support for environmental projects across all dimensions, including financial and economic. Integrating ethics and human and social values with environmental concerns in economic activities creates a new approach for sectors such as banking, manufacturing, industry, and insurance, reshaping their operations in response to these challenges. It is necessary to put aside the purely market-oriented approaches focused on the rapid development of financial markets at any cost, so that other policies with greater health can replace them. Meanwhile, the concept called "green banking" is one of the most important examples of this support. This kind of banking, as an important part of ethical banking, plays a special role in protecting the environment. With a comprehensive explanation of green banking and by using theoretical studies and international experiences and obtaining opinions from relevant experts and experts, this research identified the factors affecting the trend of the country's banking network towards green banking by using the Delphi method, questionnaire analysis and Friedman's test.

Materials and Methods

The current research is completely practical in terms of its purpose and qualitative and descriptive-analytical in terms of implementation method. First, by using the Delphi method, the factors affecting the tendency of the banking to implement green banking are identified, and then the relevant data is collected using a questionnaire. In the following, the known factors are ranked and prioritized with Friedman's test. The statistical population of this research was all managers and banking experts in Tehran. In the Delphi method, a standard statistical sample typically ranges from 10 to 30 questionnaires, with 28 initially considered for this research. After follow-up, 23 questionnaires were completed and included in the analysis. Additionally, 142 questionnaires were prepared and collected for Friedman's test implementation. At this stage, a Likert scale was used for the research questions, scored by managers, branch heads, and banking experts. A combined method has been used in the collection of research statistical data. At first, the concepts of green banking and ethical banking have been explained by using the library method and conducting free theoretical and field studies. In the following, with the Delphi technique and obtaining the opinions of relevant experts and experts, the most important factors affecting the tendency of the banking network to implement green banking have been calculated. In the following, the remaining important factors have been added to the set of factors with the method of intellectual generation.

https://doi.org/10.22067/jead.2024.85707.1230

Results and Discussion

Based on the results of the research, four main economic, structural, managerial and social criteria were identified in order to influence this tendency. In the sub-criteria section, the high inflation rate, the relative cheapness of energy prices and the presence of profitable parallel markets along with green deposits are mentioned as the most important reasons for the low tendency towards green banking. Also, the laws and regulations and the legal system, the recruitment system, the promotion and encouragement of bank managers and employees, the central bank's supervisory system, the senior managers' attitudes towards environmental issues, corporate governance, the bank's internal supervision, the attention to green banking in the selection and decision Customers, society's attitude towards environmental issues and the culture of demand among the most important sub-criteria affecting the trend of the Iranian banking towards green banking have been evaluated and introduced.

Conclusion

This research tried to identify and analyze the factors affecting the tendency of Iranian banking network towards green banking with a more comprehensive explanation of green banking and by using theoretical studies and international experiences and obtaining opinions from relevant experts and experts. Based on the research results, four main structural, economic, managerial and social factors influencing this trend were identified. Surveys showed that in the first place, economic factors were more effective than other factors in the trend of the banking towards green banking. Among the study factors categories, structural, managerial and social factors have the most influence on the trend of the country's banking network towards green banking. It is suggested that for the greater desire and tendency of the banking to implement and realize green banking, it is necessary to improve the economic components with the aim of more stabilization, inflation control, strengthening of supervisory dimensions and balance sheet reform of the banking network. Also, reforming the legal system in the supervision and support of green bankers, reforming the incentive and recruitment system, strengthening the attitude of senior bank managers and the general public to the necessity of protecting the environment, as well as reviewing the frameworks and processes of corporate governance in banks with a green perspective to encourage Iranian banking, is necessary towards green banking. In the meantime, undoubtedly the role of the central bank as the supervisory body and upstream regulatory body in reforming the general structures of the banking system and improving the management situation of the public sector of the banking network can be useful and effective in increasing the tendency of banks to establish green banking and comply with its criteria.

Keywords: Economic factors, Ethical banking, Green banking, Iran

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
https://jead.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۸، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، ص. ۲۲۷– ۲۴۱

شناسایی و تحلیل عوامل مؤثر بر گرایش شبکه بانکی کشور به اجرای بانکداری سبز

وهاب قلیچ [۱*]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۰۲

چکیده

تغییرات زیست‌محیطی در سطح جهانی چالشی بزرگ برای اجتماع بشریت شده است. از این‌رو نیاز است از پروژه‌های دوست‌دار محیط‌زیست در تمام ابعاد ازجمله ابعاد مالی و اقتصادی حمایت ویژه‌ای صورت پذیرد. به بیان دیگر، توجه به اخلاق و ارزش‌های انسانی و اجتماعی همراه با دغدغه‌های حفاظت از محیط‌زیست در ضمن فعالیت‌های اقتصادی باعث می‌شود فعالیت در بخش‌های گوناگون اقتصادی و مالی همچون نظام بانکداری، بنگاه‌های تولیدی و صنعتی، شرکت‌های بیمه و... متفاوت از همیشه باشد. در این بین پدیداری مفهومی با عنوان «بانکداری سبز» یکی از مهمترین مصادیق این حمایت است. این نوع بانکداری به‌عنوان بخش مهمی از بانکداری اخلاقی، نقش خاصی در صیانت و نگه‌داشت محیط‌زیست ایفا می‌نماید. این پژوهش با تبیینی جامع از بانکداری سبز و با استفاده از مطالعات نظری و تجربیات بین‌المللی و کسب نظر از خبرگان و صاحبنظران مربوطه، عوامل مؤثر بر گرایش شبکه بانکی کشور به بانکداری سبز را با بهره‌گیری از روش دلفی، تحلیل پرسشنامه و آزمون فریدمن شناسایی و تحلیل می‌نماید. براساس نتایج پژوهش، به‌ترتیب چهار معیار اصلی اقتصادی، ساختاری، مدیریتی و اجتماعی در اثرگذاری بر این گرایش شناسایی گردید. در بخش زیرمعیارها نیز نرخ تورم بالا، ارزان بودن نسبی قیمت انرژی و وجود بازارهای موازی پرسود در کنار سپرده‌گذاری سبز از مهمترین علل در گرایش کم به بانکداری سبز عنوان شده است؛ همچنین سهم قوانین و مقررات و نظام حقوقی، نظام کارگزینی، ارتقا و تشویق مدیران و کارکنان بانکی، نظام نظارتی بانک مرکزی، سهم نگرش مدیران‌ارشد نسبت به مسائل زیست‌محیطی، حاکمیت شرکتی، نظارت داخلی بانک، وزن توجه به بانکداری سبز در انتخاب و تصمیم مشتریان، نگرش جامعه نسبت به مسائل زیست‌محیطی و فرهنگ تقاضامندی و مطالبه‌گری از جمله مهمترین زیرمعیارها مؤثر بر گرایش شبکه بانکی کشور به بانکداری سبز ارزیابی و معرفی شده است.

واژه‌های کلیدی: ایران، بانکداری اخلاقی، بانکداری سبز، عوامل اقتصادی

مقدمه

با نگاهی به وضعیت جهان درمی‌یابیم، که در حال حاضر ما در حصاری از انواع بحران‌های زیست‌محیطی قرار گرفته‌ایم. تغییرات جهانی در حیطه زیست‌محیطی احتمالاً نشان از چالشی بزرگ برای اجتماع بشریت در آینده‌ای نه چندان دور باشد. حمایت از پروژه‌های دوست‌دار محیط‌زیست، افزون بر صیانت از گیاهان و فضای سبز به بهبود وضعیت پرورش حیوانات نیز کمک می‌کند. از جمله این پروژه‌ها می‌توان به تولید نژادهای خالص، ساخت مکان‌های نگهداری مناسب‌تر دام‌ها و کاربرد کمتر داروها و تداخلات شیمیایی در آنان اشاره داشت. همچنین از دیگر موارد می‌توان به ساخت و سازهای پایدار و هماهنگ با معیارهای زیست‌محیطی و گلخانه‌های باثبات توجه داشت که این گلخانه‌ها در پی تعامل و اثرپذیری متقابل انرژی و آب و مواد سازنده و هوای سالم درون محیطی به خوبی شکل می‌گیرند. لازم به ذکر است که عنوان گلخانه‌های سبز به این دلیل بر آنها اطلاق می‌شود که نشان از بروز کامل علائم زیست‌محیطی از طریق حفاظت از انرژی، کاهش کاربرد آفت‌کش‌ها، کاهش کاربرد کودهای شیمیائی، کاهش تولید آلاینده‌های آب و خاک و حفاظت از منابع آبی دارد. این در حالی است که می‌دانیم مزایای اجرای پروژه‌های زیست‌محیطی نهایتا به منافع اقتصادی نیز تبدیل می‌شوند؛

۱– استادیار، گروه مطالعات مالی و بانکداری اسلامی، پژوهشکده پولی و بانکی بانک مرکزی ج.ا.ا، تهران، ایران
(*– نویسنده مسئول: Email: w.qelich@gmail.com)
https://doi.org/10.22067/jead.2024.85707.1230

آنگاه این مزایا قابل اندازه‌گیری شده و پس از آن به معیاری برای سنجش سود و زیان دولت‌ها و تعیین مشوق‌های مالیاتی تبدیل می‌گردند. از این جهت توجه به محیط‌زیست در حین فعالیت‌های اقتصادی و مالی، افزون بر ارتقای کیفیت زندگی و افزایش سطح رفاه، سلامت و رضایت جامعه، منافع و آورده‌های اقتصادی و مالی زیادی هم چه برای دولت‌ها و چه برای بخش خصوصی به همراه خواهد داشت و به دستیابی به توسعه پایدار را نزدیک‌تر می‌سازد (Biswas, 2011).

به بیان دیگر، توجه به اخلاق و ارزش‌های انسانی و اجتماعی همراه با دغدغه‌های حفاظت از محیط‌زیست در ضمن فعالیت‌های اقتصادی باعث می‌شود فعالیت در بخش‌های گوناگون اقتصادی و مالی همچون نظام بانکداری متفاوت باشد. در این بین پدیداری مفهومی با عنوان «بانکداری اخلاقی[1]» یکی از مهمترین نتایج این توجه است که روز به روز بر ابعاد علمی و عملیاتی آن در جهان افزوده می‌شود. شاید نتوان به علت تفاوت نگاه‌ها، خرده‌فرهنگ‌ها و سنن اجتماعی، تعریف واحدی از بانکداری اخلاقی ارائه نمود؛ اما در کلیت می‌توان بانکداری اخلاقی را فعالیتی بانکی با رعایت کامل حقوق انسانی، التزام به رقابتی سالم و نیز مسئولیت‌پذیر و پاسخگو در قبال رفتارها توصیف نمود. در یک نگاه خرد، بانکداری اخلاقی بخشی از نظام بانکداری است که ضمن ارائه خدمات متعارف بانکی به مشتریان، اهداف اخلاقی و ارزشی را تعقیب می‌نماید. اما در نگاه کلان، بانکداری اخلاقی بخشی از یک حرکت بزرگ جهانی به سمت مسئولیت‌پذیری بیشتر در قبال محیط‌زیست و دغدغه‌های اجتماعی در بخش مالی و بانکی است. این حرکت که درصدد خدمت‌رسانی و تجارت منصفانه می‌باشد، در تلاش است که علاوه بر حصول اطمینان از بازدهی اقتصادی مناسب، منابع را در چارچوب اصول اخلاقی، حفظ محیط‌زیست و ارتقای جامعه انسانی سرمایه‌گذاری نماید (Eyvazlou & Qelich, 2014).

پر واضح است که بانک‌ها به‌منظور ایفای نقش خود در این چارچوب، نیازمند دستیابی به منابع آزاد سرمایه‌ای، فراتر از صور متعارف برای سرمایه‌گذاری در صنایع، به ویژه در حوزه‌های انرژی و تبدیل منابع آلاینده به انرژی‌های تجدیدشونده و فناوری‌های سبز هستند. در این فرآیند، «بانکداری سبز[2]» به‌عنوان بخش مهمی از بانکداری اخلاقی، نقش ویژه‌ای داشته به شرط آنکه، سیاست‌های عمومی درستی در جایگاه‌های صحیحی قرار گرفته باشد و همه شهروندان، سرمایه‌گذاران و کسب و کارهای کوچک خود را ملزم به اعمال شیوه‌های مسئولانه در سرمایه‌گذاری‌ها برای حال و آینده مسائل زیست‌محیطی جامعه بدانند (Eyvazlou & Qelich, 2014).

1- Ethical Banking
2- Green Banking

این پژوهش با تبیینی کامل‌تر و با جزئیاتی بیشتر از بانکداری سبز، عوامل مؤثر بر گرایش شبکه بانکی کشور به پیاده‌سازی بانکداری سبز را شناسایی و تحلیل می‌کند. در ادامه مفهوم‌شناسی بانکداری سبز ارایه خواهد شد، سپس سابقه پژوهش، ضرورت انجام تحقیق و سوالات و فرضیه‌های تحقیق بیان شده و در ادامه با معرفی روش تحقیق، نتایج و پیشنهادات کاربردی ارایه خواهد شد.

مفهوم‌شناسی بانکداری سبز

بانکداری سبز به‌عنوان یک از زیربخش‌های حائز اهمیت بانکداری اخلاقی، سعی در حفاظت از محیط‌زیست دارد. انجمن بانک‌های هند بانک سبز را مشابه یک بانک عادی تعریف می‌کند که کلیه عوامل و ابعاد اجتماعی و زیست‌محیطی را با هدف حفاظت از محیط‌زیست و حفظ منابع طبیعی در عملیات بانکی خود در نظر می‌گیرد (Nandini Prabhu & Aithal, 2021).

بانکداری سبز ترکیب پیشرفت‌های عملیاتی و فناورانه و تغییر رفتار مشتری در کسب و کار بانکی است. بانکداری سبز مشخص می‌کند که یک بانک به لحاظ زیست‌محیطی چگونه است و چطور به سیاست‌های سبز و اخلاقی متعهد است (Biswas, 2011).

برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد (United Nations Environment Programme, 2014) بانکداری سبز را عاملی می‌داند که رفاه انسانی و حقوق اجتماعی افراد جامعه را افزایش داده و خطرات و کمبودهای زیست‌محیطی به‌نحو چشمگیری کاهش می‌بخشد. از این‌رو می‌توان بیان داشت که بانکداری سبز می‌کوشد از فعالیت‌های مضر و آسیب‌رسان به حقوق محیط‌زیست اجتناب نموده و به سمت فعالیت‌های مطلوب و مفید حرکت داشته باشد. از آنجا که ممکن است بسیاری از اقدامات به محیط‌زیست آسیب برسانند و سطح بهداشت و سلامت انسان‌ها و محیط را با خطر مواجه سازد؛ بانک‌ها می‌توانند برای اعطای تسهیلات که در فرآیندهای منجر به افزایش ریسک آسیب‌رسانی به محیط‌زیست مورد استفاده قرار می‌گیرند، نرخ سود بالاتر و یا محدودیت‌های مالی و اداری بیشتر وضع نمایند. همچنین بانک‌ها می‌توانند برای ساخت و خرید خانه‌هایی که صرفه انرژی در تولید آن رعایت شده است و یا اتلاف انرژی آن از حد استاندارد بالاتر نیست و یا برای خودروهایی که آلایندگی کمتری ایجاد می‌کنند، تسهیلات آسان و ارزان‌قیمتی اعطا نمایند. افزون براین بانک‌ها می‌توانند با توافق سپرده‌گذاران از حساب کارت‌های اعتباری آنان در هر بار استفاده، مبلغی اندک به خدمات بشردوستانه مانند پزشکان بدون مرز اهدا کنند.

چارچوب بانکداری سبز در منظومه بانکداری اخلاقی، محدود به این موارد نخواهد بود. دقت و کوشش بانک جهت تجهیز شعب و ساختمان‌های ستادی مطابق با استانداردهای محیط‌زیست از دیگر

شاخه‌های بانکداری سبز می‌باشد. به‌عنوان نمونه اینکه یک بانک با گسترش بانکداری دیجیتال سعی در کاهش استفاده از کاغذ برای مراقبت از جنگل‌ها و درختان داشته باشد، در کف‌پوش‌ها، سقف‌ها، دیوارها و پنجره‌ها از عایق‌های حرارتی برای کاهش اتلاف انرژی استفاده نماید، از ابزار روشنایی و الکترونیکی با درجه بهره‌وری بالا و مصرف انرژی پایین سود ببرد و یا اینکه کلیه ادوات و لوازم اداری خود را از نوع محصولاتی همسو با محیط زیست انتخاب نماید، همگی گوشه‌هایی از مصادیق بانکداری سبز است (Eyvazlou & Qelich, 2014).

تریودوس بنک[1] یک بانک پس‌انداز است که بر پایه بانکداری اخلاقی بنا شده و از پرتفوی متنوعی در تخصیص تسهیلات و انجام سرمایه‌گذاری برخوردار است. این بانک که در سال ۱۹۷۰ تاسیس شده است، با فعالیت‌های متنوع و گسترده در سطح محلی و بین‌المللی، بیشتر در مباحث اجتماعی فعال بوده و از پیشگامان بانکداری اخلاقی در جهان و مرجع بسیاری از بانک‌های اخلاقی و اجتماعی در کشورهای مختلف دنیا به حساب می‌آید. علاوه براین یکی از مهم‌ترین اقدامات این بانک راه‌اندازی صندوقی در حمایت از پروژه‌های زیست‌محیطی و گروه‌های «دوستداران زمین»[2] است. همچنین این بانک در زمینه سرمایه‌گذاری در انرژی‌های بادی از دهه ۱۹۸۰ دارای شهرت می‌باشد. افزون بر این موارد، سرمایه‌گذاری در حوزه انرژی‌های خورشیدی، کشاورزی آلی، تحصیل و آموزش، مراقبت درمانی و بهداشتی و بخش فرهنگ از دیگر پروژه‌هایی است که این بانک در کشورهای در حال توسعه در دست اقدام دارد (triodos.co.uk).

در نمونه دیگر می‌توان به طرح صندوق سبز هلند اشاره کرد. این طرح نمایی از سبک قانونگذاری کاملاً پیشرفته، مؤثر و ابداعی اروپایی را در حوزه‌های زیست‌محیطی به تصویر می‌کشد. دولت هلند این طرح را در سال ۱۹۹۵ به عنوان چارچوبی برای اعمال سیاست‌های مشوق در زمینه ابتکارات زیست‌محیطی ایجاد نمود. در طرح صندوق سبز، واژه «محیط‌زیست» مفهوم بسیار وسیعی داشته و شامل طبیعت و انرژی هم می‌شود. فراتر از مشوق‌های مالیاتی متعارف، جنبه نوآورانه این طرح در قابلیت‌های آن نهفته است که می‌تواند فعالانه در سرمایه‌گذاری‌های بخش خصوصی مشارکت و برای دستیابی به اهداف زیست‌محیطی فعالیت نماید. به واسطه وجود طراحی مناسب چارچوب سیاستگذاری، مؤسسات مالی تمایل زیادی به سرمایه‌گذاری در پروژه‌های زیست‌محیطی از پیش تعریف شده و خاص دارند و این موضوع به اصلاح وضعیت تخصیص سرمایه‌ها و سوق‌یابی آنان به سمت سرمایه‌گذاری‌های پایدار کمک می‌کند. طرح صندوق سبز یک ابزار تشویقی مالیاتی است. براساس این طرح، شهروندانی که از یک صندوق سبز سهامی خریده‌اند یا وجوهی را در بانک‌های سبز پس‌انداز نموده باشند، از معافیت مالیاتی به نسبت نرخ پایه مالیاتی برای مبالغ سرمایه‌گذاری و اندوخته سرمایه‌ای برخوردار می‌شوند. به علاوه، سرمایه‌گذاران مؤسسات سبز، تخفیف مالیاتی اضافی نیز دریافت می‌کنند. این تخفیف مالیاتی، نرخ سود پایین‌تر دریافتی سرمایه‌گذاران در بانک‌های سبز را جبران کرده و به نوبه خود موجب تخصیص وام‌هایی به پروژه‌های سبز در فضای رقابتی بازار و توسعه آنها می‌شود. طرح صندوق سبز بر این مطلب تصریح دارد که ملاک سبز بودن یک بانک، تخصیص بخش مهمی از سرمایه‌های آن بانک به پروژه‌های سبز است. بر اساس این معیار، بانک‌ها سعی در اجرای راهبردهای سرمایه‌گذاری خود به شکلی منعطف دارند و در عین حال به سپرده‌گذاران هم این اطمینان خاطر را می‌دهند که عمده وجوهشان صرف پروژه‌های سبز خواهد شد. افزون بر این، اکثر بانک‌های هلندی اقدام به راه‌اندازی ادارات سبز نموده و خدمات سبز ارائه می‌کنند. لازم به ذکر است که در کنار طرح صندوق سبز، طرحی به نام پروژه‌های سبز وجود دارد که بر آن دسته از پروژه‌هایی دلالت می‌کند که واجد شرایط و شاخص‌های مورد نظر یک ساختار سبز بر اساس معیارهای تعریف شده هستند. اگر پروژه‌ای مطابق با معیارهای این ساختار باشد، موفق به کسب مجوز از وزارت کشاورزی شده و نهاد اجرائی این وزارتخانه، گواهی سبزی برای پروژه موردنظر صادر خواهد کرد. اعطای این گواهی سبز، مدیران پروژه‌ها را قادر می‌سازد تا از طریق هر یک از بانک‌ها و صندوق‌های سبز منابع مالی مورد نیاز خود را تأمین نمایند (Eyvazlou & Qelich, 2014).

سابقه تحقیق

عابدی (Abedi, 2019) در مطالعه خود با استفاده از روش اسنادی و مروری، ضمن بررسی مفاهیم مربوط به بانکداری سبز، تجربه برخی از کشورها در رابطه با بانکداری سبز در دستیابی به توسعه پایدار، مراحل اجرایی نمودن بانکداری سبز و استراتژی‌های مربوط به آن را مورد بحث قرار داده است. او اشاره می‌دارد که به‌کارگیری استراتژی‌های سبز در بانک، نه تنها برای محیط‌زیست سودمند است بلکه مزایای متعددی از جمله کاهش ریسک اعتباری، کاهش هزینه‌های بانک و افزایش شهرت بانک به‌عنوان یک سازمان حامی محیط‌زیست را نیز، به همراه دارد. بر این اساس، رواج بانکداری سبز، وضعیت برنده– برنده بانک‌ها، صنایع و جامعه را نشان می‌دهد که در نهایت به توسعه پایدار کمک می‌کند.

ابراهیمی (Ebrahimi, 2021) بانکداری سبز را تلاشی برای به حداقل رساندن کاربرد کاغذ در کارهای بانکی به‌دلیل نیاز به قطع درختان می‌داند. او این بانکداری را بانکداری بدون اتلاف وقت و

1- Triodos bank
2- Friends of the earth

انرژی دانسته و آن را زمینه ساز ایجاد توسعه پایدار در کشور عنوان می‌نماید.

حجاران و همکاران (Hajjaran *et al.*, 2022) در پژوهش خود به ارایه مدل بانکداری سبز مبتنی بر مدیریت نوآوری برای کسب مزیت رقابتی پایدار در این صنعت می‌پردازند. در این پژوهش بر اساس مؤلفه‌های تأثیرگذار مدل بانکداری سبز که با استفاده از روش دلفی فازی بدست آمده است، الگوی بانکداری سبز ارایه و برای سنجش برازش مدل و تأیید فرضیه‌های پژوهش، از پرسشنامه استفاده نموده و با استفاده از سیستم استنتاج عصبی–فازی تطبیقی (انفیس)، تحلیل‌های لازم بر روی داده‌ها انجام می‌دهند. نتایج نشان می‌دهد افزایش مولفه مدیریت نوآوری موجب افزایش میزان مزیت رقابتی پایدار گردیده و افزایش متغیر مدیریت نوآوری و نیز افزایش بانکداری سبز موجب افزایش مزیت رقابتی پایدار شده است. همچنین افزایش قوانین و مقررات مربوط به بانکداری سبز از طریق افزایش متغیر بانکداری سبز، موجب افزایش مزیت رقابتی پایدار شده است. افزایش توامان مقدار مؤلفه بانکداری سبز و میانجی دغدغه‌های زیست‌محیطی مدیریت ارشد، مزیت رقابتی پایدار را به حداکثر رسانده و در آخر، افزایش مدیریت نوآوری و افزایش دغدغه‌های زیست‌محیطی مدیریت ارشد موجب افزایش امتیاز رقابتی پایدار می‌گردد.

شیخ و همکاران (Sheikh *et al.*, 2022) با هدف طراحی و تحلیل مدل تأمین مالی شرکت‌ها از طریق صنعت بانکداری ایران در راستای استقرار محیطزیست پایدار مطالعه‌ای را انجام داده‌اند. ایشان با استفاده از تکنیک داده بنیاد، ضمن مصاحبه با خبرگان، الگوی مربوطه را طراحی کرده و سپس به‌منظور بررسی برازش الگو و آزمون فرضیه‌ها از روش مدلسازی معادلات ساختاری بهره گرفته‌اند. نتایج پژوهش بیانگر معناداری الگوهای اندازه‌گیری و ساختاری، برازش مطلوب الگو و همچنین تأیید فرضیه‌ها بوده است. در ادامه با استفاده از روش مدلسازی ساختاری تفسیری، مؤلفه‌های تأمین مالی سبز اولویت‌بندی شده است.

عسگرنژاد نوری و همکاران (Asgarnezhad Nouri *et al.*, 2024) با بیان اینکه بانک‌ها برای بالا بردن میزان رضایت مشتریان از مسئولیت‌پذیری اجتماعی خود، به سمت بانکداری سبز حرکت نموده‌اند. به بررسی تأثیر بانکداری سبز بر طنین برند و رضایت مصرف‌کننده از عملکرد مسئولیت اجتماعی شرکت‌ها می‌پردازند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که بانکداری سبز بر طنین برند در بانک‌ها و رضایت مصرف‌کننده از عملکرد مسئولیت اجتماعی در بانک‌ها تأثیر مثبت دارد. همچنین تأثیر مثبت طنین برند بر رضایت مصرف‌کننده از عملکرد مسئولیت اجتماعی در بانک‌ها تأیید شد. علاوه‌براین، نقش واسطه‌ای طنین برند در ارتباط بین بانکداری سبز و رضایت مصرف‌کننده از عملکرد مسئولیت اجتماعی در بانک‌ها مورد تأیید قرار گرفت.

جعفری گرجی و همکاران (Jafari Gorji *et al.*, 2024) به ارایه الگوی توسعه پایدار بانکی در بانک‌های دولتی ایران با تأکید بر بانکداری سبز پرداخته‌اند. این پژوهش با رویکرد مدلسازی معادلات ساختاری بر مبنای روش پیمایشی اجرا شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که شرایط علی توسعه پایدار بانکی در بانک‌های دولتی ایران با تأکید بر بانکداری‌سبز عبارتند از «دادن مشاوره برای عرضه خدمات از سوی نیروی انسانی مجرب»، «حفظ و تأمین منابع و محیطزیست از سوی تأمین‌کنندگان»، همچنین شرایط زمینه‌ای توسعه پایدار بانکی در بانک‌های دولتی ایران با تأکید بر بانکداری سبز عبارتند از؛ «بازسازی فرهنگ جامعه»، «ویژگی‌های سازمانی»، «ارزیابی مدیران مبتنی بر شایسته سالاری»، «تحلیل محیط سرمایه‌گذاری»، شرایط مداخله‌گر توسعه پایدار بانکی در بانک‌های دولتی ایران با تأکید بر بانکداری سبز عبارتند از «نظام حقوقی»، «نظام سیاسی و محیطزیست»، «نظام مالی» و استراتژی‌های توسعه پایدار بانکی در بانک‌های دولتی ایران با تأکید بر بانکداری سبز عبارتند از «تحلیل استراتژیک»، «تأمین منابع مالی از سوی مشارکت‌کنندگان»، «بهبود شرایط سیاسی و ارتباطی» و «کنترل ریسک به‌منظور جذب طرح‌های سرمایه‌گذاری». بنابراین مدیران بانک‌های دولتی ایران باید با اهداف و برنامه‌های بانکداری سبز آشنا بوده و آن را در راس چشم‌انداز و ماموریت صنعت بانکداری قرار دهند.

اسماء جرین و همکاران (Asma Jarin *et al.*, 2014) عوامل تأثیرگذار بر بانکداری سبز را به سه دسته عوامل داخلی سبز شامل زیرساخت‌های بانک و مدیریت بانکی، عوامل خارجی سبز ترکیبی از محصولات و خدمات به‌منظور رفع نیازهای مشتریان که باید در ارائه آنها مفهوم تمایز و هزینه محاسبه گردد، و فرآیند سبز شامل راه‌های تولید محصولات سبز بانکی که با کاهش هزینه و تمایز همراه است تقسیم می‌کنند.

ساپوترا و مارگارتا (Saputra & Margaretha, 2020) پس از تبیین اهمیت برندسازی در بانکداری و تأمین مالی و انجام مطالعات میدانی به این یافته می‌رسند که شهرت یک نشان تجاری (مثل بانکداری سبز) بر رضایت مشتریان و وفاداری آنان به نشان تجاری بانک، اثرگذاری مثبت و معنادار دارد.

ژانگ و همکاران (Zhang *et al.*, 2022) اثرات فعالیت بانکداری سبز بر تأمین مالی سبز و عملکرد زیست‌محیطی بانک‌ها در بنگلادش را بررسی کرده و به چالش‌ها و مزایای اصلی توسعه بانکداری سبز در یک اقتصاد نوظهور مانند بنگلادش می‌پردازند. نتایج یافته‌ها نشان داد که فعالیت‌های بانکداری سبز تأثیر مثبت معناداری بر عملکرد زیست محیطی بانک‌ها و منابع تأمین مالی سبز برجای گذاشته است. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش رقابت‌پذیری

بانک‌ها، کاهش هزینه‌ها، ارائه تسهیلات بانکی برخط، بهبود نگرش مشتریان و کاهش میزان تولید کربن از مزایای کلیدی گسترش بانکداری سبز است که به دستیابی به توسعه اقتصادی پایدار کمک می‌کند.

مرور سابقه تحقیق، اهمیت بانکداری سبز نزد محققان و کارشناسان این حوزه را برجسته می‌سازد. مزیت و وجه تمایز مقاله حاضر نسبت به مطالعات پیشین این است که با در نظر گرفتن تجارب بین‌المللی و وضعیت فعلی شبکه بانکی کشور، عوامل مؤثر بر گرایش شبکه بانکی ایران به بانکداری سبز را تبیین و اولویت‌بندی نموده است. مطالعه‌ای که در میان مطالعات داخلی اقتصاد ایران، مشابه‌ای برای آن یافت نشده است و از این حیث دارای ارزش افزوده و نوآوری می‌باشد.

ضرورت انجام تحقیق

نگاهی به سیاست‌ها و فعالیت‌های شبکه بانکی کشور نشان می‌دهد که رعایت معیارها و چارچوب‌های بانکداری سبز بیش از پیش نیازمند توجه است. اهتمام به بانکداری سبز علاوه بر مسئولیت‌پذیر کردن شبکه بانکی کشور به توجه به محیط‌زیست، آنان را در سازوکار بانکداری اخلاقی پاسخگو و نقش‌آفرین می‌سازد. اینکه چگونه شبکه بانکی کشور باید به این مقوله مهم بپردازد نیازمند شناخت عوامل مؤثر در این زمینه است که هدف و ضرورت این تحقیق را برجسته می‌سازد. شناخت این عوامل می‌تواند چراغ راهی برای سیاستگذاران حاکمیتی اعم از دولت، مجلس شورای اسلامی و بانک مرکزی در تدوین، تصویب و ابلاغ سیاست‌ها و دستورهایی باشد که برآیند آن از مسیر صیانت از محیط‌زیست به بهبود سلامت، بهداشت و رفاه جامعه منتهی خواهد شد.

فرضیه و سؤالات تحقیق

فرضیه اصلی تحقیق آنست که عوامل گوناگون محیطی، اقتصادی و مدیریتی بر نگرش و گرایش شبکه بانکی به بانکداری سبز اثرگذاری داشته و میزان این اثرات متفاوت از یکدیگر می‌باشد.

سؤال تحقیق نیز بر این پرسش استوار است که چه عواملی به نحو مشخص بر گرایش شبکه بانکی به اجرای بانکداری سبز اثرگذاری دارد و در این میان، کدام عوامل از اثرگذاری بیشتری نسبت به بقیه برخوردار هستند.

مواد و روش‌ها

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نظر هدف کاملا کاربردی و از حیث روش اجرا، به‌صورت کیفی و توصیفی-تحلیلی می‌باشد. در ابتدا با بهره‌گیری از روش دلفی عوامل مؤثر بر گرایش شبکه بانکی به اجرای بانکداری سبز شناسایی شده و سپس با استفاده از پرسشنامه، داده‌های مربوطه جمع‌آوری می‌شود. روش دلفی فرآیندی ساختاریافته برای جمع‌آوری و طبقه‌بندی دانش موجود در نزد گروهی از کارشناسان و خبرگان است که از طریق توزیع پرسشنامه‌هایی در بین این افراد و بازخورد کنترل شده پاسخ‌ها و نظرات دریافتی صورت می‌گیرد. تکنیک دلفی برای «شناسایی» و «غربال» مهمترین شاخص‌های تصمیم‌گیری قابل استفاده است. در ادامه با آزمون فریدمن، عوامل شناخته شده رده‌گذاری و اولویت‌بندی می‌گردد. آزمون فریدمن یک آزمون آماری ناپارمتریک است که برای تشخیص تفاوت میان داده‌های مرتبط استفاده می‌شود. از این آزمون برای رتبه‌بندی اهمیت متغیرهای پژوهش استفاده می‌شود.

در این مرحله، جهت تبیین بهتر ویژگی‌ها و پراکندگی وضعیت پاسخ‌دهندگان پژوهش، از قالب عددی استفاده شده است. سپس با کمک از نرم‌افزار SPSS داده‌های مستخرجه تجزیه و تحلیل شده و جهت سنجش اعتبار و اطمینان نتایج به‌عمل‌آمده، از آزمون‌های آماری استفاده شده است. درنهایت با آزمون فریدمن به تفسیر و تحلیل داده‌ها برای تعیین رتبه و اولویت عوامل اقدام شده است.

جامعه آماری

جامعه آماری این تحقیق مدیران و کارشناسان بانک‌های ملی، ملت، شهر و سپه در سطح شهر تهران بوده است. نمونه آماری استاندارد مورد استفاده در شیوه دلفی ۱۰ تا ۳۰ پرسشنامه است که در این تحقیق تعداد ۲۸ پرسشنامه درنظر گرفته شده است. با پیگیری‌های انجام شده، از این تعداد، ۲۳ پرسشنامه از بانک‌های فوق‌الذکر تکمیل شده و در تحلیل تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین در اجرای آزمون فریدمن، از تعداد حدود ۲۰۰ پرسشنامه ارسالی، تعداد ۱۴۲ پرسشنامه تکمیل شده دریافت شده است. در این مرحله از طیف لیکرت برای پرسش‌های تحقیق استفاده شده است و توسط مدیران، رؤسای شعب و کارشناسان بانکی امتیازدهی شده است.

نحوه جمع‌آوری داده‌های تحقیق

در جمع‌آوری داده‌های آماری تحقیق از روش ترکیبی استفاده شده است. در ابتدا با استفاده از روش کتابخانه‌ای و انجام مطالعات نظری آزاد و میدانی مفاهیم بانکداری سبز و بانکداری اخلاقی تبیین

شده است. در ادامه با تکنیک دلفی و اخذ نظرات صاحبنظران و کارشناسان مربوطه، مهمترین عوامل مؤثر بر گرایش شبکه بانکی به پیاده‌سازی بانکداری سبز احصا شده است که در جداول پیش رو به آنها اشاره شده است. در ادامه عوامل مهم جامانده با روش زایش فکری به مجموعه عوامل افزوده شده است. در مرحله مقدماتی، پرسشنامه باز در اختیار افراد مربوطه قرار داده شده است. نتایج پس از کدبندی کیفی داده‌ها، دسته‌بندی شده‌اند. در مرحله دوم، با طراحی پرسشنامه ساختارمند از کارشناسان و مدیران خواسته شد تا عوامل را بنا به طیف پنج گزینه‌ای لیکرت کمیت‌پذیر کنند. در این مرحله، عوامل کلان و زیرمجموعه‌ای آن در دو دسته معیارهای اصلی و زیرمعیارها استخراج گردید. در مرحله سوم با کسب نظرات از نمونه آماری، معیارهای حاصله اولویت‌بندی گردیدند. در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS به تجزیه و تحلیل داده‌ها و اجرای آزمون فریدمن پرداخته شده و رتبه پایانی عوامل استخراج شده معرفی گردیده‌اند. دلیل استفاده از آزمون فریدمن سهولت کار، ارتباط معنایی و ساختاری با مطالعه حاضر و تعدد استفاده از آن در مطالعات اساتید علوم انسانی بوده است.

نتایج و بحث

با کمک از روش دلفی و اخذ نظرات صاحبنظران و کارشناسان مربوطه در دو مرحله، چهار معیار کلان (ساختاری، اقتصادی، مدیریتی و اجتماعی) و ۲۰ زیرمعیار به‌عنوان عوامل مؤثر بر گرایش شبکه بانکی به اجرای بانکداری سبز شناسایی گردیدند. لازم به ذکر است که خروجی این روش به کلیه عواملی اشاره دارد که چه مثبت و چه منفی بر گرایش شبکه بانکی اثرگذاری دارد و از این منظر صرفا عوامل انگیزاننده و ارتقادهنده گرایش مدنظر قرار نداشته است.

جدول ۱- معیارهای کلان و زیرمعیارهای مؤثر درگرایش بانک‌ها به اجرای بانکداری سبز

Table 1- Macro criteria and sub-criteria effective in the tendency of banks to implement green banking

عامل اجتماعی Social factor	عامل مدیریتی Managerial factor	عامل اقتصادی Economic factor	عامل ساختاری Structural factor
- نگرش جامعه نسبت به مسائل زیست‌محیطی Society's attitude towards environmental issues	- حاکمیت شرکتی Corporate governance	- تسهیلات تکلیفی Mandatory facilities	نظام کارگزینی، ارتقا و تشویق مدیران و کارکنان بانکی Recruitment system, promotion and encouragement of managers and bank employees
- وزن توجه به بانکداری سبز در انتخاب و تصمیم مشتریان The importance of paying attention to green banking in the choice and decision of customers	- اجرای ارزیابی عملکرد کارکنان Implementation of employee performance evaluation	- نرخ تورم Inflation Rate	- نظام حقوق و دستمزد Payroll system
- فرهنگ تقاضامندی و مطالبه‌گری Demanding culture	- نگرش مدیران‌ارشد نسبت به مسائل زیست محیطی The attitude of senior managers towards environmental issues	- قیمت انرژی Energy price	- بانک‌محوری نظام تامین مالی Bank-oriented financing system
- تقاضای سازمان‌های مردم‌نهاد مرتبط Demand of related NGOs	- نظام آموزشی کارکنان Staff training system	- بازارهای موازی پرسود Profitable parallel markets	- نظام نظارتی بانک مرکزی The central bank's supervisory system
	- نظارت داخلی بانک Internal supervision in the banking	- نظام مالیاتی Tax system	- قوانین و مقررات و نظام حقوقی Laws and the legal system
		وضعیت ترازنامه‌ای شبکه بانکی Balance sheet status of the banking	

ماخذ: یافته‌های تحقیق

Source: research findings

آن‌گونه که یافته‌های تحقیق (جدول ۱) نشان می‌دهد در معیار کلان «عامل ساختاری»، نظام کارگزینی و ارتقا و تشویق مدیران و کارکنان و همچنین نظام حقوق و دستمزد در گرایش بانک‌ها در اجرای بانکداری سبز نقش‌آفرین است. چنانچه مؤلفه‌های ارتقا و تشویق همسو با سیاست‌های سبز باشد و از مدیران و کارکنان دغدغه‌مند در این حوزه تشویق به عمل‌آید، قطعا گرایش بانک به تدریج افزایش می‌یابد و در سمت مقابل با عدم همسویی مؤلفه‌های مذکور با سیاست‌های سبز این گرایش می‌تواند رو به افول گذاشته و به اولویت‌های پایین‌تر بانک تبدیل شود. همچنین فشار ناشی از بانک محوری نظام تأمین مالی می‌تواند به‌عنوان بخشی دیگر از عوامل ساختاری، تمرکز و اهتمام شبکه بانکی را بر رعایت چارچوب‌های بانکداری سبز کاهش بخشد. نظارت بانک مرکزی و تقاضای این نهاد بالادستی از شبکه بانکی مبنی بر توجه به بانکداری سبز در کنار اختیارات و محدودیت‌های قانونی و نظام حقوقی اعم از اعمال معافیت‌ها و مشوق‌ها از دیگر عوامل ساختاری مؤثر بر گرایش بانک‌ها به اجرای بانکداری سبز عنوان شده است.

در معیار کلان «عامل اقتصادی»، کلیه مسائل مهم اقتصاد کلان اعم از تورم، فعالیت بازارهای موازی پرسود در کنار شبکه بانکی، نظام مالیاتی، الزام به تسهیلات تکلیفی و حتی وضعیت قیمت انرژی بر گرایش بانک‌ها به اجرای بانکداری سبز مؤثر بوده است. به‌عنوان نمونه بیان شد که اصلاح ساختار فیزیکی شعب و ساختمان‌های اداری بانک‌ها متناسب با استانداردهای محیط‌زیست یکی از محورهای

بانکداری سبز است. بنابراین با پایین بودن قیمت انرژی شبکه بانکی نیز مانند هر سازمان دیگر مصرف‌کننده انرژی، گرایش کمتری به رعایت این استانداردها از خود نشان می‌دهد. یا همچنین بالا بودن نرخ تورم و فعالیت بازارهای موازی پرسود در کنار شبکه بانکی موجب می‌شود در مرحله اول بانک‌ها به جای پرداخت تسهیلات به طرح‌های سبز با بازدهی بلندمدت، منابع خود را به بازارهایی همچون ملک، زمین و ارز سوق دهند تا در کوتاه‌مدت از سود بالای آن بهره ببرند. افزون بر این، در مرحله دوم همین شرایط نابسامان اقتصاد کلان موجب می‌شود بازارهای موازی پرسود در کنار شبکه بانکی به‌عنوان یک رقیب سرسخت در جذب منابع و وجوه مشتریان بانکی عمل کرده و با در تنگنا قرار دادن شبکه بانکی از حیث مدیریت درآمد و هزینه، توجه به بانکداری سبز را به اولویت‌های پایین‌تر بدل سازد. علاوه بر این موارد، ناترازی شبکه بانکی نیز می‌تواند به‌عنوان بخشی دیگر از عوامل اقتصادی، توجه و تمرکز شبکه بانکی را بر رعایت استانداردهای بانکداری سبز کاهش بخشد.

معیار کلان دیگر در گرایش مذکور «عامل مدیریتی» است. حاکمیت شرکتی بانک، نحوه اجرای ارزیابی عملکرد کارکنان، نگرش مدیران‌ارشد نسبت به مسائل زیست‌محیطی، کیفیت نظام آموزشی کارکنان و نیز نظارت داخلی بانک بر اجرای کلیه قواعد بانکداری سبز موجب می‌شود سمت و سوی یک بانک در مواجهه با بانکداری سبز مشخص شود. یک بانک در طی یک سال با تقاضاهای بسیاری از حیث تأمین مالی شرکت‌ها و سازمان‌های فعال اقتصادی مواجه است؛ در این وضعیت قطعا نگرش و سطح دغدغه‌مندی مدیران‌ارشد بانک نسبت به مسائل زیست‌محیطی و نیز نظارت داخلی بانک در انتخاب و تائید تقاضاهایی که به تأمین مالی پروژه‌های سبز مبتنی هستند مؤثر می‌باشد. به عبارتی با توجه به محدودیت منابع بانکی، انتخاب از بین دو بنگاه اقتصادی که یکی حامی محیط‌زیست است و دیگری در فرآیندهای تولید محصولات خود، آلایندگی بالایی برای محیط‌زیست دارد جهت پرداخت تسهیلات کلان یک انتخاب مهم برای مدیران ارشد یک بانک است؛ در این حالت، افزون بر عوامل محیطی اقتصاد کلان که در عامل اقتصادی بدان‌ها اشاره شد، نگرش مدیریتی نیز در انتخاب بنگاه اول به جای بنگاه دوم مؤثر و نقش‌آفرین می‌باشد.

معیار کلان آخر شناسایی شده با تکنیک دلفی و اخذ نظرات صاحبنظران و کارشناسان مربوطه، به‌عنوان یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر گرایش شبکه بانکی به پیاده‌سازی بانکداری سبز، «عامل اجتماعی» است. حقیقت آن است که بانک‌های جهان هر یک در فضا و محیط اجتماعی خاص خود مشغول فعالیت هستند؛ از این‌رو علایق، سلایق، سنت‌ها، خرده‌فرهنگ‌ها و انتظامات اجتماعی هر جامعه بر سازوکارها و سیاست‌های بانک تأثیرگذار است. در این میان زیرمعیارها و عوامل فرعی چون نگرش جامعه نسبت به مسائل زیست‌محیطی، وزن توجه به بانکداری سبز در انتخاب و تصمیم مشتریان، فرهنگ تقاضامندی و مطالبه‌گری جامعه از شبکه بانکی در مواجهه با مسائل زیست‌محیطی و نیز سطح تقاضا و فعالیت سازمان‌های مردم‌نهاد مرتبط همگی ازجمله عوامل مؤثر بر گرایش شبکه بانکی به پیاده‌سازی بانکداری سبز می‌باشد. در یک جامعه پیشرفته که احترام به حقوق محیط‌زیست در آن نهادینه شده است، اقدامات مخرب محیط‌زیست و هدررفت انرژی یک خرده‌فرهنگ ناپسند و مذموم به حساب می‌آید و سازمان‌های مردم‌نهاد فعالی در دفاع از محیط‌زیست و حفظ انرژی حضور دارند، گرایش بانک‌ها به بانکداری سبز بیشتر و پررنگ‌تر از جامعه‌ای خواهد بود که نزد مردم آن توجه به این مسائل در اولویت بالایی نمی‌باشد. چنانچه مشتریان و دارندگان وجوه و منابع مالی در انتخاب بانک جهت سپرده‌گذاری و سرمایه‌گذاری معیارهایی چون اهتمام بانک به بانکداری سبز را در نظر داشته باشند، بی‌شک شبکه بانکی آن جامعه سعی می‌نماید با رعایت بانکداری سبز، جلب توجه این مشتریان را نموده و منابع را به سمت خود سوق دهند. از این‌رو می‌توان چنین عنوان کرد که در کنار کلیه عوامل ساختاری نظام بانکی، اقتصادی و نیز مدیریتی، عوامل اجتماعی نیز در گرایش بانک‌ها به بانکداری سبز مؤثر و مفید می‌باشد.

آمار توصیفی داده‌ها

آمار توصیفی شامل بخش اول، جنسیت (تفکیک مردان و زنان) پاسخ‌دهندگان پرسشنامه و بخش دوم، پراکندگی سطح تحصیلات آنان در جدول ۲ به نمایش درآمده است.

بررسی نرمال بودن مؤلفه‌ها

تقارن یا عدم تقارن تابع توزیع با مقوله‌ای به نام چولگی[1] مشخص می‌شود که در این میان، کشیدگی[2] نشانگر ارتفاع توزیع است. در تست چولگی و کشیدگی مقدار خطای استاندارد نیز مشخص خواهد بود. در شرایطی که خروجی‌ها در بازه ۲− تا ۲+ قرار داشته باشند، می‌توان توزیع داده‌ها را نرمال دانست. با توجه به نتایج آزمون‌های فوق و قرار گرفتن مقدار چولگی و کشیدگی در بازه مناسب می‌توان اذعان داشت که برای تمام معیارها در سطح معناداری لحاظ شده، مؤلفه‌ها از سطح نرمالی برخوردار می‌باشند.

آزمون تی تک‌نمونه‌ای

این آزمون یکی از انواع آزمون‌های میانگین جامعه است و از روشی پارامتریک استفاده می‌کند. از این آزمون در عمده پژوهش‌های ذیل طیف لیکرت، جهت بررسی فرضیه‌های تحقیق به‌کار گرفته می‌شود.

1- Skewness
2- Kurtosis

فرضیه اصلی

H_0: میانگین وضع موجود عوامل مؤثر بر گرایش بانک‌ها به اجرای بانکداری سبز با میانگین وضع مطلوب برابر است.

H_1: میانگین وضع موجود عوامل مؤثر بر گرایش بانک‌ها به اجرای بانکداری سبز با میانگین وضع مطلوب برابر نیست.

جدول ۴ تا جدول ۷ به آزمون تی تک‌نمونه‌ای عوامل چهارگانه ساختاری، اقتصادی، مدیریتی و اجتماعی پرداخته است. نتایج برآمده از آزمون در خروجی نرم‌افزار نشانگر این مطلب است که مقدار آماره T محاسبه شده برای هر یک از عوامل مؤثر بر گرایش شبکه بانکی به اجرای بانکداری سبز از مقدار بحرانی ۱/۹۶± بیشتر است. افزون‌براین نتیجه سوال آزمون در سطح اطمینان ۹۵٪ میزان (sig=۰/۰۰۰) را نمایش می‌دهد که این عدد کمتر از سطح معناداری استاندارد (sig=۰/۰۵) می‌باشد. از این جهت می‌توان بیان داشت که فرضیه H_0 پژوهش مبنی بر برابری میانگین وضع موجود عوامل مؤثر بر گرایش بانک‌ها به اجرای بانکداری سبز با میانگین وضع مطلوب، پذیرفته نشده و در سمت مقابل، فرضیه H_1 مبنی بر وجود تفاوت میان این دو میانگین مورد قبول قرار گرفته است. به عبارتی از نقطه‌نظر پاسخ‌دهندگان تمام عوامل فوق‌الذکر در گرایش شبکه بانکی به اجرای بانکداری سبز مؤثر و تأثیرگذار بوده است.

اولویت‌بندی و رتبه‌بندی معیارها و عوامل اصلی با استفاده از آزمون فریدمن

با آزمون رتبه‌بندی فریدمن که یک آزمون ناپارامتری است سعی می‌شود به این پرسش پاسخ داده شود که آیا پرسش‌شوندگان نسبت به پرسش‌های پرسشنامه نگاه متفاوت از هم دارند یا همه معیارها در نظر آنها از میزان اهمیت و شدت تأثیرگذاری یکسانی برخوردار هستند؟

جدول ۲- آمار و پراکندگی توصیفی داده‌ها
Table 2- Descriptive statistics and distribution of data

		تعداد Number	درصد Percentage	درصد تجمعی Cumulative percentage
بخش اول: جنسیت The first sector: sex	مرد Male	93	65.5	65.5
	زن Female	49	34.5	100
	کل Total	142	100	
بخش دوم: تحصیلات The second sector: Education	کارشناسی Bachelor	48	33.8	33.8
	کارشناسی ارشد Master	63	44.4	78.2
	دکتری Ph.D	31	21.8	100
	کل Total	142	100	

مأخذ: یافته‌های تحقیق
Source: research findings

جدول ۳- بررسی وضعیت نرمال بودن مؤلفه‌ها
Table 3- The normality of the components

معیارها Factors	تعداد آماری N Statistic	میانگین آماری Mean statistic	Skewness Std. error	Skewness Statistic	Kurtosis Std. error	Kurtosis Statistic
ساختاری Structural	142	4.103	0.130	-0.201	0.260	-0.194
اقتصادی Economic	142	4.516	0.130	0.193	0.260	0.161
مدیریتی Managerial	142	4.393	0.130	-0.108	0.260	-0.156
اجتماعی Social	142	4.254	0.130	-0.089	0.260	-0.187

مأخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research findings

جدول ۴- آزمون تی تک‌نمونه‌ای عوامل ساختاری
Table 4– T-test of structural factor

عوامل ساختاری Structural factor	تعداد N Statistic		میانگین Mean	انحراف استاندارد Standard deviation	انحراف میانگین Mean deviation	
	142		4.103	0.285	0.026	
	ارزش آزمون (Test Value) = 3			Sig = 0.05 (p-value)		
	مقدار آماره T	درجه آزادی (df)	سطح معناداری p value	اختلاف میانگین (md)	سطح اطمینان 0.95 (cl) حداکثر Max	حداقل Min
	34.689	141	0.000	1.103	1.134	1.072

ماخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research findings

جدول ۵- آزمون تی تک‌نمونه‌ای عوامل اقتصادی
Table 5– T-test of economic factor

عوامل اقتصادی Economic factor	تعداد N Statistic		میانگین Mean	انحراف استاندارد Standard deviation	انحراف میانگین Mean deviation	
	142		4.516	0.188	0.019	
	ارزش آزمون (Test value) = 3			Sig = 0.05 (p-value)		
	مقدار آماره T	درجه آزادی (df)	سطح معناداری p value	اختلاف میانگین (md)	سطح اطمینان 0.95 (cl) حداکثر Max	حداقل Min
	41.066	141	0.000	1.516	1.545	1.487

ماخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research findings

جدول ۶- آزمون تی تک‌نمونه‌ای عوامل مدیریتی
Table 6– T-test of managerial factor

عوامل مدیریتی Managerial factor	تعداد N Statistic		میانگین Mean	انحراف استاندارد Standard deviation	انحراف میانگین Mean deviation	
	142		4.393	0.203	0.013	
	ارزش آزمون= 3 (Test value)			Sig = 0.05 (p-value)		
	مقدار آماره T	درجه آزادی (df)	سطح معناداری p value	اختلاف میانگین (md)	سطح اطمینان 0.95 (cl) حداکثر Max	حداقل Min
	39.840	141	0.000	1.393	1.425	1.361

ماخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research findings

فرضیه آزمون

H_0: رتبه میانگین اثرگذاری عوامل مؤثر بر گرایش بانک‌ها به اجرای بانکداری سبز با یکدیگر برابر هستند.

H_1: رتبه میانگین اثرگذاری عوامل مؤثر بر گرایش بانک‌ها به اجرای بانکداری سبز با یکدیگر برابر نیستند.

نتیجه آزمون به شرح جداول ۸ و ۹ است.

نظر به خروجی آزمون فریدمن، در سطح معناداری با اطمینان ۹۵٪ برابر با (sig=0/000) است که کمتر از سطح معناداری استاندارد (sig=0/05) است. از این جهت می‌توان اذعان داشت که فرض H_0 ما مبنی بر یکسانی میزان اثرگذاری عوامل مؤثر بر گرایش بانک‌های

کشور به اجرای بانکداری سبز با یکدیگر رد شده و این میزان مطابق فرضیه مقابل، متفاوت از هم هستند. همچنین براساس میانگین رتبه به‌دست آمده اثرگذاری عوامل اقتصادی بیشتر از بقیه عوامل بوده است. بدین معنا که عوامل اقتصادی نقش بسیار پررنگی در گرایش بانک‌های کشور به اجرای بانکداری سبز داشته‌اند. با توجه به شرایط خاص اقتصادی کشور در شاخص‌های نرخ تورم، بی‌ثباتی نرخ ارز، نااطمینانی، ناترازی شبکه بانکی و تأثیرات منفی بازارهای نامولد و موازی بر جریان تولید و سازندگی در کشور بالا بودن میزان اثرگذاری عوامل اقتصادی در گرایش بانک‌ها به اجرای بانکداری سبز قابل انتظار می‌باشد.

در رده‌های بعدی به‌ترتیب عوامل ساختاری، مدیریتی و اجتماعی بیشترین اثرگذاری بر این گرایش را از آن خود کرده‌اند. بی‌شک نقش بانک مرکزی به‌عنوان نهاد ناظر و نهاد مقررات‌گذار بانکی در اصلاح ساختارهای کلی نظام بانکی و بهبود وضعیت مدیریتی بخش دولتی شبکه بانکی می‌تواند در افزایش گرایش بانک‌ها به برقراری بانکداری سبز و رعایت معیارهای آن مفید و مؤثر باشد.

اولویت‌بندی و رتبه‌بندی زیرمعیارها و عوامل فرعی با استفاده از آزمون فریدمن

در ادامه با استفاده مجدد از آزمون فریدمن به اولویت‌بندی و رتبه‌بندی زیرمعیارها و عوامل فرعی مؤثر بر گرایش بانک‌ها به اجرای بانکداری سبز پرداخته شده است. بر این اساس در زیرمعیارها عامل ساختاری، قوانین و مقررات و نظام حقوقی بالاترین رتبه و نظام حقوق و دستمزد پایین‌ترین رتبه را کسب کرده‌اند. در زیرمعیارها عوامل اقتصادی، نرخ تورم بالاترین رتبه و وضعیت ترازنامه‌ای شبکه بانکی پایین‌ترین رتبه را پیدا کرده‌اند. در زیرمعیارهای عوامل مدیریتی، نگرش مدیران‌ارشد نسبت به مسائل زیست‌محیطی بالاترین رتبه و نظام آموزشی کارکنان پایین‌ترین رتبه را بدست آورده‌اند؛ و درنهایت در زیرمعیارهای عوامل ساختاری، توجه به بانکداری سبز در انتخاب و تصمیم مشتریان بالاترین رتبه و تقاضای سازمان‌های مردم‌نهاد مرتبط پایین‌ترین رتبه را کسب کرده‌اند.

جدول ۷- آزمون تی تک‌نمونه‌ای عوامل اجتماعی
Table 7– T-test of social factor

	تعداد N Statistic		میانگین Mean	انحراف استاندارد Standard deviation	انحراف میانگین Mean deviation	
	142		4.254	0.297	0.022	
	ارزش آزمون (Test value) = 3			Sig = 0.05(p-value)		
عوامل اجتماعی Social factor	مقدار آماره T	درجه آزادی (df)	سطح معناداری p value	اختلاف میانگین (md)	سطح اطمینان 0.95 (cl) حداکثر Max	حداقل Min
	47.338	141	0.000	1.254	1.280	1.228

ماخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research findings

جدول ۸- آزمون رتبه‌بندی فریدمن
Table 8– Friedman's ranking test

رتبه Rank	معیارها Criteria	رتبه میانگین Mean Rank
1	اقتصادی Economic	3.94
2	ساختاری Structural	3.67
3	مدیریتی Managerial	3.55
4	اجتماعی Social	3.19

مأخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research findings

جدول ۹- آزمون آماری

Table 9– statistical test

تعداد N statistic	142
کای اسکوئر Chi-square	49.88
درجه آزادی (df)	3
معناداری Asymp. sig.	0.000

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۱۰- رتبه زیرمعیارها در عامل ساختاری

Table 10– The rank of the subcriteria in the structural factor

رتبه Rank	زیرمعیار Subcriteria	رتبه میانگین Mean Rank
1	قوانین و مقررات و نظام حقوقی Laws and the legal system	3.43
2	نظام کارگزینی، ارتقا و تشویق مدیران و کارکنان بانکی Recruitment system, promotion and encouragement of managers and bank employees	3.11
3	نظام نظارتی بانک مرکزی The central bank's supervisory system	2.92
4	بانک‌محوری نظام تأمین مالی Bank-oriented financing system	2.78
5	نظام حقوق و دستمزد Payroll system	2.76

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۱۱- رتبه زیرمعیارها در عامل اقتصادی

Table 11– The rank of the subcriteria in the economic factor

رتبه Rank	زیرمعیار Subcriteria	رتبه میانگین Mean rank
1	نرخ تورم Inflation rate	4.10
2	قیمت انرژی Energy price	3.97
3	بازارهای موازی پرسود Profitable parallel markets	3.83
4	تسهیلات تکلیفی Mandatory facilities	3.25
5	نظام مالیاتی Tax system	3.02
6	وضعیت ترازنامه‌ای شبکه بانکی Balance sheet status of the banking	2.83

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۱۲- رتبه زیرمعیارها در عامل مدیریتی

Table 12– The rank of the subcriteria in the managerial factor

رتبه Rank	زیرمعیار Subcriteria	رتبه میانگین Mean rank
1	نگرش مدیران‌ارشد نسبت به مسائل زیست‌محیطی The attitude of senior managers towards environmental issues	3.38
2	حاکمیت شرکتی Corporate governance	3.23
3	نظارت داخلی بانک Internal supervision in the banking	3.16
4	اجرای ارزیابی عملکرد کارکنان Implementation of employee performance evaluation	2.87
5	نظام آموزشی کارکنان Staff training system	2.36

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۱۳- رتبه زیرمعیارها در عامل ساختاری

Table 13– The rank of the subcriteria in the social factor

رتبه Rank	زیرمعیار Subcriteria	رتبه میانگین Mean rank
1	وزن توجه به بانکداری سبز در انتخاب و تصمیم مشتریان The importance of paying attention to green banking in the choice and decision of customers	2.94
2	نگرش جامعه نسبت به مسائل زیست‌محیطی Society's attitude towards environmental issues	2.61
3	فرهنگ تقاضامندی و مطالبه‌گری Demanding culture	2.40
4	تقاضای سازمان‌های مردم‌نهاد مرتبط Demand of related NGOs	2.05

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

پدیداری مفهومی با عنوان «بانکداری اخلاقی» یکی از مهمترین مصادیق حمایت در مقابل چالش‌های اخلاقی و نیز زیست‌محیطی است که البته روز به روز بر ابعاد علمی و عملیاتی آن در جهان افزوده می‌شود. در این روند، «بانکداری سبز» به‌عنوان بخش مهمی از بانکداری اخلاقی، نقش خاصی در صیانت و نگه‌داشت محیط‌زیست ایفا می‌نماید. این ضرورت از این نقطه نشات می‌گیرد که فعالیت‌های اقتصادی و مالی و نحوه تأمین منابع مالی یک صنعت یا بنگاه تولیدی بر محیط‌زیست، سلامت، بهداشت و رفاه جامعه اثرگذاری مستقیمی دارد.

این پژوهش با نگاهی جامع به بانکداری سبز و با استفاده از مطالعات نظری و تجربیات بین‌المللی و کسب نظر از خبرگان و صاحبنظران مربوطه، عوامل مؤثر بر گرایش شبکه بانکی کشور به بانکداری سبز را شناسایی و تحلیل نمود. براساس نتایج پژوهش، چهار عامل اصلی ساختاری، اقتصادی، مدیریتی و اجتماعی در اثرگذاری بر این گرایش شناسایی گردید. بررسی‌ها نشان داد که در رتبه اول، عوامل اقتصادی بیشتر از بقیه عوامل در گرایش شبکه بانکی کشور به بانکداری سبز مؤثر بوده است. در این میان، سهم نرخ تورم بالا، ارزان بودن نسبی قیمت انرژی و وجود بازارهای موازی پرسود در کنار سپرده‌گذاری سبز از مهمترین علل در گرایش کم به بانکداری سبز عنوان شده است و سایر زیرمعیارها همچون تسهیلات تکلیفی، نظام مالیاتی و وضعیت ترازنامه‌ای شبکه بانکی در رده‌های بعدی علل قرار داشته‌اند. همچنین در رده‌های بعدی به‌ترتیب عوامل ساختاری، مدیریتی و اجتماعی بیشترین اثرگذاری بر گرایش شبکه بانکی کشور به بانکداری سبز از آن خود کرده‌اند که در این میان، سهم قوانین و مقررات و نظام حقوقی، نظام کارگزینی، ارتقا و تشویق مدیران و کارکنان بانکی و نظام نظارتی بانک مرکزی در معیار ساختاری؛ سهم نگرش مدیران‌ارشد نسبت به مسائل زیست‌محیطی، حاکمیت شرکتی و نظارت داخلی بانک در معیار مدیریتی و در انتها سهم وزن توجه به بانکداری سبز در انتخاب و تصمیم مشتریان، نگرش جامعه نسبت به مسائل زیست‌محیطی و فرهنگ تقاضامندی و مطالبه‌گری پررنگ‌تر از سایر زیرمعیارها ارزیابی و معرفی شده است.

در پایان پیشنهاد می‌گردد که برای میل و گرایش بیشتر شبکه بانکی کشور به اجرا و تحقق بانکداری سبز نیاز است مؤلفه‌های اقتصادی با هدف ثبات‌بخشی بیشتر، کنترل تورم، تقویت ابعاد نظارتی و اصلاح ترازنامه‌ای شبکه بانکی بهبود یابد. همچنین اصلاح نظام حقوقی در نظارت و حمایت از بانکداران سبز، اصلاح نظام انگیزشی و کارگزینی، تقویت نگرش مدیران ارشد بانکی و عموم جامعه به ضرورت صیانت از محیط‌زیست و نیز بازبینی چارچوب‌ها و فرآیندهای حاکمیت شرکتی در بانک‌ها با نگاه سبز جهت ترغیب شبکه بانکی کشور به سوی بانکداری سبز ضروری می‌نماید. در این بین، بی‌شک نقش بانک مرکزی به‌عنوان نهاد ناظر و نهاد مقررات‌گذار بالادستی بانکی در اصلاح ساختارهای کلی نظام بانکی و بهبود وضعیت مدیریتی بخش دولتی شبکه بانکی می‌تواند در افزایش گرایش بانک‌ها به برقراری بانکداری سبز و رعایت معیارهای آن نیز مفید و مؤثر باشد.

References

1. Abedi, S. (2019). Analysis of green banking status in sustainable economic development. *Environment and Interdisciplinary Development*, *4*(64), 50-67. (In Persian). https://www.envjournal.ir/article_92130.html
2. Asgarnezhad Nouri, B., Shabani Korka, S., & Beigi Firoozi, A. (2024). The effect of green banking on brand resonance and consumer satisfaction with the performance of social responsibility in the banking industry. *Journal of Environmental Science Studies*, *8*(4), 7480-7498. (In Persian). https://doi.org/10.22034/jess.2022.330672.172
3. Asma J., Rahat, M., & Abul Kashem, M. (2014). Eco-banking strategies for competitive advantages. *European Journal of Business and Management*, *6*, 84-91. https://www.researchgate.net/publication/353485139_EcoBanking_Strategies_for_Competitive_Advantages
4. Biswas, N. (2011). Sustainable green banking approach: The need of the hour, *Business Spectrum*, Vol. 1.
5. Ebrahimi, F. (2021). Investigating the role of green banking on internet services. *Journal of New Business Attitudes*, *1*(6), 164-178. (In Persian)
6. Eyvazlou H., & Qelich, W. (2014). *Ethical banking in Islamic Approach: Ethical Codes & Structural Implementation*. Monetary and Banking Research Institute of the Central Bank of the Islamic Republic. (In Persian)
7. Hajjaran, F., Radfar, R., Divandarim A., & Fadaei, D. (2022). Developing green banking model based on innovation management components for sustainable competitive advantage. *Financial Economics*, *16*(58), 257-280. (In Persian). https://doi.org/10.30495/fed.2022.691510
8. Jafari Gorji, M.A., Najaf Beigi, R., Faghihi, A., & Kameli, M.J. (2023). Providing a model of sustainable banking development in Iranian governmental Bank with an emphasis on green banking. *Journal of Iranian Social Development Studies*, *15*(58), 21-45. (In Persian). https://doi.org/10.30495/fed.2023.707991
9. Melin, A. (1999). *Reflexive Equlibrium as a Method for Analyzing the Ethical Problems of Assessing Environmental Impacts*, Linkoping University.
10. Nandini Prabhu, G., & Aithal, P.S. (2021). A review-based research agenda on green banking service practices through green CSR activities. *International Journal of Management, Technology, and Social Sciences* (IJMTS), *6*(2), 204-230. https://doi.org/10.47992/IJMTS.2581.6012.0165
11. Perman, R., Yue, M., Common, M., Maddison, D., & Mcgilvray, J. (2013). *Natural Resource and Environmental Economics*. Pearson Education.
12. Saputra, D., & Margaretha, S. (2020). *The Effect of Consumer-Based Brand Equity on Customer Satisfaction and Brand Loyalty in the Coffee Bean & Tea Leaf or Maxx Coffee*. In 17th International Symposium on Management (INSYMA 2020) (pp. 293-298) Atlantis Press.
13. Sheikh, A., Saeedi, P., Abbasi, E., & Naderian, A. (2022). providing and analysis of green financing model of companies through the banking industry in establishing a sustainable environment. *Financial Economics*, *16*(58), 215-232. (In Persian). https://doi.org/10.30495/fed.2022.691508
14. Tohidinia, A. (2009). The mechanism of effectiveness of the ethics in managing negative environmental externalities. *Islamic Economics Studies Bi-quarterly Journal*, *1*(2), 167-180 .(In Persian). https://doi.org/10.30497/ies.2009.1296
15. United Nations Environment Programme (UNEP) (2014). *About GEI: UNEP*. Retrieved from http://www.unep.org/greeneconomy/aboutgei/whatisgei/tabid/29784/default.aspx
16. Zhang, X., Wang, Z., Zhong, X., Yang, S., & Siddik, A. (2022). Do green banking activities improve the banks' environmental performance? *The Mediating Effect of Green Financing*, *14*, 989. https://doi.org/10.3390/su14020989

Journal of Agricultural Economics and Development

Homepage: https://jead.um.ac.ir

Research Article

Vol. 38, No. 3, Fall 2024, p. 243-260

The Estimation of Willingness to Pay and the Influential Factors for Air Quality Improvement in the City of Mashhad

S. Kalhori [1], L. Abolhasani [2*], M. Sabouhi Sabouni [3], M. Sarkhosh [4]

1, 2 and 3- Ph.D. Student, Associate Professor and Professor, Department of Agricultural Economics, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.

(*- Corresponding Author Email: l.abolhasani@um.ac.ir)

4- Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

Received: 25-01-2024 Revised: 21-05-2024 Accepted: 14-08-2024 Available Online: 14-08-2024	**How to cite this article:** Kalhori, S., Abolhasani, L., Sabouhi Sabouni, M., & Sarkhosh, M. (2024). The estimation of Willingness to pay and the influential factors for air quality improvement in the city of Mashhad. *Journal of Agricultural Economics & Development*, *38*(3), 243-260. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jead.2024.86525.1247

Introduction

Given the rapid process of industrialization, expansion of agriculture, increased reliance on fossil fuels, and the intensification of climatic conditions, air quality has rapidly deteriorated in recent years. One of the most important issues and challenges facing the world today is air pollution, particularly $PM_{2.5}$ pollution. This problem has evolved into one of the most complex and serious dilemmas affecting the lives of people worldwide. Exposure to high levels of air pollution has negative health implications. The present study aims to measure the willingness to pay of Mashhad city residents for the improvement of $PM_{2.5}$ pollution and identify the factors influencing this willingness to pay.

Materials and Methods

This study used contingent valuation and the multiple-bound discrete choice model to calculate individuals' willingness to pay. The research focused on the certainty level of "definitely yes" and generated 13 different proposals ranging from 10,000 Toman to 200,000 Toman. The ordered logit regression model was employed to analyze the factors influencing the willingness of Mashhad citizens to pay for air quality improvement. The study collected 343 questionnaires from Mashhad city residents, considering variables such as education level, age, gender, marital status, family size, presence of children, chronic respiratory diseases and individuals' income. The dependent variable was the public's willingness to pay for improving air quality regarding PM2.5.

Results and Discussion

The study found that a significant portion of respondents were willing to pay for air quality improvement. About 22.45% were willing to pay less than 10,000 Toman, 60.06% were willing to pay between 45,000 and 58,000 Toman, 5.83% were willing to pay between 95,000 and 120,000 Toman, and 11.66% were willing to pay between 155,000 and 200,000 Toman. The average willingness to pay for PM2.5 pollutant improvement in Mashhad was estimated to be 55,488 Toman. Education, age, respiratory diseases, income, and family size were found to affect willingness to pay.

https://doi.org/10.22067/jead.2024.86525.1247

Conclusion

Improving air quality and reducing pollution requires costly efforts and collaboration from society. This research examines individuals' willingness to financially contribute to air quality enhancement. Factors influencing their willingness to pay are also studied. Based on the findings, it is recommended that the government and municipal authorities impose taxes and levies on polluting sectors, considering the calculated value of air pollution and its sources. Educational programs tailored to diverse educational backgrounds, along with technology and social media, can raise environmental awareness among youth. Developing cost-effective public transportation systems and providing discounts for low-income individuals can also help reduce pollution. Financial programs and incentives for cleaner resources are another solution for improving air quality.

Keywords: Mashhad, Multiple-bound discrete choice method (MBDC), PM2.5, Willingness to pay

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
https://jead.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۸، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، ص. ۲۴۳-۲۶۰

برآورد تمایل به پرداخت و عوامل مؤثر بر آن به‌منظور بهبود کیفیت هوا در شهر مشهد

صابر کلهری[1]- لیلی ابوالحسنی[2]*- محمود صبوحی صابونی[3]- مریم سرخوش[4]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۴

چکیده

از مهم‌ترین مسائل و چالش‌های پیشرو در جهان امروز، آلودگی هوا و به‌خصوص آلاینده $PM_{2.5}$ می‌باشد، به‌نحوی‌که این مساله به یکی از معضلات پیچیده و جدی در زندگی انسان‌های سراسر جهان تبدیل‌شده است. قرار گرفتن در معرض سطوح بالای آلودگی هوا موجب پیامدهای منفی سلامتی است. مطالعه حاضر در نظر دارد تا تمایل به پرداخت ساکنین شهر مشهد برای بهبود آلاینده $PM_{2.5}$ و عوامل مؤثر بر این تمایل به پرداخت را اندازه‌گیری کند. برای رسیدن به این هدف از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای از ۳۴۳ نفر و با بکار بردن مدل انتخاب گسسته چندبعدی (MBDC) و الگوی اقتصادسنجی لاجیت ترتیبی استفاده شد. بر اساس نتایج، تمایل به پرداخت مردم مشهد برای بهبود کیفیت آلاینده $PM_{2.5}$ به میزان ۵۵۴۸۸ ده ریال برآورد شد. همچنین نتایج نشان داد که متغیرهایی همچون تحصیلات، سن افراد، داشتن بیماری تنفسی و درآمد بر تمایل به پرداخت افراد اثری مثبت و معنی‌دار و متغیر بعد خانوار اثر منفی و معنی‌داری بر تمایل به پرداخت داشته است. نتایج این پژوهش می‌تواند شهرداری مشهد را نسبت به میزان درآمد احتمالی از عوارض محیطزیستی ناشی از آلودگی هوا که شهروندان مایل به پرداخت آن برای بهبود کیفیت هوا هستند، آگاه سازد و پیشنهاد می‌شود شهرداری این عوارض محیطزیستی را به‌صورت ماهانه جمع‌آوری و به‌صورت اختصاصی برای پروژه‌های کاهش آلودگی هوا استفاده کند.

واژه‌های کلیدی: تمایل به پرداخت، روش انتخاب گسسته چندبعدی (MBDC)، PM2.5، مشهد

مقدمه

با توجه به فرایند سریع صنعتی شدن، گسترش کشاورزی، افزایش استفاده از سوخت‌های فسیلی و تشدید شرایط آب و هوایی، کیفیت هوا در سال‌های اخیر به‌سرعت رو به وخامت گذاشته است (Health Effects Institute, 2020; Tan-Soo *et al*., 2022; WHO, 2018). آلاینده‌های هوا به شکل گازی و به‌صورت ذرات معلق در هوا وجود دارند. اندازه این ذرات از قطر یک مولکول (۰/۰۰۰۲ میکرون) بزرگ‌تر و از ۵۰۰ میکرون کوچک‌تر می‌باشد. در حقیقت، شاخص‌ترین آلاینده ذرات معلق هوا PM می‌باشد (Hassanvand *et al*., 2014). سازمان بهداشت جهانی ۱۰ میکروگرم بر متر مکعب را به‌عنوان سطح "ایمن" قرار گرفتن در معرض PM2.5 تعیین کرده و این در حالی است که تخمین زده می‌شود بیش از ۹۰ درصد از جمعیت جهان در مکان‌هایی زندگی می‌کنند که کیفیت هوا از میزان تعیین‌شده بدتر است (Health Effects Institute, 2020). با توجه به روند بدتر شدن کیفیت هوا، تحقیقات در مورد تأثیرات انسانی قرار گرفتن در معرض آلودگی هوا به‌شدت گسترش‌یافته است. مطالعات مختلف نشان داده است که قرار گرفتن در معرض سطوح بالای آلودگی هوا موجب پیامدهای منفی سلامتی ازجمله مرگ‌ومیر بیشتر، کاهش مشارکت در کار، کاهش تحصیلات و کوتاه‌تر شدن قد می‌شود (Arceo *et al*., 2016; Bharadwaj *et al*., 2017; Hanna *et al*., 2011; Tan-Soo & Pattanayak, 2019). هرساله تقریباً ۷ میلیون مرگ به‌دلیل آلودگی هوا رخ می‌دهد (WHO, 2018).

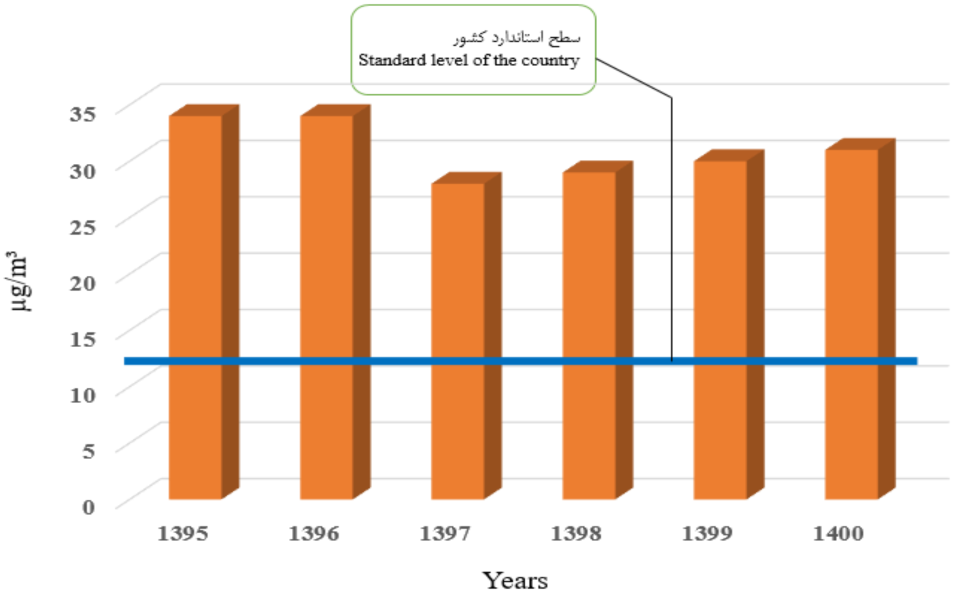
بر اساس پایگاه داده کیفیت هوا که توسط سازمان بهداشت جهانی گردآوری‌شده است، همه ۵۰ شهر آلوده جهان (از نظر سطوح سالانه غلظت PM2.5) مربوط به کشورهای با درآمد کم و متوسط می‌باشد که بیشتر آن‌ها در آسیا قرار دارند (WHO, 2018). همچنین

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: l.abolhasani@um.ac.ir)
۴- استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

https://doi.org/10.22067/jead.2024.86525.1247

بر اساس آمارهای منتشرشده از مؤسسه ارزیابی اثرات سلامت تحت عنوان گزارش کیفیت هوای جهانی (Health Effects Institute, 2020)، کشور ایران با میانگین غلظت سالانه آلودگی ۲۷/۲ میکروگرم بر متر مکعب در رتبه ۲۳ آلوده‌ترین کشورها قرار دارد. همچنین از بین بیش از ۴۷۰۰ شهر مورد مطالعه، شهر مشهد با میانگین غلظت سالانه آلودگی ۲۵/ ۶ میکروگرم بر متر مکعب در رتبه ۵۳۶ قرار داشته و غلظت سالانه‌ی آلودگی بالاتر از استاندارد تعیین‌شده توسط سازمان بهداشت جهانی می‌باشد.

شکل ۱ متوسط غلظت سالانه آلاینده ذرات معلق کمتر از دو و نیم میکرون طی سال‌های ۹۵ الی ۱۴۰۰ را نشان می‌دهد. با توجه به استاندارد سالانه ایران (۱۲ میکروگرم بر متر مکعب) در تمامی سال‌ها غلظت ذرات معلق کوچک‌تر از دو و نیم میکرون بالاتر از سطح مجاز استاندارد بوده است (Mashhad Environmental Pollutants Monitoring Center, 2021).



شکل- ۱ متوسط غلظت سالانه آلاینده $PM_{2.5}$ طی سال‌های ۹۵ الی ۱۴۰۰

Figure 1- Average annual concentration of PM2.5 pollutant during the years 2016-2021

(Mashhad Environmental Pollutants Monitoring Center, 2021)

آلودگی هوای شهرها به‌دلیل فقدان ارزش بازاری و قوانین و مقررات ویژه و یا حتی یک استراتژی ملی برای آن باکیفیت زندگی شهروندان چانه‌زنی می‌کند (Sharzehi & Jalili Kamjoo, 2013). برای بهبود آلودگی هوا لازم است در کنار استفاده از سازوکارهای قانونی و عملیاتی، از ابزارهای اقتصادی از جمله ارزش‌گذاری اقتصادی بهره گرفت. هوای پاک به‌عنوان کالای عمومی خالص در نظر گرفته می‌شود که هیچ‌کس را نمی‌توان از مصرف آن محروم کرد. یک کالای عمومی خالص غیرقابل رقابت است و بازار در تعیین قیمت برای این کالاها شکست‌خورده است و به‌اصطلاح به شکست بازار منجر می‌شود. در مواردی که بازار برای تعیین قیمت با شکست مواجه است، برای ارزش‌گذاری اقتصادی از روش‌های جایگزین استفاده می‌شود (Montazer-Hojat *et al*., 2018). افراد برای بهبود کیفیت و حفظ منابع طبیعی و افزایش مطلوبیت و رفاه خود، حاضرند مبلغی را بپردازند. در این حالت تمایل به پرداخت فرد، نشانگر ارزش‌گذاری او برای کالا است (Hanley *et al*., 1997).

بهبود کیفیت هوا و کاهش آلودگی به‌طور معمول نیازمند هزینه‌های بالا، تلاش‌های فراگیر و همکاری تمامی افراد جامعه است و اینکه آیا افراد جامعه آمادگی و تمایل به پرداخت برای بهبود کیفیت هوا را دارند و چه عواملی بر این تمایل به پرداخت اثرگذار است؟ سوال بسیار مهمی است که در مطالعات مختلف مورد بررسی قرارگرفته است. در این راستا در برخی از مهمترین مطالعاتی که اخیراً در این زمینه صورت گرفته، عواملی همچون سن افراد (Adeli *et al*., 2021; Eskandari *et al*., 2019; Hu & Liao, 2023; Sajadyan *et al*., 2020; Zhou *et al*., 2023)، میزان درآمد (Abedian *et al*., 2021; Adeli *et al*., 2021; Eskandari *et al*., 2019; Jiang *et al*., 2023; Sajadyan *et al*., 2020; Zhou *et al*., 2023)، سابقه بیماری و سلامت افراد جامعه (Abedian *et al*., 2021; Adeli *et al*., 2021; Liu *et al*., 2023; Malik *et al*., 2022)، میزان تحصیلات (Abedian *et al*., 2021; Hu & Liao, 2023; Jiang *et al*., 2023; Mao *et al*., 2020; Sajadyan *et al*., 2020)، جنسیت افراد (Hu & Liao, 2023;

(Jiang *et al*., 2023; Liu *et al*., 2023) و بعـد خـانوار (Hu & Liao, 2023; Sajadyan *et al*., 2020; Tan-Soo *et al*., 2022) اثر معنی‌داری بر تمایل به پرداخت افراد داشته‌اند.

در اکثر مطالعات انجام شده در این زمینه از روش انتخاب دوگانـه برای بررسی میزان تمایل بـه پرداخـت افـراد و عوامـل مـؤثر بـر آن اسـتفاده می‌شـود (Abedian *et al*., 2021; Adeli *et al*., 2021; Sajadyan *et al*., 2020; Tan-Soo *et al*., 2022). هرچند در این بین برخی مطالعات نظیر وانگ و یی (Wang & Ye, 2020) و وانگ و همکاران (Wang *et al*., 2018) با استفاده از مدل انتخاب گسسته چندبعدی به شکل متفاوتی تمایل به پرداخت برای بهبود آلودگی هـوا را محاسبه کردند و بررسی این مطالعات مختلف در حـوزه تمایـل بـه پرداخت برای بهبود کیفیت هوا، نشان می‌دهد که علی‌رغم گستردگی مطالعات در این زمینه، استفاده از روش انتخاب گسسته چندبعـدی در تحقیقات بسیار محدودی انجام‌شده است. همچنین، این روش تاکنون در هیچ مطالعه داخلی، بـرای ارزش‌گـذاری کیفیـت هـوا یـا در سـایر مطالعات مرتبط بـا ارزش‌گـذاری مورداسـتفاده قـرار نگرفتـه اسـت و مطالعه حاضر از این‌جهت دارای نوآوری است؛ بنابراین مطالعه حاضـر در نظر دارد تا تمایل به پرداخت سـاکنین شـهر مشـهد بـرای بهبـود آلاینده $PM_{2.5}$ و عوامل مؤثر بر این تمایل به پرداخت را با اسـتفاده از مدل انتخاب گسسته چندبعدی اندازه‌گیری کند.

روش تحقیق

در این بخش، در ابتدا به توضیح یکی از روش‌های ارزش‌گـذاری کالاهای محیطزیستی، به نام ارزش‌گذاری مشـروط و مـدل انتخـاب گسسته چندبعدی، پرداخته شده است. سپس، از الگوی اقتصادسـنجی استفاده می‌شود تا عواملی که بر تمایل شهروندان مشهدی به پرداخت برای بهبود کیفیت هوا تأثیر دارند، شرح داده شود.

روش ارزش‌گذاری مشروط

روش ارزش‌گذاری مشروط که بر اساس ترجیحات بیان‌شده افـراد می‌باشد، به‌طورمعمول بر برآورد ارزش اقتصادی کالاها و خدماتی کـه قابل‌مبادله در بازارهای واقعی نیستند، تمرکز دارد. بررسی ارزش‌گذاری مشـروط بـا توضـیح و تبیـین در مـورد تغییـر در کالاهـا یـا خـدمات محیطزیستی، آغاز می‌شود. سپس افـراد را بـرای معلـوم کـردن ایـن موضوع که آن‌ها چه مقدار حاضر به پرداخت برای تغییر خواهنـد بـود، مورد پرسش قرار می‌دهد (Lee *et al*., 2010) این روش بر دوپایه‌ی اصلی شامل ساخت بازار فرضی برای ارزش‌گذاری کـالا و یـا خـدمت موردنظر و طراحی پرسشنامه برای استخراج میزان تمایل به پرداخـت مصـرف‌کنندگان اسـتوار اسـت (Eftec (Economics for the Environment Consultancy), 2006).

یکی از مؤلفه‌های مهم در ارزش‌گذاری مشروط، تکنیک استخراج تمایل به پرداخت مصرف‌کنندگان می‌باشـد (Mitchell & Carson, 2013; Portney, 1994) که اساس روش‌های مختلف توسعه‌یافته در ارزش‌گذاری مشروط می‌باشد. در حال حاضر در ادبیات موضوع، چهـار نوع رهیافت اصلی بازی پیشنهاد، کارت پرداخت، انتهـا بـاز و انتخـاب دوگانه وجود دارد (Rowe *et al*., 1996) و در مطالعات اخیـر (Baik *et al*., 2018; Cooper *et al*., 2019; Suk, 2018; Wang & Ye, 2020; Zhao *et al*., 2018; Zvobgo, 2021) رهیافـت دیگری با عنوان مدل انتخاب گسسته چندبعدی[1] (MBDC) بـه کـار گرفته‌شده است.

نکته‌ی مهم این است کـه هـر کـدام از رهیافتهـا برآوردهـای مختلفی از تمایل به پرداخت را حاصل می‌کنند و بررسی این موضـوع که مقادیر تمایل به پرداخت به‌دست‌آمده از رهیافت‌هـای مختلـف بـه چه میزان تحت تأثیر تکنیک‌های مورداستفاده می‌باشـند، بـا آزمـایش "روایی همگرا[2]" قابل بررسی می‌باشـد (Venkatachalam, 2004). در یک آزمایش جـامع، ولـش و پـو (Welsh & Poe, 1998) نتـایج به‌دست آمده از مدل انتخاب گسسته چندبعـدی (MBDC) را کـه بـه پاسخ‌دهندگان اجازه می‌دهد در طیف گسترده‌ای از آسـتانه‌ها انتخـاب کنند با مقادیر تمایل به پرداخت استخراج‌شده از طریق کارت پرداخت، انتخاب دوگانه و انتها باز مقایسه کردند. نتایج ایـن مطالعـه نشـان داد که رهیافت انتخاب گسسته چندبعدی، عمدتاً محدوده مقادیر تمایل به پرداخت مرتبط با سه رهیافت نام‌برده را پوشش می‌دهد و ازاین‌جهـت مدل کاراتری می‌باشد.

مدل انتخاب گسسته چندبعدی

قالب MBDC از قالب "پتانسیل بازگشـت[3]" کـه توسـط جامعـه شناسان برای بررسی قدرت هنجارهای اجتماعی و سـطح رضـایت در شرایط مختلف استفاده می‌شود؛ اقتباس‌شده است (Jackson, 1960; Shelby, 1981). قالب سوال بازگشتی بالقوه یک مـاتریس دوبعـدی است، که در آن یک بعد سطوح مختلـف کـالا را مشـخص می‌کنـد و دیگری شدت ترجیحات (و یا میزان اطمینان) را نشان می‌دهد. ولـش و بیشاپ (Welsh & Bishop, 1993) نشـان دادنـد کـه ایـن قالـب بالقوه بازگشت می‌تواند برای برآورد ارزش‌گـذاری مشـروط WTP بـا توصیف یک نظرسنجی در مورد پرداخت یا عدم پرداخت برای کالای غیر بازاری، تنظیم شود. در اولین بعد این ماتریس پیشنهادهای پولی (

1- multiple-bounded discrete choice

۲- این آزمون سطح سازگاری در نتایج بدست آمده از روشهای مختلف برای برآورد یک معیار مشخص را اندازه گیری می کند. استفاده از این آزمون برای روش ارزش گذاری مشروط نشان داد که نتایج این روش با سـایر روش هـا سـازگاری مناسبی دارد.

3- return potential

که معمولاً به‌صورت افزایشی است) که به‌صورت عمودی تنظیم‌شده قرار دارد. بعد دوم (سطرهای ماتریس) به افراد این امکان را می‌دهد تا میزان اطمینان خود را برای نظر دادن برای هر پیشنهاد پولی بیان کنند.

اساس رهیافت انتخاب گسسته بر پایه‌ی رویکردهای کارت پرداخت و انتخاب دوگانه می‌باشد. این روش از تعمیم مدل‌های دوبعدی (Hanemann *et al.*, 1991; Welsh & Bishop, 1993) و تلفیق آن با روش کارت پرداخت تعریف‌شده است. در این رویکرد، علاوه بر بازه‌های مربوط به مقادیر پولی در کارت پرداخت و انتخاب دوگانه ، بازه‌هایی برای برآورد سطح اطمینان رأی مربوط به هر آستانه پولی نیز ارائه می‌گردد. به‌این‌ترتیب، اطلاعات جمع‌آوری‌شده با در نظر گرفتن آستانه‌های پولی اضافی و احتمالات برای پاسخگویی مثبت، فراتر از سؤالات سنتی انتخاب دوگانه و یا کارت پرداخت است.

برای برآورد تمایل به پرداخت هر فرد از داده‌های جمع‌آوری‌شده، از مدل حداکثر راست نمایی بازه‌ای استفاده می‌شود (Cameron & Huppert, 1989) که در آن احتمال مقادیر معین برای پارامترهای جامعه مورد ارزیابی و بررسی قرار می‌گیرد. تابع درستنمایی متناظر برای برآورد تمایل به پرداخت هر فرد در رابطه (۱) آمده است:

$$ln(L) = \sum_{i=1}^{n} ln\left[F(X_{iU};\beta)\ - F(X_{iL};\beta)\right] \quad (۱)$$

که L تمایل به پرداخت فرد i ، X_{iU} و X_{iL} به‌ترتیب حداکثر و حداقل آستانه پولی که فرد iام حاضر به پرداخت آن است. $F(X_i;\beta)$ نشان‌دهنده‌ی یک تابع توزیع تجمعی برای WTP_i است و تابع استاندارد لجستیک متناظر آن برابراست با:

$$F(X_i;\beta) = \frac{1}{1+e^{-(\alpha+\beta x)}} \quad (۲)$$

بنابراین اگر برای فردی مشخص، تابع احتمال پذیرش مبلغ معین (X) برابر $F(X_i;\beta)$ باشد، پس احتمال اینکه آن فرد همان مبلغ را نپذیرد برابر $1 - F(X_i;\beta)$ است. بنابراین احتمال قرار گرفتن WTP_i برای افرادی که تمایل به پرداخت دارند بین هر دو آستانه پولی $[X_{iL}, X_{iU}]$ مختلف و برابر $F(X_{iU};\beta) - F(X_{iL};\beta)$ می‌باشد.

که X_i مبالغ پیشنهادی و β برداری از پارامترها می‌باشد که تحت تأثیر ویژگی‌های اجتماعی–اقتصادی و سلیقه‌ی فردی قرار دارد.

مدل بالا می‌تواند تمایل به پرداخت را برای هر یک از سطوح قطعیت محاسبه کند؛ بنابراین برای هر یک از سطوح قطعیت تمایل به پرداخت محاسبه می‌شود. ولش و پو (Welsh & Poe, 1998) دریافتند نتایج ارزش‌گذاری مشروط در مدل‌های با قطعیت بالاتر اعتبار داشته و پیشنهاد دادند که ارزش‌های به‌دست آمده از مدل "قطعا بله" برای تصمیم‌گیری مناسب‌تر است (Venkatachalam, 2004) و همچنین یافته‌های ناشی از معیار روایی مطالعات نشان دادند که نسبت تناسب پاسخ‌دهندگان مدل انتخاب گسسته چندبعدی " قطعاً بله "و" احتمالاً بله "پیش‌بینی خوبی برای میزان مشارکت واقعی در ارزش‌گذاری برای یک کالای عمومی است (Vossler *et al.*, 2004). بنابراین در این پژوهش نیز میزان تمایل به پرداخت برای مدل " قطعا بله" برآورد خواهد شد.

طراحی مدل انتخاب گسسته چندبعدی

همان‌طور که در بالا اشاره شد، مدل انتخاب گسسته چندبعدی به مشارکت‌کنندگان یک ماتریس پاسخ یا پانل را ارائه می‌دهد. در این ماتریس، پیشنهادها (که به‌طور صعودی مرتب‌شده‌اند) در جهت عمودی و سطوح اطمینان نظرسنجی در جهت افقی قرار دارند (جدول ۱). برای طراحی بهینه تعداد پیشنهادها رووی و همکاران (Rowe *et al.*, 1996) استفاده از یک تابع پاسخ با فرم نمایی (رابطه ۲) را برای تولید مجموعه‌ای از n پیشنهاد استفاده کردند (Cooper *et al.*, 2011, 2019; Vossler *et al.*, 2004).

$$B_n = B_1 \times (1+k)^{n-1} \quad (۳)$$

در این رابطه، k مقداری ثابت و مثبت، B_n و B_1 به‌ترتیب بالا و پایین‌ترین سطح پیشنهادهای پولی[1] و n تعداد پیشنهادها می‌باشد. در مطالعه حاضر با استفاده از مقدار k برابر با ۰/۲۸۶ که در نظرسنجی نسخه ۴ مطالعه رووی و همکاران (Rowe *et al.*, 1996) پیشنهاد شده است، و با در نظر گرفتن ۲۰۰ هزار تومان به‌عنوان بالاترین سطح پیشنهاد و ۱۰ هزار تومان به‌عنوان پایین‌ترین سطح پیشنهاد، تعداد ۱۳ پیشنهاد در ۵ سطح اطمینان به شکلی که در جدول ۱ آمده است، ایجاد گردید.

عوامل مؤثر تمایل به پرداخت

در مطالعه حاضر، پس از برآورد میزان تمایل به پرداخت، عوامل مؤثر بر میزان تمایل به پرداخت مورد بررسی قرار خواهد گرفت. ازآنجاکه متغیر وابسته مورد مطالعه ماهیتاً حالت ترتیبی دارد و افراد گزینه " قطعا بله" را در آستانه‌های پولی که به‌صورت افزایشی مرتب‌شده‌اند، انتخاب می‌کنند، بنابراین برای تحلیل این رفتار مبتنی بر یک متغیر وابسته رتبه‌بندی شده، از الگوی لاجیت ترتیبی استفاده می‌شود که مبتنی بر یک متغیر پنهان پیوسته می‌باشند. این مدل به‌صورت رابطه (۴) مشخص می‌شود:

$$y_i^* = \hat{\beta} x_i + \varepsilon_i \quad (۴)$$

[1] این مبالغ در مطالعه حاضر با انجام پیش مطالعه در جامعه مورد نظر تعیین شدند.

جدول ۱– قالب مدل انتخاب گسسته چندبعدی

Table 1– Multiple-bounded discrete choice format

مقادیر پولی پیشنهادها Monetary values of offers	قطعا بله Definitely yes	احتمالا بله Probably yes	مطمئن نیستم Not sure	احتمالا نه Probably no	قطعا نه Definitely no
۱۰ هزارتومان 10 Thousand Tomans					
۱۳ هزارتومان 13 Thousand Tomans					
۱۷ هزارتومان 17 Thousand Tomans					
۲۱ هزارتومان 21 Thousand Tomans					
۲۷ هزارتومان 27 Thousand Tomans					
۳۵ هزارتومان 35 Thousand Tomans					
۴۵ هزارتومان 45 Thousand Tomans					
۵۸ هزارتومان 58 Thousand Tomans					
۷۵ هزارتومان 75 Thousand Tomans					
۹۵ هزارتومان 95 Thousand Tomans					
۱۲۰ هزارتومان 120 Thousand Tomans					
۱۵۵ هزارتومان 155 Thousand Tomans					
۲۰۰ هزارتومان 200 Thousand Tomans					

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

که y_i^* متغیر وابسته میزان تمایل پرداخت افراد با درجه اطمینان "قطعا بله"، $\hat{\beta}$ بردار پارامترهـای قابـل بـرآورد ، x_i بـردار متغیرهـای توضیحی غیر تصادفی مشاهده‌شده می‌باشد که ویژگی‌های اقتصـادی – اجتماعی فرد i ام نظیر سن، جنس، تحصیلات، تعداد اعضای خانوار و درآمد ماهانه را اندازه‌گیری کرده و ε_i به‌عنوان جزء خطا است.

اگر فرض شود y_i متغیر گسسته و قابل‌مشاهده که بیانگر سـطوح مختلف تمایل به پرداخت افـراد باشـد، ارتبـاط میـان متغیـر غیرقابـل مشـاهده y_i^* و متغیـر قابل‌مشـاهده، از الگـوی لاجیـت ترتیبـی y_i به‌صورت رابطه (۵) ذیل به‌دست می‌آید (Maddala, 1983):

$$\begin{aligned} &y_i = 1 \quad if \quad \mu_0 \le y_i^* \le \mu_1\,, \qquad i = 1,\dots,n \\ &y_i = 2 \quad if \quad \mu_1 \le y_i^* \le \mu_2\,, \qquad i = 1,\dots,n \\ &y_i = 3 \quad if \quad \mu_2 \le y_i^* \le \mu_3\,, \qquad i = 1,\dots,n \\ &\dots \quad \dots \quad \dots \qquad \dots \\ &y_i = j \quad if \quad \mu_{j-1} \le y_i^* \le \infty, \qquad i = 1,\dots,n \end{aligned} \tag{۵}$$

که در آن n، اندازه نمونه مورد بررسی و μ ها آستانه‌هایی هسـتند که پاسخ‌های مشاهده‌شده‌ی گسسـته را تعریـف مـی‌کننـد و بایسـتی برآورد شوند. احتمال اینکه $y_i = j$ باشد، توسط رابطـه (۶) محاسـبه می‌شود :

$$\begin{aligned} pr(y_i = j) &= pr(y_i \ge \mu_{j-1}) \\ &= pr(\varepsilon_i \ge \mu_{j-1} - \beta'_{xi}) = F(\beta'_{xi} - \mu_{j-1}) \end{aligned} \tag{۶}$$

در بیان احتمال تجمعی الگوی لاجیت ترتیبی، احتمال اینکه فـرد iام سطح jام یـا پایین‌تر را به خود اختصـاص دهـد، بـرآورد می‌کنـد. نکته‌ی قابل‌توجه ایـن است که بر خلاف الگوی لایـت چندجملـه‌ای، گروه‌های پاسخ در الگوی لاجیت ترتیبـی بیانگر سـطوحی ترتیبگونـه میان خود می‌باشند که به‌صورت رابطه (۷) تصریح می‌شود:

$$\begin{aligned} log\left[\frac{\gamma_j(x_i)}{1-\gamma_j(x_i)}\right] &= \mu_j[\beta_1 x_{1i} \\ &+ \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki}] \end{aligned} \tag{۷}$$

$j = 1,.,J; i = 1,\dots,n$

که γ_j احتمال تجمعی به‌صـورت= $\gamma_j(x_i) = \gamma(\mu_j - \beta'_{xi})$

$P(y_i \leq j)$ می‌باشد. β بردار ستونی پارامترها $(\beta_1, \beta_2, \dots \beta_k,)$ و x_i بردار ستونی متغیرهای توضیحی می باشد. لازم به ذکر است که μ_j تنها به احتمال طبقه‌ای پیش‌بینی وابسته است و به متغیرهای توضیحی بستگی ندارد. علاوه بر این، قسمت قطعی $\beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \cdots \beta_k x_{ki}$ بخش مستقل طبقه می‌باشد. این دو ویژگی متضمن ترتیبی بودن گروههای پاسخ بوده و نشان می‌دهند که نتایج، مجموعه‌ای از خطوط موازی می‌باشند.

آزمون رگرسیون‌های موازی، منطقی بودن فرضیه‌ی برابری پارامترها برای تمامی گروهها را ارزیابی می‌کند. این آزمون، الگوی برآوردشده با یک مجموعه‌ی ضرایب برای تمامی گروهها را با الگویی با مجموعه‌ای مجزا از ضرایب برای هر گروه مقایسه می‌کند. به‌عبارت‌دیگر، چنانچه فرضیه‌ی صفر این آزمون، که همان الگوی فعلی برآورد شده می‌باشد، مورد قبول واقع شود، نشانگر آن است که پارامترهای وضعیت برای همه‌ی گروههای پاسخ، یکسان هستند. به دلایل مختلفی همچون به‌کارگیری تابع ارتباط ناصحیح، استفاده از الگوی غلط و ترتیب غلط گروههای متغیر وابسته، ممکن است الگوی عمومی، ارتقای معنی‌داری در برازش نسبت به الگوی فعلی داشته باشد.

آماره‌ی χ^2 آزمون رگرسیون‌های موازی، از رابطه‌ی $\chi^2 = -2LogLikelihood_{Cm} - (-2LogLikelihood_{GM})$ محاسبه می‌شود؛ که Cm و Gm به‌ترتیب نشانگر الگوی فعلی و الگوی عمومی می‌باشند. چنانچه χ^2 محاسبه‌شده از طریق رابطه‌ی فوق از χ^2 جدول بیشتر باشد، نشان‌دهنده‌ی عدم قبول فرض صفر- برازش صحیح الگوی فعلی- می‌باشد.

پارامترهای برآورد شده از طریق روش برآورد حداکثر راست نمایی که احتمال طبقه‌بندی صحیح را حداکثر می‌کند، به‌دست می‌آیند.

$$L(y|\beta; \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_{j-1}) = \prod_{i=1}^{n} \prod_{j=0}^{J} \begin{bmatrix} \gamma(\mu_j - \beta'_{xi}) \\ -\gamma(\mu_{j-1} - \beta'_{xi}) \end{bmatrix}^{z_{ij}} \qquad (۸)$$

که Z_{ij} یک متغیر دوتایی است که زمانی که گروه مشاهده‌شده برای فرد i برابر j باشد، مساوی یک و در غیر این صورت صفر خواهد شد. در فرآیند حداکثرسازی از الگوریتم نیوتون- رافسون[1] استفاده می‌شود. در این الگو، مقدار R^2_{pseudo} که ارزشی بین صفر و یک دارد، تفسیر طبیعی و معمولی R^2 را ندارد و در تفسیر آن تنها می‌توان گفت که با افزایش قدرت برازش الگو مقدار آن افزایش می‌یابد (Greene, 2003).

در این الگو، تفسیر ضرایب به‌صورت مستقیم انجام نمی‌شود. زمانی که یک متغیر پیش‌بینی کننده افزایش می‌یابد، تغییر در احتمال، علاوه بر این‌که وابسته به ارزش پیش‌بینی کننده است، به سایر متغیرها نیز بستگی دارد. از آنجاکه این تغییر در احتمال، ثابت نیست، لذا تفسیر ضرایب به‌صورت مستقیم انجام نمی‌شود. بنابراین در اینجا تنها جهت تغییر احتمال (علامت ضریب) برای گروههای نهایی (ابتدایی و انتهایی) قابل‌مشاهده است (Liao, 1994). به‌عنوان‌مثال، علامت مثبت ضریب β_k به این معنی است که چنانچه ارزش متغیر پیش‌بینی کننده به‌اندازه Δx_k افزایش یابد، احتمال رخداد نخستین طبقه کاهش می‌یابد، در حالی‌که احتمال آخرین طبقه افزایش خواهد یافت. بنابراین در این حالت، جهت تغییر در طبقات میانی نامشخص می‌باشد.

اثر نهایی یک واحد تغییر در پیش‌بینی کننده‌ی x_k بر احتمال طبقه‌ی j ، به‌صورت رابطه (۹) محاسبه می‌شود (Liao, 1994):

$$\frac{\delta P(y_i = j|x_i)}{\delta x_k} = \begin{bmatrix} \dfrac{\delta\gamma(\mu_j - \beta'_{xi})}{\delta x_k} \\ -\dfrac{\delta\gamma(\mu_{j-1} - \beta'_{xi})}{\delta x_{k}} \end{bmatrix} = [\lambda(\mu_{j-1} - \beta'_{xi}) - \lambda(\mu_j - \beta'_{xi})]\beta_k \qquad (۹)$$

که $\lambda_j(x_i) = \delta\gamma_j(x_i) / \delta x_k$ ، $\mu_0 = -\infty$ و $\mu_j = +\infty$ می‌باشد.

با توجه به این‌که اثر نهایی به ارزش‌های کلیه متغیرهای توضیحی وابسته است، تصمیم‌گیری برای به‌کارگیری ارزش‌های متغیرها در برآورد، بسیار حائز اهمیت می‌باشد. معمولاً اثر نهایی در ارزش‌های میانگین متغیرها محاسبه می‌شود. با توجه به این‌که مجموع احتمالات، همواره برابر یک است، بنابراین مجموع اثرات نهایی برای هر متغیر برابر صفر خواهد بود.

پس از دسته‌بندی تمایل به پرداخت به‌صورت ترتیبی و تخمین پارامترهای مدل، برای محاسبه میانگین تمایل به پرداخت در مدل‌هایی که به‌صورت لاجیت و پروبیت ترتیبی هستند، می‌توان از روشی که تیان و همکاران (Tian *et al.*, 2011) پیشنهاد کردند، به‌صورت رابطه (۱۰) استفاده کرد.

$$WTP = \frac{\sum_{k=0}^{n}(A_k \times P_k)}{(\sum_{k=0}^{n} P_k)} \qquad (۱۰)$$

در رابطه فوق، WTP میانگین تمایل به پرداخت، A_k نشان‌دهنده تمایل به پرداخت انتخابی فرد k ام و P_k نشان‌دهنده احتمالات تخمین زده‌شده از مدل لاجیت ترتیبی است.

پژوهش حاضر با هدف کاربردی انجام‌شده و از روش پیمایشی برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده کرده است. جامعه آماری این تحقیق شامل ساکنان شهر مشهد است. بررسی اطلاعات ثبت‌شده در رابطه با جمعیت منطقه نشان می‌دهد که روش نمونه‌گیری تصادفی ساده و یا نمونه‌گیری طبقه‌ای به دلیل عدم وجود سیستم شماره‌گذاری و

1- Newton –Raphson

فهرست برداری برای همه افراد امکان‌پذیر نمی‌باشد. علاوه بر آن، انجام نمونه‌گیری‌های فوق پرهزینه و زمان‌بر می‌باشد (Levy & Lemeshow, 2008). بنابراین در پژوهش حاضر از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای استفاده شد. این روش نمونه‌گیری برای مواقعی که منطقه‌ی مورد مطالعه محدوده‌ی جغرافیایی وسیعی را پوشش می‌دهد، بسیار استفاده می‌شود. برای محاسبه‌ی حجم نمونه در نمونه‌گیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای بایستی میانگین حجم نمونه در هر خوشه و تعداد خوشه‌های مورد نیاز برای نمونه‌گیری را با در نظر گرفتن واریانس‌های درون خوشه و بین خوشه‌ها برای صفت مورد مشاهده که در مطالعه حاضر درآمد افراد می‌باشد، از طریق روابط آماری مربوطه بدست آورد؛ لازم به ذکر است که هر چند ممکن است واریانس‌های درون خوشه و بین خوشه‌ها برای صفت مورد مشاهده بر اساس اطلاعات گذشته موجود باشد اما در عمل مجهول هستند و برای محاسبه دقیقتر باید آن‌ها را توسط یک نمونه اولیه برآورد نمود. بنابراین در مطالعه حاضر در مرحله اول یک پیش مطالعه جهت تعیین واریانس‌های مد نظر انجام شد و پس از محاسبات مربوطه در مرحله بعد تعداد ۳۳ محله از تمامی مناطق شهر مشهد به‌عنوان خوشه به‌طور تصادفی انتخاب و سپس میانگین حجم نمونه در هر خوشه ۱۰ عدد تعیین شد. در نهایت حجم نمونه تحقیق حاضر با استفاده از این روش معادل ۳۳۰ تعیین شد که برای اطمینان بیشتر و ارزیابی دقیق‌تر، ۴۰۰ نمونه بصورت حضوری در سطح شهر مشهد تکمیل شدند و درنهایت از ۳۴۳ نمونه برای انجام پژوهش استفاده شد. متغیر وابسته در این تحقیق تمایل به پرداخت مردم برای بهبود کیفیت ذرات معلق $PM_{2.5}$ موجود در هوا که طبق جدول ۱ در ۱۳ دسته، طبقه‌بندی‌شده است می‌باشد. متغیرهای مستقل تحقیق نیز شامل اطلاعات اقتصادی – اجتماعی افراد نظیر میزان تحصیلات، سن، جنسیت، وضعیت تاهل، حضور کودک در خانواده، بعد خانوار، بیماری‌های مزمن مربوط به ریه (مانند آسم، بیماری مزمن انسدادی ریوی، سرطان ریه، برونشیت مزمن و ....) و درآمد افراد می‌باشد. شرح متغیرهای مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

مدل تجربی پژوهش حاضر به شکل رابطه (۱۱) می‌باشد:

$$y_i = \beta_1 edu_i + \beta_2 income_i + \beta_3 illness + \beta_4 size_i + \beta_5 age_i + \beta_6 sex_i + \beta_7 married_i + \beta_8 child_i \quad (۱۱)$$

که Y سطوح تمایل به پرداخت افراد، edu سطح تحصیلات، income درآمد، illness بیماری، size بعد خانوار، age سن افراد، sex جنسیت، married وضعیت تاهل و child بیانگر حضور کودک در خانواده می‌باشد. آمار و اطلاعات مربوط به تحقیق حاضر در سال ۱۴۰۱ جمع‌آوری گردید و برای تحلیل داده‌ها و تخمین مدل رگرسیون لاجیت رتبه‌ای از نرم‌افزارهای Microsoft Excel 2013 و Stata14 استفاده گردید.

نتایج

در مطالعه حاضر، از الگوی لاجیت ترتیبی به‌منظور برآورد تمایل به پرداخت و عوامل مؤثر بر آن برای بهبود کیفیت آلاینده $PM_{2.5}$ در شهر مشهد استفاده شده است. جدول ۳ نتایج توصیفی متغیرهای مورد مطالعه بر اساس اطلاعات جمع‌آوری‌شده از طریق پرسشنامه‌ها را نشان می‌دهد. بر اساس اطلاعات جدول مذکور، میانگین بعد خانوار ۳/۷۷ نفر با میانگین سنی ۳۹/۹۷ بوده که نشان می‌دهد افراد مورد مطالعه نسبتا بزرگسال هستند. بر اساس اطلاعات جدول ۳ میزان تحصیلات افراد بیشتر در سطح دیپلم و لیسانس به‌ترتیب با فراوانی ۴۳/۴۴ و ۳۳/۸۲ درصد می‌باشد. ۷۵/۲۲ درصد افراد مطالعه متاهل و باقی افراد مجرد بودند که از این بین، ۴۱/۴ درصد افراد را مردان و ۵۸/۶ افراد مطالعه را زنان تشکیل دادند. افراد بیمار مطالعه ۱۱/۹۵ درصد نمونه را تشکیل دادند و حضور کودک در ۳۵/۲۸ درصد خانوارها مشاهده شد. نتایج فراوانی درآمد افراد نیز نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی برابر ۵۰/۷۳ و مربوط به افراد با درآمد بین ۴ تا ۸ میلیون و کمترین فراوانی درآمد با ۱/۴۶ درصد مربوط به افراد با درآمدی بالای ۲۰ میلیون می‌باشد. سایر اطلاعات آماری نیز در جدول ۳ ارائه‌شده است.

جدول ۴ نتایج توزیع فراوانی تمایل به پرداخت افراد برای بهبود کیفیت هوا (متغیر وابسته) را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که از میان ۱۳ پیشنهاد پولی موجود در جدول ۱ که قبلاً در روش تحقیق به آن اشاره شد، توزیع فراوانی تمایل به پرداخت با سطح اطمینان "قطعا بله" شامل ۴ پیشنهاد پولی می‌شود. این سطوح پیشنهادهای پولی شامل سطح کمتر از ۱۰ هزار تومان، بین ۴۵ الی ۵۸ هزارتومان، بین ۹۵ الی ۱۲۰ هزار تومان و بین ۱۵۵ الی ۲۰۰ هزار تومان بودند که به‌ترتیب تحت عنوان گروه‌های تمایل به پرداخت ۱ الی ۴ دسته‌بندی شدند. همان‌گونه که از نتایج جدول ۴ مشخص است حدود ۲۲/۴۵ درصد افراد به‌طور قطع تمایل به پرداخت کمتر از ۱۰ هزار تومان برای بهبود کیفیت هوا داشته‌اند. حدود ۶۰/۰۶ درصد افراد نیز تمایل به پرداختی بین ۴۵ الی ۵۸ هزار تومان داشته و این میزان برای افرادی که تمایل به پرداخت بین ۹۵ الی ۱۲۰ هزار تومان و افرادی که مبالغی بین ۱۵۵ الی ۲۰۰ هزار تومان را قطعا پرداخت می‌کنند به‌ترتیب برابر ۵/۸۳ و ۱۱/۶۶ درصد می‌باشد. این یافته نشان می‌دهد که حجم بسیاری از افراد برای تمایل به پرداخت در گروه ۲ (بین ۴۵ الی ۵۸ هزار تومان) قرار دارند.

جدول ۲- شرح متغیرهای موردمطالعه

Table 2– Describing study variables

متغیر وابسته Dependent variable	تعریف Definition
تمایل به پرداخت برای بهبود وضعیت هوا Willingness to pay for air quality improvement	تمایل به پرداخت با سطوح اطمینان "قطعا بله" طبقه‌بندی‌شده در سطوح مختلف از ۱ الی ۱۳ The Willingness to pay, classified under the certainty levels of "definitely yes," categorized across different levels from 1 to 13
متغیرهای مستقل Independent variables	**تعریف متغیر Definition**
تحصیلات Education	سطح طبقه‌بندی تحصیلات افراد(بی‌سواد=۰، سیکل=۱، دیپلم=۲، لیسانس=۳، فوق‌لیسانس و بالاتر= ۴) Classification of individuals' educational levels (Illiterate= 0, Primary school= 1, Diploma= 2, Bachelor's degree= 3, Master's degree and above = 4)
حضور کودک در خانواده Child's presence in the family	بله =۱، خیر=۰ Yes = 1, No = 0
وضعیت تاهل Marital status	بله =۱، خیر=۰ Yes = 1, No = 0
جنسیت Gender	مرد =۱، زن=۰ Male = 1, Female = 0
سن Age	تعداد سال Number of years
بعد خانوار Family size	تعداد افراد خانواده Number of family members
بیماری مزمن مربوط به ریه Chronic lung disease	بله =۱، خیر=۰ Yes = 1, No = 0
درآمد Income	سطح طبقه‌بندی‌شده درآمد ماهانه افراد(بدون درآمد=۰، کمتر از ۴ میلیون=۱، بین ۴ تا ۸ میلیون=۲، بین ۸ تا ۱۲ میلیون=۳، بین ۱۲ تا ۱۶میلیون= ۴، بین ۱۶ تا ۲۰ میلیون=۵ و بالاتر از ۲۰ میلیون=۶) Classification of individuals' monthly income (No income = 0, less than 4 Million = 1, between 4 and 8 Million = 2, between 8 and 12 Million = 3, between 12 and 16 Million = 4, between 16 and 20 Million = 5 and above 20 Million = 6)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

نتایج آزمون برنت در جدول ۵ ارائه‌شده است. نتایج این جدول نشان می‌دهد که آماره کای-دو هم به‌طور کل و هم برای تک تک متغیرهای توضیحی معنی‌دار نیست. این نتیجه به معنای این است که فرضیه برابری ضرایب متغیرهای توضیحی برای همه گروه‌ها تائید می‌شود. به‌عبارت دیگر، ارزش‌های پارامترهای وضعیت برای تمامی گروه‌های متغیر وابسته ثابت و یکسان است. این نتیجه نشان می‌دهد که تخمین الگوی لاجیت ترتیبی به‌عنوان یک روش تحلیلی برای این داده‌ها از مبانی محکمی برخوردار بوده و می‌تواند به درک بهتر از رابطه متغیرهای توضیحی با متغیر وابسته کمک کند.

نتایج تخمین الگوی لاجیت ترتیبی در جدول ۶ گزارش شده است. در الگوهای با متغیر وابسته محدودشده، ضرایب برآوردی به‌طور مستقیم قابل تفسیر نیستند و علامت این ضرایب نشان‌دهنده‌ی جهت اثرگذاری متغیرهای مستقل بر احتمال قرار گرفتن در سطوح مختلف متغیر وابسته است. آماره Pseudo R^2 نشان می‌دهد الگوی برآوردی از سطح مناسبی از نیکویی برازش برخوردار است. مقدار آماره کی دو محاسبه‌شده نیز نشان‌دهنده‌ی معنی‌داری کل رگرسیون است. همانگونه که از نتایج جدول ۶ مشخص است، ضریب مثبت و معنی‌دار متغیر تحصیلات نشان می‌دهد که با افزایش تحصیلات، افراد با احتمال بیشتری در سطوح بالای تمایل به پرداخت برای بهبود کیفیت هوا قرار می‌گیرند. به اعتقاد بکر (Becker, 2009) ارتقای سطح تحصیلات می‌تواند بهبود موجودی سرمایه انسانی فرد را به دنبال داشته و افزایش سطح سرمایه انسانی می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی توانایی پرداخت شخصی فرد را افزایش دهد و بنابراین سال‌های تحصیل تأثیر مثبت قابل‌توجهی بر تمایل فرد به پرداخت دارد((Hu & Liao, 2023) این نتیجه با یافته‌های ژیانگ و همکاران (Jiang et al., 2023)، هو و لیائو (Hu & Liao, 2023)، ژو و همکاران (Zhou et al., 2023) و مائو و همکاران (Mao et al., 2020) همخوانی دارد.

جدول ۳- نتایج توصیفی متغیرهای مستقل موردمطالعه

Table 3- Descriptive results of independent variables

متغیرهای پیوسته Continuous variables	میانگین Average	انحراف معیار Standard deviation	حداقل Minimum	حداکثر Maximum
سن Age	39.97	14.71	18	80
بعد خانوار Family size	3.77	1.33	1	7
متغیرهای گسسته Discrete variables	**دسته‌بندی Category**	**فراوانی نسبی Relative frequency**		
تحصیلات Education	بی‌سواد Illiterate	4.66		
	سیکل Primary school	13.7		
	دیپلم Diploma	43.44		
	لیسانس Bachelor's degree	33.82		
	فوق و بالاتر Master's degree and above	4.37		
حضور کودک در خانواده Child's presence in the family	بله Yes	35.28		
	خیر No	64.72		
وضعیت تاهل Marital status	بله Yes	75.22		
	خیر No	24.78		
جنسیت Gender	مرد Male	41.4		
	زن Female	58.6		
بیماری Disease	بله Yes	11.95		
	خیر No	88.05		
درآمد Income	صفر No income	16.03		
	کمتر از ۴ میلیون Less than 4 Million	8.45		
	بین ۴ الی ۸ میلیون Between 4 and 8 Million	50.73		
	بین ۸ الی ۱۲ میلیون Between 8 and 12 Million	15.45		
	بین ۱۲ الی ۱۶ میلیون Between 12 and 16 Million	6.12		
	بین ۱۶ الی ۲۰ میلیون Between 16 and 20 Million	1.75		
	بالاتر از ۲۰ میلیون and above 20 Million	1.46		

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۴- نتایج توزیع فراوانی متغیر وابسته

Table 4- The results of frequency distribution of the dependent variable

سطوح تمایل به پرداخت افراد **People's Willingness to pay levels**	فراوانی **Frequency**	فراوانی نسبی **Relative frequency**	فراوانی تجمعی **Cumulative frequency**
گروه ۱ (کمتر از ۱۰ هزار تومان) Group 1 (Less than 10 Thousand Tomans)	77	22.45	22.45
گروه ۲ (بین ۴۵ الی ۵۸ هزارتومان) Group 2 (Between 45 and 58 Thousand Tomans)	206	60.06	82.51
گروه ۳ (بین ۹۵ الی ۱۲۰هزار تومان) Group 3 (Between 95 and 120 Thousand Tomans)	20	5.83	88.34
گروه ۴ (بین ۱۵۵ الی ۲۰۰ هزار تومان) Group 4 (Between 155 and 200 Thousand Tomans)	40	11.66	100
کل Total	343	100	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۵- نتایج آزمون برنت برای فرضیه رگرسیون موازی

Table 5- Results of brant test of parallel regression assumption

متغیرها **Variables**	آماره Chi^2 **Chi^2 statistic**	**P-Value**
تحصیلات Education	0.78	0.676
حضور کودک در خانواده Child's presence in the family	5.31	0.07
وضعیت تاهل Marital status	3.27	0.26
جنسیت Gender	0.71	0.7
سن Age	3.09	0.214
بعد خانوار Family size	0.07	0.967
بیماری Disease	2.59	0.224
درآمد Income	4.96	0.084
به‌صورت کلی	22.88	0.117

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۶- نتایج حاصل از برآورد مدل لاجیت ترتیبی
Table 6- The results from estimation of ordered Logit model

متغیر وابسته: تمایل به پرداخت Dependent variable: Willingness to pay	ضریب Coefficient	انحراف استاندارد The standard deviation	آماره Z Z statistic	P-Value
متغیرهای مستقل				
تحصیلات Education	0.525	0.153	3.44	0.001
حضور کودک در خانواده Child's presence in the family	0.082	0.263	0.31	0.755
وضعیت تاهل Marital status	0.063	0.354	0.18	0.858
جنسیت Gender	-0.088	0.253	-0.35	0.727
سن Age	0.024	0.0106	2.33	0.020
بعد خانوار Family size	-0.194	0.098	-1.98	0.047
بیماری Disease	0.989	0.38	2.6	0.009
درآمد Income	1.02	0.118	3.66	0.009

Log Likelihood=150.87
Prob > Chi2 = 0.0000
Pseudo R2 = 0.2079
مأخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research findings

متغیر سن در سطح ۵ درصد به‌طور مثبت و معنی‌دار بر تمایل به پرداخت افراد و احتمال قرارگیری آن در سطوح بالاتر اثرگذار است. این نتیجه می‌تواند ناشی از این امر باشد که جوانان به میزان کمتری نسبت به افراد مسن تحت تأثیر اثرات مخرب آلودگی هوا قرار می‌گیرند و همچنین هزینه‌های اضافی مراقبت‌های سلامت کمتری دارند. نتایج مطالعات عادلی و همکاران (Adeli et al., 2021)، مطالعات سجادیان و همکاران (Sajadyan et al., 2020)، و هو و لیائو (Hu & Liao, 2023) نیز این یافته را تائید می‌کنند.

بعد خانوار نیز اثری منفی و معنی‌دار بر تمایل به پرداخت افراد برای بهبود کیفیت هوا داشته و هرچه تعداد افراد بیشتر باشد، احتمال پاسخگویی مثبت به گزینه‌های بالاتر تمایل به پرداخت کمتر می‌شود. ممکن است این نتیجه نشان‌دهنده محدودیت‌های بودجه بوده که با افزایش تعداد افراد، هزینه‌های خانوار نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه، تمایل کمتری به پرداخت مبالغ بالاتر در افراد ایجاد شود. در مطالعات سجادیان و همکاران (Sajadyan et al., 2020)، اسکندری دامنه و همکاران (Eskandari et al., 2019) و تان-سو و همکاران (Tan-Soo et al., 2022) نیز این رابطه منفی برقرار است.

ضریب مثبت و معنی‌دار بیماری تنفسی نیز نشان می‌دهد که میان تمایل به پرداخت افراد بیمار و سالم تفاوت معنی‌دار وجود داشته و افراد دارای بیماری تنفسی به احتمال بیشتری گزینه "قطعا بله" را در سطوح بالای مبالغ تمایل به پرداخت برای بهبود کیفیت هوا انتخاب می‌کنند. از آنجایی که تأثیر مخرب آلاینده‌های هوا بر سیستم تنفسی به‌طور مداوم در سال‌های اخیر گزارش‌شده است که آلودگی هوا یکی از عوامل اصلی ایجاد و تشدیدکننده بسیاری از بیماری‌های تنفسی است که این نتیجه دور از انتظار نبود (Liu et al., 2023). مطالعات عابدیان و همکاران (Abedian et al., 2021)، عادلی و همکاران (Adeli et al., 2021)، لیو و همکاران (Liu et al., 2023) و مالیک و همکاران (Malik et al., 2022) نیز این نتیجه را تائید کردند.

تأثیر مثبت و معنی‌دار متغیر درآمد نیز نشان‌دهنده این است که افراد با درآمد ماهانه بالاتر با احتمال بیشتری در گروه‌های بالاتر تمایل به پرداخت قرار می‌گیرند. طبیعی است که افزایش درآمد فرد معمولاً توانایی او در پرداخت نیازها و تعهدات خود را افزایش می‌دهد و این نتیجه نشان می‌دهد که افراد با درآمد بالاتر پول بیشتری را برای بهبود کیفیت هوای اطراف خود در ازای زندگی بهتر اختصاص خواهند داد. این نتیجه با نتایج مطالعات عادلی و همکاران (Adeli et al., 2021)، عابدیان و همکاران (Abedian et al., 2021)، سجادیان و همکاران (Sajadyan et al., 2020)، اسکندری دامنه و همکاران (Eskandari et al., 2019)، ژیانگ و همکاران (Jiang et al., 2023)، ژو و همکاران (Zhou et al., 2023) و هو و لیائو (Hu

& Liao, 2023) همخوانی دارد.

از یافته‌های قابل‌توجه مطالعه حاضر، میزان تمایل به پرداخت برآوردشده برای بهبود کیفیت هوا می‌باشد. پس از برآورد الگوی لاجیت ترتیبی و پارامترهای تخمینی، با استفاده از معادله (۱۰) که در قسمت قبل شرح داده شد، میانگین تمایل به پرداخت مردم مشهد برای بهبود کیفیت آلاینده $PM_{2.5}$ به میزان ۵۵۴۸۸ تومان برآورد شد. این مبلغ در مقایسه با سایر مطالعات مشابه داخل کشور متفاوت بوده و بسیار بالاتر است. به عنوان مثال، این مبلغ در برخی از تازه‌ترین مطالعات داخل کشور نظیر سجادیان و همکاران (Sajadyan *et al.*, 2020) برابر ۱۹۰۹۶ تومان، عادلی و همکاران (Adeli *et al.*, 2021) به میزان ۱۲۸۳۸ تومان، عابدیان و همکاران (Abedian *et al.*, 2021) مبلغ ۶۱۴۵ تومان و در مطالعه اسکندری دامنه و همکاران (Eskandari *et al.*, 2019) مبلغ ۲۴۸۵ تومان برآورد شده است. به اعتقاد نویسندگان، احتمالاً یکی از دلایل اصلی این تفاوت در مبلغ برآوردی در استفاده از روش انتخاب گسسته چندبعدی می‌باشد. چرا که در این روش، محققان با ارائه گزینه‌های متنوع‌تر و مختلف برای پاسخ‌دهی به مسئله در مقایسه با روش‌های مرسوم مانند انتخاب دوگانه که در اکثر مطالعات استفاده‌شده و تعداد گزینه‌های محدودتری دارد و ممکن است به‌عنوان زمینه‌ای برای ایجاد انتخاب‌های نادرست مورد استفاده قرار گیرد؛ می‌توانند تمایلات و اولویت‌های افراد را به طور مؤثرتری بسنجند چرا که روش انتخاب گسسته چندگانه به افراد جامعه امکان مطالعه و بررسی گزینه‌های مختلف را می‌دهد. علاوه بر این از مشکلات موجود درروش انتها باز که در آن افراد با یک سؤال انتها باز که پاسخ دادن به آن برای آن‌ها دشوار است و ممکن است موجب اریب در تخمین‌های برآوردی شود؛ اجتناب می‌کنند. چرا که به گفته لی و متسون (Li & Mattson, 1995) و وانگ (Wang, 1997)، استفاده از گزینه‌های پاسخ چندگانه با مطالعات ارزش‌گذاری مشروط که در آن پاسخ‌دهندگان به‌جای برآورد یک تخمین واحد، با توزیعی از مقادیر احتمالی روبرو هستند، مطابقت بیشتری دارد. همچنین در روش مورد بحث برخلاف مطالعات مرسوم، افراد برای پاسخ به مقادیر مختلف تمایل به پرداخت از "بله و خیر" ساده خودداری کرده و به جای آن، از گزینه‌های مختلفی با سطوح اطمینان متفاوت، از "قطعا نه" تا "قطعا بله" استفاده می‌کنند. درنتیجه این روش، با دقت بیشتری نسبت به سایر روش‌های معمولی، به تمایلات افراد در پرداخت به مقادیر مورد نظر پاسخ می‌دهد؛ و به نظر می رسد یکی از دلایل تفاوت مبلغ تمایل به پرداخت در مطالعه حاضر، استفاده از روش انتخاب گسسته چندگانه است. در نهایت به‌دلیل مزایایی که این روش ارائه می‌دهد، استفاده از آن در کنار روش‌های دیگر می‌تواند گزینه‌ی مناسبی برای مطالعات تحقیقاتی با توجه به ترجیحات و نیازهای افراد باشد.

در ادامه، نتایج اثرات نهایی متغیرها ارائه‌شده است. با توجه به اینکه مقادیر ضرایب در جدول ۶ به‌صورت مستقیم امکان تفسیر ندارند، اثرات نهایی متغیرها بر تمایل به پرداخت افراد برای گروه‌های مختلف ۱ الی ۴ محاسبه‌شده و در جدول ۷ گزارش‌شده است.

جدول ۷- اثرات نهایی حاصل از برآورد الگوی لاجیت ترتیبی

Table 7- Marginal Effects Obtained From Estimating The Ordered Logistic Regression Model

متغیرها Variables	گروه اول First group	گروه دوم Second group	گروه سوم Third group	گروه چهارم Fourth group
تحصیلات Education	-0.065***	0.0152	0.022***	0.027***
حضور کودک در خانواده Child's presence in the family	-0.01	0.002	0.003	0.004
وضعیت تاهل Marital status	-0.007	0.002	0.002	0.003
جنسیت Gender	0.011	−0.002	−0.003	−0.004
سن Age	-0.003**	0.0007*	0.001**	0.0013**
بعد خانوار Family size	0.024**	-0.005	-0.008*	-0.01*
بیماری Disease	-0.093***	-0.031	0.051**	0.073**
درآمد Income	-0.126***	0.029**	0.043***	0.053***

*، ** و *** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهند

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

همان‌طور که از نتایج جدول ۷ مشخص است، اثـر نهـایی بـرای متغیر تحصیلات در گـروه اول منفـی بـوده و بـدین معناسـت کـه بـا افزایش یک واحدی تحصیلات از میانگین خود و با ثابت بـودن سـایر شرایط، احتمال قرار گرفتن افراد برای تمایل به پرداخت در گـروه اول به میزان ۰/۰۶۵ واحد کاهش می‌یابد و این در حـالی اسـت کـه ایـن احتمال در گروه‌های دوم، سوم و چهارم به‌ترتیب بـه میـزان ۰/۰۱۵۲، ۰/۰۲۲ و ۰/۰۲۷ واحد افزایش می‌یابد. اثر نهایی متغیر سن نیز نشـان می‌دهد که با افزایش یک واحد به سن افراد، احتمال قرارگیری آن‌هـا در گـروه یـک تمایـل بـه پرداخـت به‌انـدازه ۰/۰۰۳- کـاهش و در گروه‌های دوم، سوم و چهـارم به‌انـدازه‌ی ۰/۰۰۰۷، ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۱۳ واحد افزایش می‌یابد. این در حالی است که متغیر بعد خـانوار رونـدی بالعکس داشته و با افزایش یک واحد بعد خـانوار، احتمـال تمایـل بـه پرداخت در گروه‌های دوم، سوم و چهارم کاهش‌یافته و این احتمال در گروه یک افزایش پیدا می‌کند. با مشاهده‌ی اثرات نهایی متغیر بیماری مشخص شد که افراد بیمار نسبت به افراد غیربیمار تمایل به پرداخـت بیشتری برای بهبود کیفیت هـوا داشـته و چنانچـه فـرد بیمـار باشـد، احتمال تمایل به پرداخت در گروه‌های یک و دو بـه‌ترتیب به‌انـدازه‌ی ۰/۰۹۳- و ۰/۰۳۱- کـاهش، و میـزان افـزایش احتمـال تمایـل بـه پرداخت در گروه‌های سوم و چهارم به‌اندازه ۰/۰۵۱ و ۰/۰۷۳ افـزایش پیدا می‌کند. در نهایت، بررسی اثر نهایی متغیر درآمد نشان داد کـه بـا افزایش یک واحدی این متغیر، میزان تمایل به پرداخت در گـروه اول به‌اندازه‌ی ۰/۱۲۶- کاهش و این احتمال در گروه‌های بعدی بـه‌ترتیب به میزان ۰/۰۲۹، ۰/۰۴۳ و ۰/۰۵۳ واحد زیادتر می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

از مهم‌ترین مسائل و چالش‌های پیشرو در جهان امـروز، آلـودگی هوا و به‌خصوص آلاینـده $PM_{2.5}$ می‌باشـد. بنـابراین مطالعـه حاضـر به‌دنبال اندازه‌گیری تمایل به پرداخت ساکنین شهر مشهد برای بهبود آلاینده $PM_{2.5}$ و عوامل مؤثر بر این تمایل بـه پرداخـت اسـت. بـرای رسیدن به این هدف، از مـدل انتخـاب گسسـته چندبعـدی و الگـوی اقتصادسنجی لاجیت ترتیبی استفاده شـد. یافتـه‌های مطالعـه حاضـر نشان داد که ۲۲/۴۵ درصد افراد حاضرند تـا ۱۰ هـزار تومـان، ۶۰/۰۶ درصد افراد تا ۴۵ هزار تومان، ۵/۸۳ درصد افراد تا ۹۵ هـزار تومـان و ۱۱/۶۶ درصد تا ۱۵۵ هزار تومان با سطح اطمینان "قطعا بله" مبالغی را برای بهبود کیفیت هوا پرداخت کنند. بر این اساس، میانگین تمایل به پرداخت مردم مشهد برای بهبـود کیفیـت هـوا بـه میـزان ۵۵۴۸۸ تومان بـرآورد شـد. نتـایج ایـن مطالعـه مـی توانـد بـه سیاسـتگزاران اطلاعاتی ارائه دهد که بـه تصـویب قـوانین و مقـررات جدیـد بـرای کاهش آلودگی هوا و بهبود کیفیت آن کمک کند. با توجـه بـه اینکـه شهرداری به واسطه عوارض زیست‌محیطی بودجـه خـدمات عمـومی خود را تأمین می‌کند، نتایج این پژوهش می‌تواند شـهرداری مشـهد را نسبت به میزان درآمـد احتمـالی از عـوارض زیسـت‌محیطی ناشـی از آلودگی هوا که شهروندان مایل به پرداخت آن برای بهبود کیفیت هوا هستند، آگاه سـازد. دانسـتن ایـن میـزان می‌توانـد نقـش مـؤثری در برنامه‌ریزی‌های شـهرداری بـرای تـأمین بودجـه پروژه‌هـای کـاهش آلودگی هـوا ایفـا کنـد و پیشـنهاد می‌شـود شـهرداری ایـن عـوارض زیسـت‌محیطی را به‌صـورت ماهانـه از طریـق قبـوض آب و بـرق جمع‌آوری کرده و از این منابع به‌صورت اختصاصـی بـرای پروژه‌هـای کاهش آلودگی هوا بهره‌برداری کند. ایـن پـروژه هـا می‌توانـد شـامل ایجاد فضاهای سـبز شـهری و تأسیسـات صـنعتی پـاک، برنامـه‌های مـدیریت ترافیـک هوشـمند شـامل چراغ‌هـای راهنمـایی و راننـدگی هوشمند و سیستم‌های نظارتی در جهت کاهش ترافیک، پشـتیبانی از تحقیقـــات و نـــوآوری در فناوری‌هـــای پـــاک، توســـعه و بهبـــود زیرساخت‌های پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری و به‌طور کلی سیاسـت‌ها و برنامه‌هایی که می‌توانند تأثیرات مثبتی بر بهبود کیفیت هـوا و ارتقـاء زندگی شهروندان داشته باشند؛ باشد. همچنین نتـایج الگـوی لاجیـت ترتیبی نشان داد که متغیرهایی همچون تحصیلات، سن افراد، داشتن بیماری تنفسی و درآمد بر تمایـل بـه پرداخـت افـراد اثـری مثبـت و معنی‌دار و متغیر بعد خانوار اثر منفی و معنی‌داری بر تمایل به پرداخت داشته است. با توجه به نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود که دولـت و شهرداری به‌منظور کـاهش آلـودگی هـوا بـا در نظـر گـرفتن ارزش محاسبه‌شده برای آلودگی هوا و میزان نقـش بخش‌هـای مختلـف در آلودهسازی هوا، از هر بخش آلوده‌کننـده مالیـات و عـوارض دریافـت کننـد. ایجـاد برنامـه‌های آموزشـی مناسـب بـرای افـراد بـا سـطوح تحصیلات مختلف و اجرای کمپین‌های تبلیغاتی و آموزشی برای افراد با تحصیلات پایین‌تر، می‌تواند تمایل افراد به پرداخـت بـرای کـاهش آلودگی را افزایش دهد. استفاده از فناوری و رسانه‌های اجتماعی برای افزایش آگاهی جوانان در مورد مسائل محیطزیستی و تأثیرات آلودگی، به‌ویژه با در نظر گرفتن رابطه مثبت بـین سـن و تمایـل بـه پرداخـت برای کاهش آلودگی، اهمیت دارد. اجرای سیاست‌هایی کـه جوانـان را به مشارکت در فعالیت‌های کاهش آلودگی تشـویق می‌کنـد، می‌توانـد بهبود موقعیت آلودگی محیطی را ایجاد کند.علاوه بر این، با توجه بـه اینکه افراد مبتلا به بیماری تنفسی حاضرند مبالغ بیشتری برای بهبود کیفیت هوا بپردازند و آلودگی هوا اثرات مخربی روی این دسـته افـراد دارد، پیشنهاد می‌شود با ایجاد سیاست‌ها و برنامه‌های حمـایتی بـرای بیماران تنفسی، ازجمله فراهم نمودن امکانات درمانی و دسترسـی بـه داروهای مورد نیاز و ایجاد برنامه‌های تسهیلاتی برای بیماران به ایـن دسته از افراد کمک کرد. درنهایت و با توجه بـه اینکـه هرچـه درآمـد افراد کمتر باشد تمایل به پرداخت آن‌ها برای بهبود کیفیت هوا کمتـر است پیشنهاد می‌شـود توسـعه و گسـترش هرچـه بیشترسیسـتم‌های حمل‌ونقل عمومی کارآمد و اقتصـادی هماننـد افـزایش اتوبوس‌هـای

سریع‌السیر، توسعه، بهبود و افزایش خطوط مترو شهری با تخفیف‌های ویژه برای افراد با درآمد کم از طریق ارائه یارانه‌های حمل‌ونقل عمومی برای این دسته از افراد و ایجاد برنامه‌ها و تسهیلات مالی برای افزایش دسترسی این افراد به موارد کمتر آلوده‌کننده، به طور مثال ارائه وام‌های کم‌بهره برای نوسازی ساختمان‌ها و به‌روزرسانی سیستم‌های گرمایش و سرمایش خانگی برای کاهش نیاز به مصرف انرژی و در نتیجه کاهش آلودگی هوا کمک کرد. در پایان با توجه به اینکه این مطالعه در یک دوره زمانی انجام شده است، باید با نظارت مستمر بر نتایج و به اشتراک‌گذاری دستاوردها، شرایط تداوم و اعمال تغییرات لازم را برای سال‌های آینده فراهم آورد.

References

1. Abedian, S., Mirsanjari, M.M., & Salmanmahiny, A. (2021). Estimation of citizens' willingness to pay District 5 of Tehran to improve air quality using a conditional valuation method. *The Journal of Economic Policy*, *12*(24), 1–40. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22034/epj.2021.13244.2048
2. Adeli, O.A., Arabi, H., & Rahimi Kahkashi, S. (2021). Assessment attitudes and factors affecting the willingness of Mohajeran citizens to pay to improvement of air quality. *Journal of Natural Environment*, *73*(4), 715–728. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22059/jne.2021.309450.2068
3. Arceo, E., Hanna, R., & Oliva, P. (2016). Does the effect of pollution on infant mortality differ between developing and developed countries? Evidence from Mexico City. *The Economic Journal*, *126*(591), 257–280. https://doi.org/10.1111/ecoj.12273
4. Baik, S., Davis, A.L., & Morgan, M.G. (2018). Assessing the cost of large-scale power outages to residential customers. *Risk Analysis*, *38*(2), 283–296. https://doi.org/10.1111/risa.12842
5. Becker, G.S. (2009). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special*.
6. Bharadwaj, P., Gibson, M., Zivin, J.G., & Neilson, C. (2017). Gray matters: Fetal pollution exposure and human capital formation. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, *4*(2), 505–542. https://doi.org/10.1086/691591
7. Cameron, T.A., & Huppert, D.D. (1989). OLS versus ML estimation of non-market resource values with payment card interval data. *Journal of Environmental Economics and Management*, *17*(3), 230–246. https://doi.org/10.1016/0095-0696(89)90018-1
8. Cooper, B., Burton, M., & Crase, L. (2011). Urban water restrictions: Attitudes and avoidance. *Water Resources Research*, *47*(12), 12527. https://doi.org/10.1029/2010WR010226
9. Cooper, B., Burton, M., & Crase, L. (2019). Willingness to pay to avoid water restrictions in Australia under a changing climate. *Environmental and Resource Economics*, *72*(3), 823–847. https://link.springer.com/article/10.1007/s10640-018-0228-x
10. Eftec (Economics for the Environment Consultancy). (2006). *In association with Environmental Futures Limited Valuing Our Natural Environment Final Report NR0103 For Department for Environment, Food and Rural Affairs*. https://iwlearn.net/resolveuid/31143e1709af2d73752e773c6af552d9
11. Eskandari, H., Noroozi, H., Naybandi Atashi, M. Rasool, Kalhori, S., & Rafiee, H. (2019). Estimating the Willingness to pay for air quality improvement with emphasis on agriculture and natural resources in Ahvaz County. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, *50*(3), 451–465. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22059/ijaedr.2018.252648.668567
12. Greene, W.H. (2003). *Econometric analysis*. Pearson Education India, Delhi. References - Scientific Research Publishing.
13. Hanemann, M.J.L.-A. (1991). Statistical efficiency of double-bounded dichotomous choice contingent valuation. *Wiley Online LibraryM Hanemann, J Loomis, B KanninenAmerican Journal of Agricultural Economics, 1991*•Wiley Online Library, *73*(4), 1255–1263. https://doi.org/10.2307/1242453
14. Hanley, N., Shogren, J.F., & White, B. (1997). Environmental economics in theory and practice. *Environmental Economics in Theory and Practice*. https://doi.org/10.1007/978-1-349-24851-3
15. Hanna, R., Oliva, P., Thank, W., Hill, J., Kimble, K., Bustos, S., Abadie, A., Card, D., Davis, L., Dellavigna, S., Glaeser, E., Greenstone, M., Khwaja, A., Kuhn, P., Lundberg, S., Mullainathan, S., Neidell, M., Olken, B., Pande, R., & School, H. K. (2011). The effect of pollution on labor supply: Evidence from a natural experiment in Mexico City. *Elsevier*. https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2014.10.004
16. Hassanvand, M.S., Naddafi, K., Faridi, S., Arhami, M., Nabizadeh, R., Sowlat, M.H., Pourpak, Z., Rastkari, N., Momeniha, F., Kashani, H., Gholampour, A., Nazmara, S., Alimohammadi, M., Goudarzi,

G., & Yunesian, M. (2014). Indoor/outdoor relationships of PM10, PM2.5, and PM1 mass concentrations and their water-soluble ions in a retirement home and a school dormitory. *Atmospheric Environment*, *82*, 375–382. https://doi.org/10.1016/J.ATMOSENV.2013.10.048
17. Health Effects Institute. (2020). *Annual Report 2020 | Health Effects Institute*. https://www.healtheffects.org/annual-report-2020
18. Hu, L., & Liao, W. (2023). Is there a stronger willingness to pay for air quality improvement with high education: new evidence from a survey in China. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(11), 28990–29014. https://doi.org/10.1007/S11356-022-24108-Z
19. Jackson, J.M. (1960). Structural characteristics of norms. *Teachers College Record*, *61*(10), 136-163. https://doi.org/10.1177/016146816006101007
20. Jiang, N., Ao, C., Xu, L., Wei, Y., & Long, Y. (2023). Will information interventions affect public preferences and willingness to pay for air quality improvement? An empirical study based on deliberative choice experiment. *Science of The Total Environment*, *868*, 161436. https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2023.161436
21. Lee, J.F.J., Springborn, M., Handy, S.L., Quinn, J.F., & Shilling, F.M. (2010). Approach for economic valuation of environmental conditions and impacts. Prepared for Caltrans'. *Final Valuation Report UCD*, 123.
22. Levy, P.S., & Lemeshow, S. (2008). *Sampling of populations : methods and applications*. 576. https://books.google.com/books/about/Sampling_of_Populations.html?id=XU9ZmLe5k1IC
23. Li, C.Z., & Mattsson, L. (1995). Discrete choice under preference uncertainty: An improved structural model for contingent valuation. *Journal of Environmental Economics and Management*, *28*(2), 256–269. https://doi.org/10.1006/JEEM.1995.1017
24. Liao, T.F. (1994). *Interpreting probability models: Logit, probit, and other generalized linear models*. Quantitative Application in the Social Science/Sage Publication.
25. Liu, X., He, J., Xiong, K., Liu, S., & He, B.J. (2023). Identification of factors affecting public willingness to pay for heat mitigation and adaptation: Evidence from Guangzhou, China. *Urban Climate*, *48*, 101405. https://doi.org/10.1016/J.UCLIM.2022.101405
26. Maddala, G.S. (1983). *Limited-dependent and qualitative variables in econometrics* (Issue 3). Cambridge university press.
27. Malik, S., Arshad, M.Z., Amjad, Z., & Bokhari, A. (2022). An empirical estimation of determining factors influencing public willingness to pay for better air quality. *Journal of Cleaner Production*, *372*, 133574. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.133574
28. Mao, B., Ao, C., Wang, J., Sun, B., & Xu, L. (2020). Does regret matter in public choices for air quality improvement policies? A comparison of regret-based and utility-based discrete choice modelling. *Journal of Cleaner Production*, *254*, 120052. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.120052
29. Mashhad Environmental Pollutants Monitoring Center. (2021). *A comprehensive report of the monitoring network of urban environmental pollutants in Mashhad*. https://epmc.mashhad.ir/s/mfahvXC
30. Mitchell, R.C., & Carson, R.T. (2013). *Using surveys to value public goods: the contingent valuation method*. Rff press.
31. Montazer-Hojat, A.H., Anvari, E., & Bashi, M. (2018). Economic valuation of tourist attractions of Shushtar's ancient waterfalls. *Tourism Management Studies*, *13*(42), 21–39. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22054/tms.2018.9013
32. Portney, P.R. (1994). The contingent valuation debate: Why economists should care. *Journal of Economic Perspectives*, *8*(4), 3–17. https://doi.org/10.1257/JEP.8.4.3
33. Rowe, R.D., Schulze, W.D., & Breffle, W.S. (1996). A test for payment card biases. *Journal of Environmental Economics and Management*, *31*(2), 178–185. https://doi.org/10.1006/JEEM.1996.0039
34. Sajadyan, S.M., Neshat, A., & Fatahi Ardakani, A. (2020). Economic study of possiblity of improvement of air quality in Arak metropolis. *Agricultural Economics Research*, *12*(46), 19–34. (In Persian with English abstract). https://jae.marvdasht.iau.ir/article_4131.html
35. Sharzehi, G., & Jalili Kamjoo, S. P. (2013). Choice modeling:a new approach to valuation of environmental commodity; case study: Ganjnameh, Hamadan. *Mdrsjrns*, *13*(3), 1–18. (In Persian). http://ecor.modares.ac.ir/article-18-3344-en.html
36. Shelby, B. (1981). Encounter norms in backcountry settings: Studies of three rivers. *Journal of Leisure Research*, *13*(2), 129–138. https://doi.org/10.1080/00222216.1981.11969475

37. Suk, S. (2018). An Estimate of internal carbon pricing of Korean companies under the emission trading scheme. *Korean Environmental Economics Association*. https://www.iges.or.jp/en/pub/estimate-internal-carbon-pricing-korean-0/en
38. Tan-Soo, J.S., Finkelstein, E., Pattanayak, S., Qin, P., Zhang, X., & Jeuland, M. (2022). Air quality valuation using online surveys in three Asian megacities. *Resources, Environment and Sustainability*, *10*, 100090. https://doi.org/10.1016/J.RESENV.2022.100090
39. Tan-Soo, J.S., & Pattanayak, S.K. (2019). Seeking natural capital projects: Forest fires, haze, and early-life exposure in Indonesia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *116*(12), 5239–5245. https://doi.org/10.1073/pnas.1802876116
40. Tian, X., Yu, X., Holst, R., Tian, X., & Yu, X. (2011). *Applying the payment card approach to estimate the WTP for green food in China*. https://www.econstor.eu/handle/10419/50786
41. Venkatachalam, L. (2004). The contingent valuation method: a review. *Environmental Impact Assessment Review*, *24*(1), 89–124. https://doi.org/10.1016/S0195-9255%2803%2900138-0
42. Vossler, C.A., Poe, G.L., Welsh, P., & Ethier, R.G. (2004). Bid design effects in multiple bounded discrete choice contingent valuation. *Environmental and Resource Economics*, *29*(4), 401–418. https://doi.org/10.1007/s10640-004-9457-2
43. Wang, H. (1997). Treatment of "Don't-Know" responses in contingent valuation surveys: A random valuation model. *Journal of Environmental Economics and Management*, *32*(2), 219–232. https://doi.org/10.1006/JEEM.1996.0965
44. Wang, H., He, J., & Huang, D. (2018). Valuation biases caused by public distrust: Identification and calibration with contingent valuation studies of two air quality improvement programs in China. *Cahier de recherche/Working Paper*, *18*, 05. https://ideas.repec.org/p/shr/wpaper/18-05.html
45. Wang, W., & Ye, X. (2020). The potential supply and demand of farmers' land contract rights-based on 697 households in four provinces of China. *Land*, *9*(3), 80. https://doi.org/10.3390/LAND9030080
46. Welsh, M.P., & Bishop, R.C. (1993). Multiple bounded discrete choice models. *Benefits & costs transfer in natural resource planning, Western Regional Research Publication,* W-133, Sixth Interim Report, Department of Agricultural and Applied Economics, University of Georgia, 331-352.
47. Welsh, M.P., & Poe, G.L. (1998). Elicitation effects in contingent valuation: comparisons to a multiple bounded discrete choice approach. *Journal of Environmental Economics and Management*, *36*(2), 170–185. https://doi.org/10.1006/JEEM.1998.1043
48. WHO. (2018). *9 out of 10 people worldwide breathe polluted air, but more countries are taking action*. https://www.who.int/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action
49. Zhao, Y., Wang, C., Sun, Y., & Liu, X. (2018). Factors influencing companies' willingness to pay for carbon emissions: Emission trading schemes in China. *Energy Economics*, *75*, 357–367. https://doi.org/10.1016/J.ENECO.2018.09.001
50. Zhou, R., Fukuda, H., Li, Y., & Wang, Y. (2023). Comparison of Willingness to pay for quality air and renewable energy considering urban living experience. *Energies*, *16*(2), 992. https://doi.org/10.3390/EN16020992
51. Zvobgo, L. (2021). Consumer ability and willingness to pay more for continuous municipal water supply in Chitungwiza. *Sustainable Water Resources Management*, *7*(2), 1–15. https://doi.org/10.1007/S40899-021-00498-9

Journal of Agricultural Economics and Development

Homepage: https://jead.um.ac.ir

Research Article

Vol. 38, No. 3, Fall 2024, p. 261-277

Spatial Distribution of Poverty, Food Insecurity and Effective Factors in Urban Areas of Iran

M. Shabanzadeh-Khoshrody[1*], E. Javdan[1], K. Shemshadi[1]

1- Assistant Professor of Agricultural Economics, Agricultural Planning, Economics and Rural Development Research Institute (APERDRI), Tehran, Iran

(*- Corresponding Author Email: m.shabanzadeh@agri-peri.ac.ir)

Received: 09-03-2024 Revised: 07-04-2024 Accepted: 29-04-2024 Available Online: 29-04-2024	**How to cite this article:** Shabanzadeh-Khoshrody, M., Javdan, E., & Shemshadi, K. (2024). Spatial distribution of poverty, food insecurity and effective factors in urban areas of Iran. *Journal of Agricultural Economics & Development, 38*(3), 261-277. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jead.2024.87214.1257

Introduction

During the last decade, due to the increase in food prices, the cost of a healthy diet in Iran has greatly increased. Although the government's support policies have aimed at improving the living conditions of households, but the cost and income information of the Iranian Statistics Center shows that due to inflationary conditions and its impact on real income and purchasing power of consumers, these programs have not had the necessary effect in reducing poverty and food insecurity. Reducing poverty and increasing the food security index is a requirement for independent countries like Iran. In this regard, knowing the current situation of poverty, food insecurity and factors influencing it, is not only the main condition for preparing future plans, but is necessary to continue this work with the aim of monitoring and evaluating the results of implemented plans and actions.

Materials and Methods

In the present study, the spatial distribution of poverty and food insecurity in the urban areas of Iran in 1401 has been investigated and then the factors affecting food insecurity have been identified. In order to achieve these goals, the nutritional performance matrix was drawn and calculated per capita calories in 1401 using the household income-expenditure information of Iran Statistics Center. The Aggregate Household Food Security Index (AHFSI) and the Foster, Greere and Thorbeke (FGT) poverty index were calculated and based on these indices, the spatial distribution of poverty and food insecurity in urban areas of Iran was analyzed. Finally, the impact of economic and demographic variables on food insecurity was analyzed in the framework of the logit model.

Results and Discussion

According to the results, the urban areas of the country are in low food security conditions; so that, only 45% of people have food security and about 55% of the residents of urban areas are either facing food insecurity or are on the border of food insecurity. On the other hand, the per capita calorie intake in the urban areas of the country is 2540 kcal, and generally these calories are supplied from cereals. In addition, there is inequality in the intake of calories in different provinces of the country, and the average intake of calories varies between 1988-3196 kcal among the provinces. Examining the status of food poverty indicators also shows that the average head count, gap and intensity of poverty in urban areas are 55.1%, 15.2% and 6% respectively. Based on these indicators, it can be said that 55.1%

https://doi.org/10.22067/jead.2024.87214.1257

of the population of the urban areas of the country had food poverty in 1401 and the calorie intake of the poor households in these areas was 15.2% less than the minimum required daily calories; therefore, to eliminate poverty, the caloric intake of poor households should be increased by 15.2%. Finally, the results of the logit model estimation showed that the variables of age, employment status, working hours of the head of the household, subsidy, income and food diversity have a positive and significant effect on the food security of the households, but the Family size has a negative effect on the food security. In addition, the two variables gender and literacy of the head of the household did not have a significant effect on the food security in urban areas of Iran.

Conclusion

In this regard, although the long-term solution is to increase household purchasing power, stabilize and reduce commodity prices through strengthening production and supply, but in the short-term, increasing salaries and wages in line with the inflation rate and increasing social support programs for the low income deciels and weak society should be taken into consideration. In other words, income policies that can directly or indirectly increase the level of income and thus the purchasing power of the household, can be considered as a scientific and effective solution for food security. Moreover, the social support and poverty alleviation programs should be targeted and applied according to the needs and deficiencies in different geographical, demographic and income conditions. Finally, it should be acknowledged that improving the nutritional literacy of households can increase the nutritional knowledge and awareness of households, and therefore, by improving the variety and quality of the food they consume, it can lead to an increase in food security in urban areas of Iran.

Keywords: Aggregate household food security index, Food poverty indicators, Food insecurity, Logit model, Urban areas of Iran

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
https://jead.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۸، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، ص. ۲۶۱-۲۷۷

توزیع مکانی فقر، ناامنی غذایی و عوامل مؤثر بر آن در مناطق شهری ایران

مهدی شعبان‌زاده خوشرودی [1*]- ابراهیم جاودان[1]- کتایون شمشادی[1]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۱۰

چکیده

طی یک دهه اخیر، به‌دلیل افزایش قیمت مواد غذایی، هزینه رژیم غذایی سالم در ایران به شدت افزایش یافته است. اگر چه هدف‌گذاری سیاست‌های حمایتی دولت در جهت بهبود وضعیت معیشت خانوارها بوده اما اطلاعات هزینه و درآمد خانوارهای مرکز آمار ایران نشان می‌دهد که به‌دلیل شرایط تورمی و به‌دنبال آن تأثیرپذیری درآمد واقعی و قدرت خرید مصرف‌کنندگان، این برنامه‌ها اثرگذاری لازم را در کاهش فقر و ناامنی غذایی نداشته‌اند. این در حالی است که کاهش فقر و افزایش ضریب امنیت غذایی یک الزام برای کشورهای مستقل نظیر ایران به شمار می‌رود. در این راستا، شناخت وضعیت موجود فقر، امنیت غذایی و عوامل اثرگذار بر ناامنی نه تنها شرط اصلی تدوین برنامه‌های آتی است بلکه ضروری است این کار با هدف پایش و ارزیابی نتایج برنامه‌ها و اقدامات اجراشده تداوم یابد. بر این اساس در مطالعه حاضر توزیع مکانی فقر و ناامنی غذایی در مناطق شهری ایران در سال ۱۴۰۱ بررسی و سپس عوامل مؤثر بر ناامنی غذایی شناسایی شده است. جهت دستیابی به این اهداف ابتدا با استفاده از اطلاعات هزینه- درآمد خانوار مرکز آمار ایران ماتریس عملکرد تغذیه‌ای ترسیم و سرانه کالری دریافتی در سال ۱۴۰۱ محاسبه شد. در ادامه با استفاده از اطلاعات مذکور، شاخص کلی امنیت غذایی خانوار (AHFSI) و نیز شاخص فقر فوستر، گریر و توربک (FGT) محاسبه و بر اساس این شاخص‌ها توزیع مکانی فقر و ناامنی غذایی در مناطق شهری ایران بررسی شد. در نهایت نیز تأثیر متغیرهای اقتصادی و دموگرافیکی بر ناامنی غذایی در چارچوب مدل لاجیت تحلیل شد. بر اساس نتایج، مناطق شهری کشور در شرایط امنیت پائین غذایی قرار دارند؛ به‌طوری‌که تنها ۴۵ درصد افراد از امنیت غذایی برخوردار بوده و حدود ۵۵ درصد از ساکنان مناطق شهری یا با ناامنی غذایی روبرو و یا در مرز ناامنی غذایی قرار دارند. از سوی دیگر سرانه کالری دریافتی در مناطق شهری کشور ۲۵۴۰ کیلوکالری است، و عموما این کالری از غلات تأمین می‌شود. ضمن آن که در دریافت کالری در استان‌های مختلف کشور نابرابری وجود دارد و متوسط کالری دریافتی میان استان‌ها بین ۳۱۹۶ -۱۹۸۸ کیلوکالری متغیر است. بررسی وضعیت شاخص‌های فقر غذایی نیز نشان می‌دهد متوسط نرخ، شکاف و شدت فقر در مناطق شهری به‌ترتیب ۵۵/۱، ۱۵/۲ و ۶ درصد است. بر اساس این شاخص‌ها می‌توان گفت ۵۵/۱ درصد جمعیت مناطق شهری کشور در سال ۱۴۰۱ فقر غذایی داشته و کالری دریافتی خانوارهای فقیر در این مناطق، ۱۵/۲ درصد کمتر از حداقل کالری موردنیاز روزانه بوده است؛ لذا برای از بین بردن فقر، کالری دریافتی خانوارهای فقیر باید ۱۵/۲ درصد افزایش یابد. در نهایت نیز نتایج حاصل از برآورد مدل لاجیت نشان داد که متغیرهای سن، وضعیت اشتغال، ساعت کار سرپرست خانوار، یارانه دریافتی خانوار، درآمد خانوار و تنوع غذایی بر امنیت غذایی خانوارها اثر مثبت و معنی‌دار اما بعد خانوار بر امنیت غذایی خانوارها اثر منفی دارد. ضمن آن که دو متغیر جنسیت و سواد سرپرست خانوار بر امنیت غذایی خانوارها در مناطق شهری ایران اثر معنی‌دار نداشته‌اند. با توجه به یافته‌های مطالعه حاضر اگر چه راه حل بلندمدت افزایش قدرت خرید خانوار، ثبات بخشی و کاهش قیمت کالاها از طریق تقویت تولید و عرضه است اما در کوتاه‌مدت، افزایش حقوق و دستمزدها متناسب با نرخ تورم و نیز افزایش برنامه‌های حمایت اجتماعی از اقشار کم‌درآمد و ضعیف جامعه باید مورد توجه قرار گیرد. به‌عبارت دیگر سیاست‌گذاری‌های درآمدی که به‌صورت مستقیم و یا غیرمستقیم بتوانند سطح درآمد و در نتیجه قدرت خرید خانوار را افزایش دهند، می‌توانند به‌عنوان یک راهکار علمی و اثرگذار بر امنیت غذایی به‌حساب آیند. ضمن آن‌که برنامه‌های حمایت اجتماعی و فقرزدایی باید هدفمند بوده و متناسب با نیازها و کمبودها در شرایط جغرافیایی، جمعیتی و درآمدی مختلف به‌کار گرفته شوند.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های فقر غذایی، شاخص کلی امنیت غذایی خانوار، مدل لاجیت، ناامنی غذایی، مناطق شهری ایران

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

https://doi.org/10.22067/jead.2024.87214.1257

مقدمه

در هفت دهه گذشته جمعیت کشور افزایش چشمگیری داشته و از ۱۶/۲ میلیون نفر در سال ۱۳۳۰ به ۸۴/۷ میلیون نفر در سال ۱۴۰۱ رسیده است. ضمن آن که روند مهاجرت‌ها از مناطق روستایی به شهری باعث شده تا طی این مدت، سهم جمعیت شهرنشین از ۳۱/۴ درصد کل جمعیت در سال ۱۳۳۵ به ۷۶/۳ درصد در سال ۱۴۰۱ افزایش و تعداد شهرهای کشور از ۱۹۹ در سال ۱۳۳۵ به بیش از ۱۳۰۰ شهر در سال ۱۴۰۱ برسد (Statistical Center of Iran, 2023). البته افزایش جمعیت و رشد شهرنشینی تنها مختص ایران نیست. بر اساس پیش‌بینی سازمان ملل متحد تا سال ۲۰۳۰ جمعیت جهان سالانه ۰/۹۶ درصد افزایش می‌یابد و بعد از آن نیز تا سال ۲۰۵۰ سالانه ۰/۶۳ درصد افزایش خواهد یافت. با این رشد، جمعیت جهان از حدود ۷/۸ میلیارد نفر در سال ۲۰۲۰ به حدود ۹ میلیارد نفر در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید. ضمن آن که بیش از دو سوم این جمعیت نیز ساکن مناطق شهری خواهند بود. برای رفع نیازهای غذایی دو میلیارد نفر اضافی تا سال ۲۰۵۰، به لحاظ دسترسی فیزیکی باید تولید مواد غذایی در جهان تا ۶۰ درصد و در کشورهای در حال توسعه تقریباً تا دو برابر افزایش یابد. به لحاظ دسترسی اقتصادی نیز لازم است سطح بودجه و قدرت خرید خانوار به خصوص خانواده‌های فقیر افزایش یابد (McCarthy *et al.*, 2018; Gu *et al.*, 2021).

با توجه به موضوع اشاره شده کشورها برای کاهش فقر و دستیابی به امنیت غذایی، عملکرد بازار را رصد و نظارت می‌کنند؛ در این راستا ممکن است آن‌ها گاهی اوقات تولید داخلی را تشویق و گاهی اوقات نیز واردات و یا صادرات را تشویق کنند. در کنار این راهکارها، برنامه‌های حمایت اجتماعی[1] ابزار سیاستی است که به‌خصوص در ۲۰ سال گذشته در کشورهای در حال توسعه برای کنترل و کاهش فقر و گرسنگی در قالب بیمه‌های اجتماعی، مداخلات در بازار کار و برنامه‌های متنوع کمک‌های اجتماعی ظهور کرده است. امروزه تعداد برنامه‌های حمایت اجتماعی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه افزایش چشمگیری یافته و تعداد افراد قابل توجهی از آن بهره‌مند هستند (Hidrobo *et al.*, 2018). مارتینز و همکاران (Martins *et al.*, 2013)، بایه و همکاران (Baye *et al.*, 2014)، راگوناتان و همکاران (Raghunathan *et al.*, 2017)، بروگه و همکاران (Brugh *et al.*, 2018) و هایلو و آماره (Hailu & Amare, 2022) نشان دادند که سیاست‌های غذایی مؤثر، کاهش سریع و پایدار فقر و بهبود امنیت غذایی را می‌تواند به دنبال داشته باشد. به‌طور کلی دولت‌ها از اجرای سیاست‌های غذایی چهار هدف رشد سریع اقتصادی، توزیع عادلانه درآمد حاصل از رشد، تضمین حداقل دسترسی به غذا برای فقرا و دسترسی امن و قیمت پایدار در بازارهای مواد غذایی را دنبال می‌کنند (Timmer, 2017; Prince *et al.*, 2023). اگر چه دولت‌ها برای رسیدن به اهداف اشاره شده، طیف گسترده‌ای از ابزارهای سیاست‌گذاری را در اختیار دارند، اما میزان قدرت کشورها در به کارگیری این ابزارها متفاوت است. بارزترین تفاوت مربوط به بودجه کشورهای صنعتی در مقایسه با کشورهای در حال توسعه است. دولت‌های کشورهای صنعتی می‌توانند از طریق تخصیص یارانه به تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان، کاهش فقر و افزایش امنیت غذایی را دنبال کنند؛ در حالی‌که کشورهای در حال توسعه با توجه به محدودیت بودجه چنین توانایی را ندارند. البته تفاوت‌های قابل توجه دیگری نیز وجود دارد که بیشتر از محیط سیاسی این کشورها متأثر می‌شود (Mohanty & Peterson, 2009; Resnick & Swinnen, 2023).

طی یک دهه اخیر، قیمت مواد غذایی در ایران تحت تأثیر عوامل بیرونی (قیمت‌های جهانی، تحریم‌های جهانی، جنگ و ...) و داخلی (سیاست‌های پولی و ارزی دولت، سطح تولید محصولات کشاورزی در داخل و ...) روند افزایشی داشته است. در نتیجه هزینه رژیم غذایی سالم در کشور به شدت افزایش یافته است. گزارش منتشر شده از سوی فائو، آیفاد، یونیسف، برنامه جهانی غذا و سازمان بهداشت جهانی (FAO, IFAD, Unicef, WFP & WHO, 2023) نشان می‌دهد که هزینه رژیم غذایی سالم برای هر ایرانی بر اساس برابری قدرت خرید (PPP) از ۳/۰۰۵ دلار در روز در سال ۲۰۱۷ به ۴/۱۶۷ دلار در سال ۲۰۲۱ افزایش یافته است. این موضوع سبب شده تا شمار افرادی که توانایی پرداخت برای دستیابی به رژیم غذایی سالم را ندارند از ۱۴/۴ درصد در سال ۲۰۱۷ به ۳۰ درصد در سال ۲۰۲۱ افزایش یابد. نتایج مطالعات قهرمان‌زاده و همکاران (Ghahremanzadeh *et al.*, 2016)، قربانیان و بخشوده (Ghorbanian & Bakhshoodeh, 2016)، اشک‌تراب و نعمت‌اللهی (Ashktorab & Nematollahi, 2019) و کیانی ده‌کیانی و همکاران (Kiani Dehkiani *et al*,. 2022) نشان می‌دهد که افزایش قیمت اقلام غذایی، تأثیر زیادی بر کاهش رفاه و کاهش عناصر غذایی دریافتی خانوار داشته و مصرف مواد پروتئینی را به‌خصوص در خانوارهای دهک‌های پایین درآمدی به شدت تحت تأثیر قرار داده است. چنین شرایطی باعث شده است تا به منظور حفظ قدرت خرید مردم، حمایت از اقشار آسیب‌پذیر و توزیع عادلانه درآمدها، درصد بالایی از درآمدهای کشور تحت عناوین و طرح‌های مختلف صرف پرداخت یارانه‌های مشهود و غیرمشهود شود. خداداد کاشی و شمسی (Khodadad Kashi & Shamsi, 2012)، بزازان و همکاران (Bazzazan *et al.*, 2015)، عزیزی و همکاران (Azizi *et al.*, 2016)، پروائی (Parvaei, 2022) و چیذری و همکاران (Chizari *et al.*, 2022) تأثیر سیاست‌های بودجه‌ای، ارزی و تجاری را بر فقر و امنیت غذایی در کشور بررسی نمودند. نتایج

1- Social Protection

این مطالعات به‌طور کلی نشان داده تأثیر سیاست‌های مختلف با توجه به شرایط و فضای حاکم بر اقتصاد کلان کشور می‌تواند متفاوت باشد. بنابراین فقر و ناامنی غذایی با توجه به تغییر شرایط در طول زمان دستخوش تغییرات ساختاری می‌شوند.

بررسی پیشینه مطالعات داخلی نشان می‌دهد که بیشتر مطالعات از جمله شرفخانی و همکاران (Sharafkhani et al., 2012)، سعدی و وحدت مودب (Saadi & Vahdat Moadab, 2013)، محمدی و همکاران (Mohammadi et al., 2015)، هاشمی‌تبار و همکاران (Hashemitbar et al., 2018) و شعبان‌زاده خوشرودی و حسینی (Shabanzadeh-Khoshrody & Hosseini, 2021) به بررسی عوامل مؤثر بر امنیت غذایی در کشور پرداخته‌اند و توزیع مکانی فقر و ناامنی غذایی در مناطق شهری ایران تنها در مطالعات مهرابی بشرآبادی و موسوی محمدی (Mehrabi Boshrabadi & Mousavi Mohammadi, 2010)، پاکروان و همکاران (Pakravan et al., 2015)، نصرت آبادی و همکاران (Nosratabadi et al., 2015)، حیدری (Heidary, 2018) و رضائی‌فر و همکاران (Rezaeifar et al., 2022) مورد بررسی قرار گرفته است. بنابراین تعداد مطالعاتی که به بررسی توزیع مکانی فقر و ناامنی غذایی در مناطق شهری ایران پرداخته‌اند، اندک و عموم این مطالعات قدیمی هستند؛ ضمن آن که در هر یک از این مطالعات تنها یک وجه توزیع مکانی فقر و یا ناامنی غذایی مورد مطالعه قرار گرفته است. اگر چه دولت همواره سعی کرده است تا سیاست‌های حمایتی را در جهت بهبود وضعیت معیشت خانوارها اتخاذ کند، اما کارشناسان معتقدند به‌دلیل شرایط تورمی و به‌دنبال آن تأثیرپذیری درآمد واقعی و قدرت خرید مصرف‌کنندگان، این برنامه‌ها در خصوص کاهش فقر و ناامنی غذایی اثرگذاری لازم را نداشته‌اند. این در حالی است که کاهش فقر و افزایش ضریب امنیت غذایی یک الزام برای کشورهای مستقل نظیر ایران به‌شمار می‌رود. در این راستا، شناخت وضعیت موجود نه تنها شرط اصلی تدوین برنامه‌های آتی است بلکه ضروری است این کار با هدف پایش و ارزیابی نتایج برنامه‌ها و اقدامات اجراشده تداوم یابد. بر این اساس مطالعه حاضر با توجه به آخرین اطلاعات در دسترس، ابتدا شاخص امنیت غذایی خانوارهای شهری ایران را برای سال ۱۴۰۱ محاسبه و وضعیت ناامنی غذایی خانوارها را در این سال بررسی کرده است. سپس با محاسبه سرانه کالری دریافتی، وضعیت شاخص‌های فقر غذایی در استان‌ها طی سال ۱۴۰۱ مورد ارزیابی قرار گرفته است. شایان ذکر است برای درک بهتر از تغییرات امنیت غذایی و فقر در مناطق شهری کشور، نتایج مطالعه حاضر با مطالعات مشابه (به لحاظ متدولوژی و هدف) در سال‌های قبل مقایسه شده تا تغییرات به وجود آمده در طول زمان مشخص گردد. در نهایت نیز عوامل مؤثر بر ناامنی غذایی بررسی شده است.

روش تحقیق

برای برآورد امنیت غذایی از شاخص‌های متفاوتی می‌توان استفاده کرد. در مطالعه حاضر از شاخص کلی امنیت غذایی خانوار[1] (AHFSI) استفاده می‌شود که از سوی سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (FAO) و بر مبنای کار سن (Sen, 1976) و بیگمن (Bigman, 1993) ارائه شده است.

$$AHFSI = 100 - [H\{G + (1-G)I^P\} + 0.5\Omega\{1 - H[G - (1-G)I^P]\}]100 \quad (۱)$$

$$H = \frac{P_U}{P_T} \quad (۲)$$

$$G = \frac{C_S - C_{AU}}{C_S H} \quad (۳)$$

$$\Omega = \frac{S}{\bar{X}} \quad (۴)$$

در رابطه (۱)، H نشان‌دهنده نسبت سرشمار[2] است و نسبت افرادی را نشان می‌دهد که کمتر از استاندارد انرژی دریافت کرده‌اند؛ برای محاسبه نسبت سرشمار از رابطه (۲) استفاده می‌شود. در رابطه (۲)، P_U بیان‌گر تعداد افرادی است که کمتر از استاندارد انرژی دریافت کرده‌اند. ضمن آن که P_T نیز کل جمعیت مورد مطالعه را نشان می‌دهد. از سوی دیگر متغیر G در رابطه (۱)، بیان‌گر شدت فقر غذایی[3] است. برای محاسبه این متغیر نیز از رابطه (۳) استفاده می‌شود. در رابطه (۳)، C_S بیان‌گر انرژی استاندارد[4] است و C_{AU} میانگین انرژی دریافتی کمتر از استاندارد را نشان می‌دهد. از سوی دیگر، Ω در رابطه (۱)، بیان‌گر تغییرات عرضه‌ی انرژی در طول زمان است. برای محاسبه تغییرات عرضه انرژی می‌توان از رابطه (۴) استفاده کرد. در رابطه (۴)، S انحراف معیارعرضه‌ی انرژی طی زمان است و $\bar{X}$ میانگین عرضه‌ی انرژی را در طول زمان نشان می‌دهد. در نهایت نیز I^P در رابطه (۱)، نشان‌گر نابرابری در توزیع شکاف غذایی میان افرادی است که کمتر از استاندارد، انرژی دریافت کرده‌اند. برای اندازه‌گیری این متغیر با کمک منحنی لورنز، ضریب جینی محاسبه می‌شود. دامنه شاخص AHFSI بین ۰ تا ۱۰۰ می‌باشد. اگر مقدار شاخص کمتر از ۶۵ درصد باشد کشور در سطح بحرانی امنیت غذایی

1- Aggregate Household Food Security Index
2- Head Count
3- Extent of the Food Gap
۴- وزارت بهداشت ایران مقدار استاندارد کالری روزانه مورد نیاز در ایران برای برقراری امنیت غذایی را حدود ۲۴۰۰ کیلوکالری اعلام کرده است.

قرار دارد. اگر شاخص بین ۶۵ تا ۷۵ درصد باشد کشور دارای امنیت غذایی کم است. در نهایت نیز اگر شاخص بیشتر از ۷۵ درصد باشد کشور دارای امنیت غذایی بالا خواهد بود (Mukarrama *et al.*, 2010; Mehrabi Boshrabadi & Mousavi Mohammadi, 2010; Amirzadeh Moradabadi *et al.*, 2020). برای شاخص فقر نیز در مطالعات مختلف از چندین سنجه استفاده شده است. با این حال معمول‌ترین سنجه به‌کار رفته برای تخمین فقر، شاخص فوستر، گریر و توربک[1] (FGT) است. این شاخص مبین آن است که فقر حاصل از بررسی زیرگروه‌های مختلف جمعیت را می‌توان با هم جمع و به میزان واحدی از فقر کلی جمعیت دست یافت. اگر چه اساساً شاخص FGT جهت اندازه‌گیری ناامنی فقر کاربرد دارد، اما این شاخص توسط هادنات (Hoddinott, 1999) جهت اندازه‌گیری ناامنی غذایی نیز به‌کار گرفته شده است. فرمول این شاخص به شکل زیر است:

$$FGT = P(a) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{q}(\frac{Z - y_h^*}{Z})^a \qquad (۵)$$

که در آن، n تعداد افراد مورد بررسی است و q تعداد افرادی است که از نظر غذایی ایمن نیستند. ضمن آن که Z کالری مورد نیازی است که فرد را از نظر غذایی در امنیت قرار می‌دهد. و در نهایت y_h^* نیز میزان کالری دریافتی فرد i ام از نمونه مورد مطالعه است. در رابطه (۵)، a پارامتری است که با توجه به مقادیر (صفر، یک و دو) برای آن می‌توان شاخص نسبت سرشمار، شکاف فقر و شدت فقر را تعریف کرد. چنانچه مقدار a صفر باشد شاخص نسبت سرشمار فقر غذایی و اگر برابر یک باشد نسبت شکاف فقر غذایی به‌دست می‌آید. درصورتی که مقدار a برابر دو باشد شاخص شدت فقر حاصل می‌شود. شاخص‌های نسبت سرشمار و شکاف فقر غذایی مکمل یکدیگر هستند؛ شاخص نسبت سرشمار فقر غذایی، توزیع فراوانی خانوارهای دچار فقر غذایی را در جامعه نشان می‌دهد اما از بیان عمق فقر در سطح جامعه ناتوان است. شاخص نسبت شکاف فقر بر عکس شاخص نسبت سرشمار، به درصد فراوانی خانوارهای دچار فقر غذایی کاملاً غیرحساس بوده و اظهارنظری در این مورد نمی‌کند اما عمق فقر در سطح جامعه را نشان می‌دهد (Jafari Sani & Bakhshoodeh, 2008; Nosratabadi *et al.*, 2015).

همان‌گونه که از قسمت‌های قبل قابل مشاهده است، اندازه‌گیری شاخص‌های امنیت غذایی و فقر مستلزم اطلاع از سرانه کالری دریافتی روزانه است. برای استخراج محتوای کالری از سبد تغذیه‌ای خانوارهای شهری، ابتدا باید با استفاده از اطلاعات هزینه- درآمد مرکز آمار ایران ماتریس عملکرد تغذیه‌ای را محاسبه نمود. ماتریس عملکرد تغذیه‌ای از حاصل‌ضرب دو ماتریس به‌دست می‌آید. ماتریس اول شامل مقادیر مصرف اقلام خوراکی و ماتریس دوم شامل میزان کالری دریافتی از هر صد گرم ماده خوراکی است. سطرهای ماتریس اول را اقلام غذایی خانوار تشکیل و ستون‌های این ماتریس از مقادیر مصرف اقلام مختلف غذایی توسط خانوارهای شهری تشکیل شده است. همچنین سطر ماتریس دوم از کالری و ستون‌های آن نیز میزان ماده مغذی دریافتی از اقلام خوراکی را در هر صد گرم نشان می‌دهد. از ضرب این دو ماتریس، ماتریس عملکرد تغذیه‌ای خانوارهای شهری محاسبه می‌گردد. با فرض یک تابع خطی، معادله الگوی محتوای کالری را می‌توان به‌صورت رابطه (۶) ارائه کرد:

$$y_h^* = \sum_{j=1}^{n=k} \beta_j X_{hj} + \varepsilon_h \qquad (۶)$$

در رابطه (۶)، y_h^* سطح کالری دریافتی اعضای خانوار hام است و X_{hj} مقدار کالای خوراکی jام مصرف شده توسط خانوار hام و β_j محتوای انرژی خوراکی jام است. با تقسیم این ماتریس بر میانگین تعداد اعضای خانوار، ماتریس نفر در ماه محاسبه می‌شود. ضمن آن که با تقسیم هر کدام از درایه‌های این ماتریس بر ۳۰، سرانه انرژی دریافتی از مواد مختلف خوراکی در طول روز به‌دست می‌آید (Shabanzadeh-Khoshrody & Hosseini, 2021). بر اساس اعلان برنامه جهانی غذا (WFP)، چنان‌چه سطح کالری دریافتی بالاتر از حداقل مورد نیاز روزانه باشد، خانوار دارای شرایط امن غذایی است؛ اما اگر سطح کالری دریافتی ۳۰ درصد کمتر از این مقدار باشد خانوار در شرایط ناامن غذایی قرار دارد. از سوی دیگر چنان چه کالری دریافتی میان این دو محدوده باشد خانوار در مرز ناامنی غذایی قرار دارد (Huang *et al.*, 2015). نکته مهمی که در برآورد ماتریس عملکرد تغذیه‌ای باید به آن توجه نمود سن اعضای خانوار است. چرا که سن اعضا متفاوت است و این امر باعث می‌شود که مقدار مصرف هر فرد با توجه به سن او متفاوت باشد. برای غلبه بر این مسئله می‌توان از معیار معادل فرد بالغ برای هر خانوار به‌صورتی‌که در جدول ۱ ارائه شده است به‌عنوان بعد خانوار استفاده کرد. همان‌طور که اطلاعات جدول مذکور نشان می‌دهد به‌طور مثال افرادی که در گروه ۱۲-۱۰ سال قرار دارند، در صورتی‌که مرد باشند به اندازه ۰/۸۸ یک فرد بالغ و در صورتی که زن باشند به اندازه ۰/۷۸ یک فرد بالغ در نظر گرفته می‌شوند. بدین ترتیب افراد خانوار بر اساس گروه سنی جدول فوق، گروه‌بندی و اندازه دقیق بعد خانوار بر اساس یک فرد بالغ محاسبه می‌شود.

با محاسبه کالری مصرفی خانوار و شناسایی خانوارهای امن و ناامن، با کاربرد مدل‌های کیفی می‌توان، عوامل مؤثر بر امنیت غذایی خانوارها را بررسی کرد. در مدل‌های رگرسیونی کیفی متغیر وابسته حالت گسسته دارد. در این مدل‌ها چنان چه خانوار iام دارای امنیت غذایی باشد و یا به‌عبارت دیگر مقدار کالری در دسترس خانوار iام

1- Foster, Greere & Thorbeke

بیش از میزان کالری مورد نیاز برای تأمین امنیت غذایی باشد (۲۴۰۰ کیلوکالری)، خانوار دارای امنیت غذایی خواهد بود و به متغیر وابسته عدد یک اختصاص می‌یابد ($y_i = 1$). در صورت رخ ندادن این اتفاق خانوار دارای ناامنی غذایی است و در این شرایط به متغیر وابسته عدد صفر اختصاص می‌یابد ($y_i = 0$). متغیرهای کمی و کیفی متعددی می‌توانند بر متغیر وابسته (وقوع یا عدم وقوع امنیت غذایی) تأثیرگذار باشند؛ اما در مطالعاتی که به‌صورت موردی و برای یک منطقه خاص آن هم به‌صورت مقطع زمانی انجام می‌شود، لندازه‌گیری و لحاظ کردن همه این متغیرها در مدل امکان‌پذیر نیست. با توجه به ادبیات در چنین مطالعاتی به‌طور معمول از اطلاعات سطح خانوارها استفاده می‌شود (Shabanzadeh-Khoshrody & Hosseini, 2021)؛ بر این اساس در مطالعه حاضر نیز از اطلاعات اقتصادی و دموگرافیکی هزینه درآمد خانوار از قبیل سن سرپرست خانوار، جنسیت سرپرست خانوار، سواد، بعد خانوار، اشتغال سرپرست خانوار، ساعت کار سرپرست، یارانه دریافتی خانوار، سطح درآمد خانوار و تنوع غذایی برای بررسی عوامل مؤثر بر امنیت غذایی استفاده شده است. بر این اساس اگر X_i بردار متغیرهای مؤثر بر وضعیت امنیت غذایی فرد i ام و β بردار پارامترهای مربوط به هر یک از متغیرها باشد، عوامل مؤثر بر احتمال وقوع و عدم وقوع ناامنی غذایی را می‌توان به‌صورت (۷) بیان نمود:

$$prob(y_i = 0) = 1 - F(\acute{\beta} X_i) \quad (۷)$$

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

Table 1- Equating family members with different ages as a share of an adult person

گروه سنی Age group	مرد Man	زن Woman
0-1	0.33	0.33
1-2	0.46	0.46
2-3	0.54	0.54
3-5	0.62	0.62
5-7	0.74	0.70
7-10	0.84	0.82
10-12	0.88	0.78
12-14	0.96	0.84
14-16	1.06	0.86
16-18	1.14	0.86
18-30	1.04	0.80
30-60	1	0.82
60>	0.84	0.74

مأخذ: پاکروان و همکاران (۲۰۱۵)

Source: Pakravan *et al*. (2015)

در رابطه (۷)، $y_i = 1$ و $y_i = 0$ به‌ترتیب خانوارهای دارای امنیت غذایی و ناامنی غذایی هستند. ضمن آن که X_i بردار متغیرهای توضیحی اثرگذار بر وقوع یا عدم وقوع امنیت غذایی است و β نیز بردار پارامترهای برآوردی را نشان می‌دهد. با توجه به آن‌که رابطه بیان شده حالت احتمالاتی دارد، برای تبدیل شاخص $\acute{\beta} X_i$ می‌بایست یک تابع توزیع احتمال مورد استفاده قرار گیرد. توزیع لاجستیک توزیع رایج در این زمینه است (Owino *et al*., 2014). استفاده از توزیع لاجستیک برای برآورد رابطه (۷) به استفاده از الگوی لاجیت منجر می‌شود. الگوی لاجیت مقدار احتمالات برآورد شده برای متغیر وابسته را در دامنه ۰ تا ۱ محدود می‌کند. ارتباط وقوع یا عدم وقوع امنیت غذایی خانوار (y) با عوامل مختلف اقتصادی-اجتماعی (X) در الگوی لاجیت، به‌صورت رابطه رگرسیونی (۸) بیان می‌شود:

$$y_i = \acute{B} X_i + \varepsilon_i \quad (۸)$$

در رابطه بالا، y_i متغیری پنهان است که دارای همان مشخصه موردنظر (برخورداری و یا عدم برخورداری خانوار از امنیت غذایی) می‌باشد. X_i بردار متغیرهای توضیحی و β بردار پارامترهای برآوردی است. چنان‌چه مشخصه در خانوار i وجود داشته باشد $y_i = 1$ خواهد بود؛ در غیر این صورت $y_i = 0$ است. بنابراین رابطه مذکور را می‌توان به‌صورت روابط (۹) و (۱۰) نشان داد:

$$\begin{cases} y_i = 0 & \text{عدم وقوع} \\ y_i = 1 & \text{وقوع} \end{cases} \quad (۹)$$

$$P_i = \Pr(y_i = 1) = \Pr(\acute{\beta} X_i + \varepsilon = 1) \quad (۱۰)$$

با توجه به موارد بیان شده جهت بررسی ارتباط میان متغیر وابسته (وجود یا عدم وجود امنیت غذایی) با متغیرهای مستقل (عوامل اقتصادی - اجتماعی) الگوی لاجیت را می‌توان به‌صورت رابطه (۱۱) معرفی کرد:

$$\Pr(y = 1) = \frac{e^{\acute{\beta} X}}{1 + e^{\acute{\beta} X}} = \psi(\acute{\beta} X) \quad (۱۱)$$

در رابطه (۱۱)، X_i بردار متغیرهای توضیحی، β بردار پارامترهای

برآوردی و $\psi(0)$ تابع توزیع تجمعی لاجستیک است که دارای میانگین صفر و واریانس یک است. در الگوی لاجیت ضرایب برآورد شده دارای معنی و مفهوم خاصی نیستند و برای تفسیر نتایج حاصل از این دو مدل باید اثرات نهایی را محاسبه نمود. تغییر در احتمال $y_i = 1$ بر اثر تغییر یک واحدی در متغیر مستقل اثر نهایی خوانده می‌شود. در الگوی لاجیت اثر نهایی (ME_L) به صورت رابطه (۱۲) محاسبه می‌شود (Shabanzadeh-Khoshrody & Hosseini, 2021):

$$\mathrm{ME}_L = \frac{\partial P_i}{\partial X_i} = \frac{e^{\beta X}}{(1+e^{\beta X})^2}\beta_i \qquad (۱۲)$$

با تخمین مدل لاجیت می‌توان مناسب بودن الگوی برازش شده را با استفاده از معیارهای نیکویی برازش مورد بررسی قرار داد. نکته حائز اهمیت آن است که در این مدل‌ها نمی‌توان از ضریب تعیین R^2 متداول به‌عنوان معیار خوبی برازش الگو استفاده نمود. در این رابطه آزمون نسبت راست نمایی (آزمون LR) یکی از معیارهای نیکویی برازش است که در مدل لاجیت مورد استفاده قرار می‌گیرد. چنان‌چه فرد i در گروه j (برخودار یا عدم برخوردار از امنیت غذایی) واقع شود، تابع لگاریتم راست نمایی برای حالت فوق را می‌توان به‌صورت رابطه (۱۳) بیان نمود:

$$\ln L = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{m}\left(y_{ij} ln\left[\frac{\exp\,(V_{ij})}{\sum_{j\in s_m}\exp\,(V_{ij})}\right]\right) \qquad (۱۳)$$

در این رابطه، y_{ij} یک متغیر دو حالتی (برخودار یا عدم برخوردار از امنیت غذایی) است و N نیز تعداد پاسخ‌دهندگان را نشان می‌دهد. با برآورد دو مدل مقید و نامقید آزمون نسبت راست نمایی و یا به‌عبارت دیگر آزمون LR را می‌توان به‌صورت رابطه (۱۴) تعریف نمود:

$$\mathrm{LR} = 2[\mathrm{LL_{UR}} - \mathrm{LL_R}] \qquad (۱۴)$$

در این رابطه، LL_{UR} و LL_R به‌ترتیب ارزش تابع راست‌نمایی را در مدل غیرمقید و مقید نشان می‌دهند. آماره آزمون LR دارای توزیع χ^2 با درجه آزادی برابر با تعداد محدودیت‌ها است. از آزمون LR برای بررسی معنی‌داری کلی رگرسیون برآورد شده استفاده می‌گردد. چنان چه آماره χ^2 محاسبه شده از طریق رابطه فوق از آماره χ^2 جدول بزرگ‌تر باشد، نشان دهنده عدم قبول فرض صفر و بر این اساس برازش صحیح و مناسب الگو است (Agresti, 2003).

نتایج و بحث

شاخص AHFSI برای مناطق شهری ایران در سال ۱۴۰۱ بر اساس رابطه (۱) محاسبه شد (جدول ۲). با توجه به نتایج، از آن‌جا که عدد شاخص ۶۹.۳ به‌دست آمده و این عدد در بازه ۷۵–۶۵ قرار دارد، می‌توان گفت که مناطق شهری کشور به لحاظ شرایط امنیت غذایی، دارای امنیت پائین هستند. شایان ذکر است که در مطالعه مهرابی بشرآبادی و محمدی موسوی (Mehrabi Boshrabadi & Mousavi Mohammadi, 2010) و حیدری (Heidary, 2018) شاخص AHFSI برای اوایل دهه ۸۰ و ۹۰ به‌طور متوسط به‌ترتیب ۹۲ و ۸۲ محاسبه شده است. مقایسه نتایج مطالعه حاضر با مطالعات مذکور نشان‌دهنده آن است که طی دو دهه اخیر، مناطق شهری کشور از شرایط امن بالای غذایی در شرایط امن پائین غذایی قرار گرفته‌اند. دلیل اصلی این موضوع را می‌توان شتاب بالای تورم و تلاطم‌های اقتصادی دهه ۹۰ عنوان نمود که هزینه‌ی زندگی را در مناطق شهری و به‌ویژه کلان‌شهرهای کشور با افزایش قابل‌توجهی مواجه ساخته است؛ با تشدید تحریم‌ها علیه ایران در سال ۲۰۱۸ و کاهش درآمدهای ارزی، نرخ ارز افزایش یافته و تورم بی‌سابقه‌ای در بازار مواد غذایی ایران رخ داد. در کنار این افزایش تورم، میزان دستمزد و درآمد با نسبت کمتری رشد کرد و شکاف عمیق میان درآمد و هزینه موجب کاهش قدرت خرید به‌خصوص در میان طبقه متوسط و پایین جامعه شد که در نهایت کاهش امنیت غذایی را برای مناطق شهری ایران به‌همراه داشته است.

با توجه به تعریف WFP، امنیت غذایی در مناطق شهری محاسبه و در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌گونه که از اطلاعات شکل مشخص است در سال ۱۴۰۱ حدود ۵۵ درصد از ساکنان مناطق شهری ایران یا با ناامنی غذایی روبرو و یا در مرز ناامنی غذایی قرار داشته‌اند؛ فلذا تنها حدود ۴۵ درصد جمعیت شهری از امنیت غذایی برخوردار بوده‌اند.

جدول ۳ سرانه کالری دریافتی را در مناطق شهری ایران در سال ۱۴۰۱ نشان می‌دهد. همان‌گونه که از اطلاعات جدول مذکور مشخص است، سرانه کالری دریافتی در مناطق شهری کشور ۲۵۴۰ کیلوکالری است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که میانگین جهانی کالری مصرفی روزانه از ۲۳۶۰ کیلوکالری در دهه ۱۹۶۰ به ۲۸۰۰ کیلوکالری در سال ۲۰۱۵ افزایش یافته و پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۳۰ به ۳۰۵۰ کیلوکالری برسد. با در نظر گرفتن حداقل کالری مورد نیاز روزانه اعلام شده توسط وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی ایران (۲۴۰۰ کیلوکالری)، مقایسه نتایج مطالعه حاضر با متوسط جهانی (۲۸۰۰ کیلوکالری در روز)، نشان می‌دهد که سطح دریافت کالری در ایران از متوسط جهانی پائین‌تر است. نکته مهم دیگر سهم بالای غلات در کالری دریافتی در مناطق شهری ایران است. سهم غلات از تأمین کالری مورد نیاز روزانه، در جهان و کشورهای با درآمد بالا به‌ترتیب ۵۰ و ۳۰ درصد و در کشورهای با درآمد پائین ۷۰ درصد است؛ مقایسه این آمار با وضعیت جاری کشور در سال ۱۴۰۱ گویای این واقعیت است که در مناطق شهری ایران، سهم غلات بیش از متوسط جهانی بوده و بخش قابل توجهی از کالری روزانه مردم از طریق غلات که جزو مواد غذایی با ارزش غذایی کم محسوب می‌شوند، تأمین شده است. به‌عبارت دیگر می‌توان این‌گونه نتیجه

گرفت که مردم به جای آن که بخش زیادی از کالری خود را از مواد غذایی ارزشمند مانند میوه، سبزی، گوشت و ... تأمین نمایند، از غلات تأمین کرده‌اند. این موضوع می‌تواند به بالا بودن قیمت مواد غذایی با ارزش غذایی بالا و نیز سواد و فرهنگ تغذیه‌ای مردم مرتبط باشد.

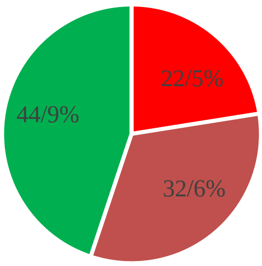
جدول ۲- شاخص AHFSI در سال ۱۴۰۱

Table 2- AHFSI index in 2022

سال Year	شاخص AHFSI (درصد) AHFSI index (%)
1401	69.3

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings



شکل ۱- وضعیت امنیت غذایی ساکنان مناطق شهری ایران در سال ۱۴۰۱

Figure 1- Food security status of residents of urban areas of Iran in 2022

از سوی دیگر بر اساس نتایج، متوسط کالری دریافتی در استان‌ها بین ۳۱۹۶-۱۹۸۸ کیلوکالری متغیر است؛ این موضوع بیان‌گر آن است که در دریافت کالری در استان‌های مختلف نابرابری وجود دارد؛ به‌طوری‌که در برخی از استان‌ها به علت بیش مصرفی، سطح دریافت بسیار بالاتر از حداقل مورد نیاز روزانه است و در برخی دیگر از استان‌ها به علت کم‌مصرفی، سطح دریافت به‌طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از حداقل مورد نیاز روزانه است. سرانه کالری در سه استان خراسان جنوبی، سمنان و ایلام بالاتر از سایر استان‌های کشور است و خانوارها در استان‌های البرز، قزوین و کهگیلویه و بویراحمد پائین‌ترین میزان کالری را دریافت نموده‌اند. نکته حائز اهمیت در جدول ۳ آن است که استان‌هایی که فقیرند، لزوما در شرایط فقر غذایی قرار ندارند و کالری کمتری دریافت نمی‌کنند؛ دلیل این موضوع سهم بالای غلات در تأمین غذا و یا همان گونه که در مطالعه جعفری ثانی و بخشوده (Jafari Sani & Bakhshoodeh, 2008) نیز بر آن تأکیده شده است، اختصاص بخش قابل توجهی از مخارج خانوار به مواد غذایی در این استان‌ها می‌باشد.

تعداد مطالعات انجام شده در خصوص وضعیت کالری خانوارها در ایران اندک است؛ بر اساس مطالعه پاکروان و همکاران (Pakravan *et al.*, 2015) سطح کالری سرانه دریافتی در مناطق شهری ایران در سال ۱۳۸۴ معادل ۳۲۰۰ کیلوکالری بوده که این میزان در سال ۱۳۹۱ به ۲۷۵۰ کیلوکالری کاهش یافته است. در مطالعه‌ای که توسط مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی ایران (Iranian Islamic Council Research Center, 2020) انجام شده نیز، سرانه کالری دریافتی در سال ۱۳۹۷ برای کل کشور حدود ۲۵۰۰ و برای استان‌های کشور بین ۲۹۳۲-۱۹۲۹ برآورد شده است. مقایسه نتایج مطالعه حاضر با مطالعات مذکور نشان می‌دهد که از دهه ۸۰ تاکنون، تغییر چشمگیری در سرانه کالری ایجاد شده و سرانه کالری دریافتی خانوارها در ایران به مرور زمان کاهش یافته است.

وضعیت شاخص‌های فقر غذایی در مناطق شهری ایران برای سال ۱۴۰۱ در جدول ۴ گزارش داده شده است. همان‌گونه که از اطلاعات جدول مذکور مشخص است متوسط نرخ فقر در مناطق شهری کشور ۵۵/۱ درصد می‌باشد. بدین معنی که ۵۵/۱ درصد جمعیت مناطق شهری کشور در سال ۱۴۰۱ فقر غذایی داشته‌اند. در این خصوص در مطالعه نصرت آبادی و همکاران (Nosratabadi *et al.*, 2015) نرخ فقر برای سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۹۱ به‌ترتیب ۴۰ و ۴۶ درصد محاسبه شده است. مقایسه نتایج مطالعه حاضر با مطالعه مذکور نشان می‌دهد که از دهه ۸۰ تاکنون فقر غذایی تغییر چشمگیری داشته و نرخ فقر در مناطق شهری به مرور زمان افزایش یافته است. بر اساس اطلاعات جدول ۴، شکاف فقر در ایران ۱۵/۲ درصد است؛ به‌عبارت دیگر کالری دریافتی خانوارهای فقیر، ۱۵/۲ درصد کمتر از حداقل کالری موردنیاز روزانه است؛ بنابراین برای از بین بردن کامل فقر، کالری دریافتی خانوارهای فقیر باید ۱۵/۲ درصد افزایش یابد. مجذور شکاف فقر و یا به‌عبارت دیگر شدت فقر نیز برای مناطق شهری کشور در مطالعه حاضر ۶ درصد محاسبه شده است. این شاخص توزیع کالری را در میان اعضای فقیر در نظر می‌گیرد و در برآورد فقر به خانوارهایی که از خط فقر فاصله زیادتری دارند (اعضای فقیرتر) وزن بیشتری می‌دهد. میان شاخص شکاف و شدت فقر اغلب همبستگی مثبت و به نسبت بالایی وجود دارد؛ از این رو همان‌گونه

که از اطلاعات جدول ۴ مشاهده می‌شود، عموما در استان‌هایی که شکاف فقر زیاد است، شدت فقر نیز زیاد می‌باشد. به لحاظ شاخص‌های فقر غذایی، سه استان کهگیلویه و بویر احمد، قزوین و آذربایجان غربی در بدترین شرایط و استان‌های کرمانشاه، ایلام و سمنان بهترین شرایط را دارند. بر اساس اطلاعات جدول ۴، شکاف قابل توجهی در توزیع مکانی فقر در میان استان‌های مختلف کشور وجود دارد. در این خصوص بررسی و مقایسه شاخص‌های فقر غذایی میان استان‌ها حاکی از آن است که دامنه تغییرات نرخ، شکاف و شدت فقر میان استان‌ها به‌ترتیب ۷۸/۵–۲۲/۸ درصد، ۲۲/۳–۴ درصد و ۱/۹–۱/۱ درصد متغیر می‌باشد. در این خصوص در مطالعه جعفری ثانی و بخشوده (Jafari Sani & Bakhshoodeh, 2008) دامنه تغییرات نرخ، شکاف و شدت فقر برای مناطق شهری استان‌های ایران در سال ۱۳۸۲ به‌ترتیب ۳۷–۶ درصد، ۹–۰/۸ درصد و ۳–۰/۲ درصد محاسبه شده است. در مطالعه رضائی‌فر و همکاران (Rezaeifar *et al*, 2022) نیز دامنه تغییرات نرخ، شکاف و شدت فقر برای مناطق شهری استان‌های ایران در سال ۱۳۹۸ به‌ترتیب ۶۲–۱۷ درصد، ۲۰–۳ درصد و ۱۰–۰/۷ درصد محاسبه شده است. مقایسه نتایج مطالعه حاضر با مطالعه مذکور بیان‌گر بدتر شدن شاخص‌های فقر غذایی در مناطق شهری کشور است.

جدول ۳- سرانه کالری دریافتی در مناطق شهری ایران در سال ۱۴۰۱

Table 3- per capita calorie intake in urban areas of Iran in 2022

استان Province	متوسط کالری دریافتی Average calorie intake (kcal/person/day)	سهم نان و غلات از کالری The share of bread and cereals in calories
South Khorasan خراسان جنوبی	3196	63.2
Semnan سمنان	3194	63.9
Ilam ایلام	3086	63.1
Kermanshah کرمانشاه	2914	56.6
Zanjan زنجان	2812	59.5
North Khorasan خراسان شمالی	2809	64.0
Chaharmahal and Bakhtiari چهارمحال و بختیاری	2807	51.7
Sistan and Baluchistan سیستان و بلوچستان	2776	67.9
Marhazi مرکزی	2735	50.3
Kurdistan کردستان	2700	59.4
Lorestan لرستان	2671	58.8
Khorasan Razavi خراسان رضوی	2601	56.5
East Azarbaijan آذربایجان شرقی	2597	60.7
Mazandaran مازندران	2572	55.5
Bushehr بوشهر	2564	55.2
Fars فارس	2556	63.3
Kerman کرمان	2505	58.5
Tehran تهران	2496	52.0
Khuzestan خوزستان	2485	56.3
Ardabil اردبیل	2457	71.2
Hamedan همدان	2416	54.4
Yazd یزد	2408	59.1
Isfahan اصفهان	2390	54.2
Golestan گلستان	2352	56.8
Guilan گیلان	2240	59.0
Qom قم	2240	58.0
Western Azerbaijan آذربایجان غربی	2143	47.7
Hormozgan هرمزگان	2119	48.2
Alborz البرز	2119	52.6
Qazvin قزوین	2074	56.1
Kohgiloyeh and Boyerahmad کهگیلویه و بویراحمد	1988	54.1
Average country متوسط کشور	2540	57.6

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۴- وضعیت شاخص‌های فقر غذایی در مناطق شهری ایران در سال ۱۴۰۱

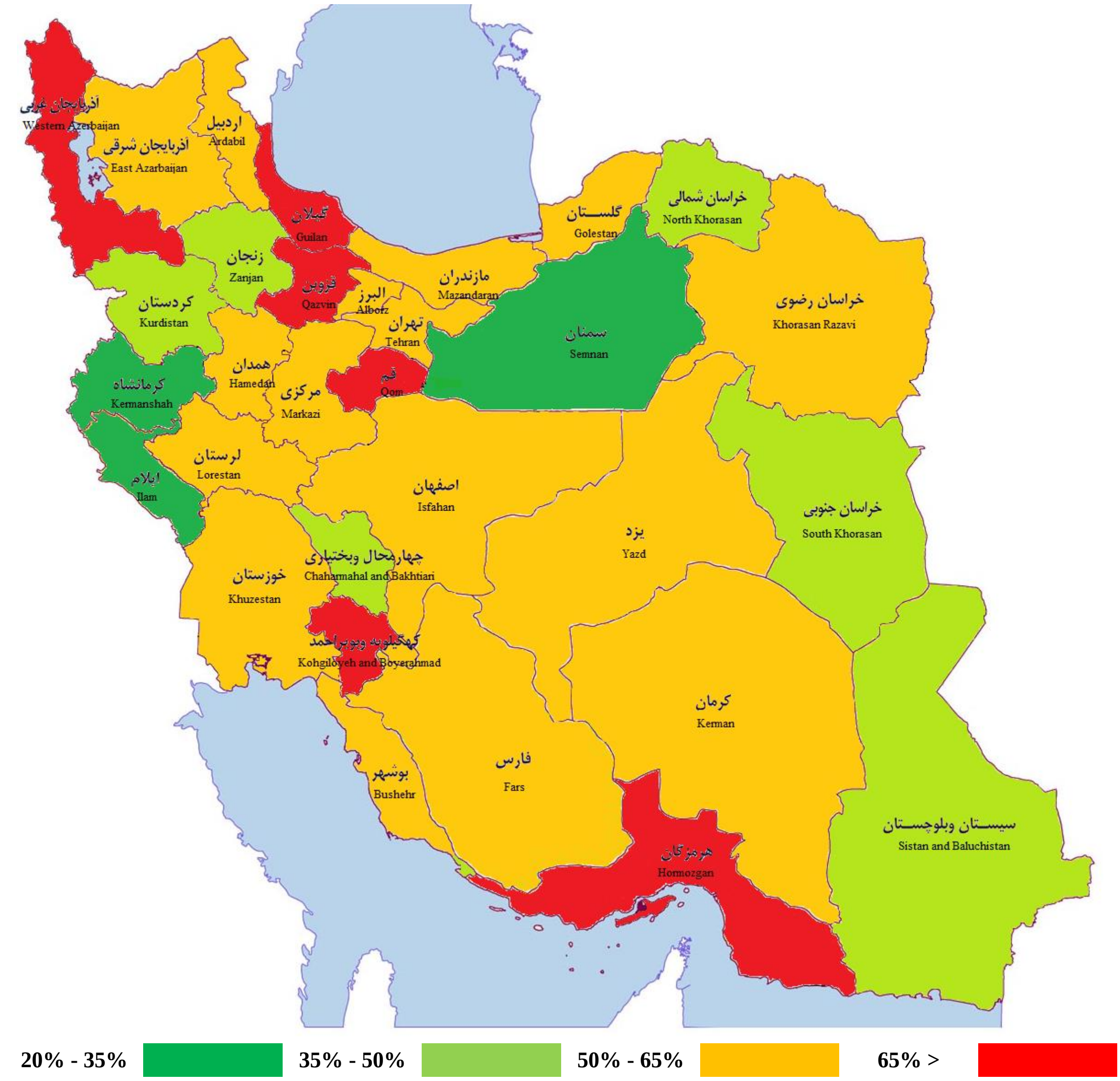
Table 4- Status of food poverty indicators in urban areas of Iran in 2022

استان Province	نرخ فقر Poverty rate	شکاف فقر Poverty gap	مجذور شکاف فقر Poverty gap squared
Kohgiloyeh and Boyerahmad کهگیلویه و بویراحمد	78.5	22.3	9.1
Qazvin قزوین	75.7	22.6	8.6
Western Azerbaijan آذربایجان غربی	69.1	24.5	11.7
Hormozgan هرمزگان	68.6	24.4	11.3
Guilan گیلان	66.8	19.7	7.7
Qom قم	66.3	20.1	8.3
Hamedan همدان	65	23.5	11.2
Alborz البرز	64.5	24.2	11.9
Yazd یزد	63.6	20.2	8.5
Tehran تهران	62	16.1	6
Isfahan اصفهان	61.9	16.2	6.2
Golestan گلستان	61.3	18.7	7.8
Khuzestan خوزستان	57.6	12.2	4
Fars فارس	57.6	15.2	5.6
Mazandaran مازندران	57.3	13.5	4.3
Ardabil اردبیل	56.2	12.7	4.5
Kerman کرمان	55.1	11.8	3.8
Markazi مرکزی	52.8	15.7	6.5
Khorasan Razavi خراسان رضوی	51.9	12.1	4.4
East Azarbaijan آذربایجان شرقی	51.3	13.8	5.4
Bushehr بوشهر	50.6	13.3	5
Lorestan لرستان	50.4	10.5	3.2
Zanjan زنجان	45.1	11.2	4.2
Sistan and Baluchistan سیستان و بلوچستان	44.4	12.3	5.3
Chaharmahal and Bakhtiari چهارمحال وبختیاری	44	10.2	3.5
Kurdistan کردستان	43.4	10.8	4.1
North Khorasan خراسان شمالی	40.8	9.9	3.4
South Khorasan خراسان جنوبی	35.4	9.3	3.5
Kermanshah کرمانشاه	32.7	5.4	1.4
Ilam ایلام	32.6	5.1	1.1
Semnan سمنان	22.8	4.0	1.1
Average country متوسط کشور	55.1	15.2	6

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

در شکل ۲ اطلس فقر غذایی مناطق شهری ایران در سال ۱۴۰۱ ترسیم شده است. همان‌گونه که از شکل مشخص است شش استان کهگیلویه و بویراحمد، قزوین، آذربایجان غربی، هرمزگان، گیلان و قم بالاترین نرخ فقر غذایی را دارند و در مقابل سه استان کرمانشاه، ایلام و سمنان نسبت به سایر استان‌های کشور از نرخ فقر غذایی به نسبت پائین‌تری برخوردار هستند.



شکل ۲- اطلس فقر غذایی برای مناطق شهری ایران در سال ۱۴۰۱

Figure 2- Atlas of food poverty for urban areas of Iran in 2022

به‌منظور بررسی عوامل مؤثر بر امنیت غذایی خانوارها در مناطق شهری ایران، مدل لاجیت برآورد و نتایج در جدول ۵ ارائه شده است. مؤلفه‌های اعتبارسنجی الگوی لاجیت که در انتهای جدول مذکور گزارش شده‌اند اعتبار بالای الگوی برآوردی را تائید می‌کنند. در این رابطه با توجه به بالابودن نسبی ضریب تعیین Pseudo و نیز معنی‌دار نبودن آماره آزمون هاسمر لمشو و آندریوز در سطح خطای ۱ درصد، می‌توان نتیجه گرفت که مدل مطالعه حاضر از برازش مناسبی برخوردار است[1]. نتایج حاصل از برآورد مدل لاجیت نشان می‌دهد که متغیرهای سن سرپرست خانوار، بعد خانوار، تنوع غذایی، وضعیت اشتغال، ساعت کار سرپرست خانوار، یارانه دریافتی خانوار، درآمد خانوار و تنوع غذایی بر امنیت غذایی خانوارها اثر معنی‌دار داشته‌اند.

بر اساس نتایج متغیر سن سرپرست خانوار بر امنیت غذایی خانوارها در مناطق شهری ایران اثر مثبت و معنی‌دار دارد. این نتیجه با نتایج مطالعات شرفخانی و همکاران (Sharafkhani *et al.*,

---

۱- در مدل‌های با متغیر وابسته صفر و یک جهت بررسی خوبی برازش به‌طور معمول از آزمون هاسمر لمشو و آزمون آندریوز استفاده می‌شود. در این آزمون‌ها معناداری کلی ضرایب رگرسیون از طریق مقایسه مقدار پیش‌بینی شده و مقدار واقعی متغیر وابسته در گروه‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد. اگر اختلاف بین مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده متغیر وابسته زیاد نباشد نشان‌گر برازش مناسب مدل است.

2012)، هاشمی‌تبار و همکاران (Hashemitbar *et al*., 2018) و شعبان‌زاده خوشرودی و حسینی (Shabanzadeh-Khoshrody & Hosseini, 2021) مشابهت دارد. در این رابطه باید عنوان نمود که انتظار می‌رود که با بالا رفتن سن سرپرست، به‌طور نسبی اندوخته مالی و در نتیجه وضعیت رفاه نسبی خانوار بهبود یابد؛ ضمن آن که با توجه به تمرکز افراد در سنین بالاتر به تغذیه و زندگی سالم‌تر، تجربه و سطح آگاهی سرپرست خانوار از ترکیب مواد غذایی و کیفیت کالاهای مصرفی در سطح خانوار افزایش خواهد یافت؛ این افزایش سطح رفاه و نیز آگاهی و دانش از کیفیت و انتخاب درست مواد مورد نیاز تغذیه، به انتخاب و چینش درست ترکیبات سبد تغذیه‌ای کمک فراوان می‌نماید و در نتیجه امنیت غذایی خانوار را افزایش می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که جنسیت سرپرست خانوار در مناطق شهری ایران بر امنیت غذایی خانوار اثر معنی‌دار نداشته است. ضمن آن که اگر چه بر اساس ادبیات امنیت غذایی به‌نظر می‌رسد که متغیر سواد باید با تأثیرگذاری بر سواد تغذیه‌ای بر سطح امنیت غذایی خانوار تأثیر معنی‌دار داشته باشد، با این وجود بررسی نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که اثر متغیر سواد در مدل معنی‌دار نیست؛ به‌عبارت دیگر سواد اثر معنی‌داری بر سواد تغذیه‌ای افراد و در نتیجه بهبود امنیت غذایی خانوارهای مناطق شهری ایران نداشته است. این نتیجه با نتیجه مطالعه شعبان‌زاده خوشرودی و حسینی (Shabanzadeh-Khoshrody & Hosseini, 2021) مشابهت دارد. بر پایه نتایج متغیر بعد خانوار بر امنیت غذایی خانوارها اثر منفی و معنی‌دار دارد؛ به‌عبارت دیگر خانواده‌های ساکن مناطق شهری ایران که از لحاظ جمعیتی دارای بعد بزرگ‌تری هستند، ناامنی غذایی بیشتری دارند. این نتایج با نتایج مطالعات شرفخانی و همکاران (Sharafkhani *et al*., 2012)، سعدی و وحدت مودب (Saadi & Vahdat Moadab, 2013)، هاشمی‌تبار و همکاران (Hashemitbar *et al*., 2018) و شعبان‌زاده خوشرودی و حسینی (Shabanzadeh-Khoshrody & Hosseini, 2021) مشابهت دارد. در تفسیر ارتباط بین وضعیت امنیت غذایی و بعد خانوار باید اذعان نمود که با افزایش بعد خانوار نیازهای حداقلی به مواد غذایی افزایش می‌یابد؛ این امر سبب می‌شود تا حجم و کیفیت مواد غذایی در دسترس خانوار کاهش و ناامنی غذایی پدیدار شود. ضمن آن که ممکن است تحت شرایط ویژه‌ای همچون نوسانات فصلی، قیمت مواد غذایی افزایش و یا به علت از دست دادن موقت شغل، امکان دسترسی خانوار به مواد اولیه تهیه غذا کاهش یابد؛ در این شرایط نیز هرچه تعداد افراد خانواده بیشتر باشد، مقدار غذای در دسترس افراد کمتر می‌شود. از سوی دیگر نتایج نشان می‌دهد که متغیرهای اشتغال سرپرست خانوار، ساعت کار، یارانه دریافتی خانوار و درآمد خانوار بر امنیت غذایی خانوارها اثر مثبت و معنی‌دار دارند؛ به‌عبارت دیگر خانواده‌های شهری که سرپرست آن‌ها شاغل هستند، زمان بیشتری را صرف کار کردن می‌کنند، یارانه بیشتری دریافت می‌کنند و یا دارای درآمد بالاتری هستند، ناامنی غذایی کمتری دارند. این نتایج با نتایج مطالعات هاشمی‌تبار و همکاران (Hashemitbar *et al*., 2018) و شعبان‌زاده خوشرودی و حسینی (Shabanzadeh-Khoshrody & Hosseini, 2021) مشابهت دارد. در توضیح این نتیجه باید اذعان نمود که، توانایی خانوارها در تأمین نیازهای غذایی با سطح دریافتی مالی خانوارها ارتباط مستقیم دارد. در این راستا چنان چه سیاست‌گذاری‌های درآمدی به‌صورت مستقیم و یا غیرمستقیم بتوانند سطح درآمد و در نتیجه قدرت خرید خانوار را افزایش دهند، می‌توانند به‌عنوان یک راهکار علمی و اثرگذار بر امنیت غذایی به حساب آیند. در نهایت نیز نتایج نشان می‌دهد تنوع غذایی بر امنیت غذایی خانوارها اثر مثبت و معنی‌دار دارد. این نتیجه گویای این واقعیت است خانوارهای ساکن مناطق شهری ایران که دارای تنوع غذایی بیشتری هستند، ناامنی غذایی پائین‌تری دارند. در این رابطه باید اذعان نمود که سلول‌های بدن انسان گوناگون و نیازهای متفاوتی دارند که تنها با تنوع دادن به نوع مواد غذایی مصرفی می‌توان این نیازهای مختلف را برطرف کرد. یک رژیم غذایی متنوع ضمن تأمین انرژی مورد نیاز بدن، کیفیت غذایی را افزایش داده و دریافت تمام ریزمغذی‌ها و درشت‌مغذی‌ها را برای بدن به همراه دارد که نتیجه‌ی این امر افزایش ضریب امنیت غذایی خانوار است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

طی یک دهه اخیر، قیمت مواد غذایی در ایران تحت تأثیر عوامل بیرونی و داخلی روند افزایشی داشته است. در نتیجه هزینه رژیم غذایی سالم در کشور به شدت افزایش یافته است. بر این اساس انتظار می‌رود که فقر و ناامنی غذایی نیز با توجه به تغییر شرایط، دستخوش تغییرات اساسی شده باشد. با توجه به آن که کاهش فقر و افزایش ضریب امنیت غذایی یک الزام برای کشورهای مستقل نظیر ایران به شمار می‌رود. در این راستا، شناخت وضعیت موجود نه تنها شرط اصلی تدوین برنامه‌های آتی است بلکه ضروری است این کار با هدف پایش و ارزیابی نتایج برنامه‌ها و اقدامات اجرا شده تداوم یابد. بر این اساس، در مطالعه حاضر توزیع مکانی فقر، امنیت غذایی و عوامل مؤثر بر ناامنی غذایی در مناطق شهری ایران در سال ۱۴۰۱ بررسی شد. جهت دستیابی به این اهداف، ابتدا با استفاده از اطلاعات طرح هزینه- درآمد خانوار مرکز آمار ایران ماتریس عملکرد تغذیه‌ای ترسیم و سرانه کالری دریافتی در سال ۱۴۰۱ محاسبه شد. در ادامه با استفاده از اطلاعات مذکور، شاخص کلی امنیت غذایی خانوار (AHFSI) و نیز شاخص فقر فوستر، گریر و توربک (FGT) محاسبه و بر اساس این شاخص‌ها توزیع مکانی فقر و ناامنی غذایی در مناطق شهری ایران ارزیابی شد. در نهایت نیز تأثیر متغیرهای اقتصادی و دموگرافیکی بر ناامنی غذایی در چارچوب مدل لاجیت تحلیل شد. بر اساس نتایج، مناطق شهری

کشــور در شــرایط امنیت پائین غذایی قرار دارند؛ به‌طوری‌که تنها ۴۵ درصد افراد از امنیت غذایی برخوردار بوده و حدود ۵۵ درصد از ساکنان مناطق شهری ایران یا با ناامنی غذایی روبرو هستند و یا در مرز ناامنی غذایی قرار دارند. مقایســه نتایج مطالعه حاضــر با مطالعات مهرابی بشــرآبـادی و محمـدی موســوی (Mehrabi Boshrabadi & Mousavi Mohammadi, 2010) و حیــدری (Heidary, 2018) نشــان‌دهنده آن اســت که طی دو دهه اخیر، ناامنی غذایی در مناطق شهری کشور بیشتر شده و شهروندان از شرایط امن بالای غذایی در شرایط امن پائین غذایی قرار گرفته‌اند. از سوی دیگر بر اساس نتایج، سرانه کالری دریافتی در مناطق شهری کشور ۲۵۴۰ کیلوکالری است. در حالی‌که بررسی‌ها نشان می‌دهد که میانگین جهانی کالری مصرفی روزانه از ۲۳۶۰ کیلوکالری در دهه ۱۹۶۰ به ۲۸۰۰ کیلوکالری در سال ۲۰۱۵ افزایش یافته و پیش‌بینی می‌شــود در ســال ۲۰۳۰ به ۳۰۵۰ کیلوکالری برســد. با در نظر گرفتن حداقل کالری مورد نیاز روزانه اعلام شـده توسـط وزارت بهداشـت، درمان و آموزش پزشـکی ایران (۲۴۰۰ کیلوکالری)، مقایســه نتایج مطالعه حاضــر با متوســط جهانی (۲۸۰۰ کیلوکالری در روز)، نشان می‌دهد که سطح دریافت کالری در ایران از متوســط جهانی پائین‌تر اســت. ضــمن آن که مقایســه نتایج مطالعه حاضــر با مطالعات مذکور نشــان می‌دهد که از دهه ۱۳۸۰ تاکنون، تغییر چشمگیری در سرانه کالری ایجاد شده و سرانه کالری دریافتی خانوارها در ایران به مرور زمان کاهش یافته اســت. در این رابطه به نظر می‌رســد که افزایش قیمت حامل‌های انرژی همگام با اجرای قانون هدفمند کردن یارانه‌ها، وقوع تحریم‌های اقتصــادی، کاهش قیمت نفت و درآمدهای نفتی، محدودیت صادرات محصولات داخلی و واردات کالاهای موردنیازو نیز افزایش نرخ ارز سـبب افزایش نرخ تورم و قیمت نسبی کالاها شده و هزینه‌های معیشتی خانوار را به طور قابل توجهی افزایش داده اســت. با این حال، میزان دســتمزد و درآمد با نسبت بسیار کمتری افزایش یافته و شکاف عمیق میان درآمد و هزینه موجب کاهش قدرت خرید به خصــوص در طبقه متوســط و پایین جامعه شــده اســت. در این راســتا اگر چه راه حل بلندمدت این موضـوع، ثبات بخشـی و کاهش قیمت کالاها از طریق تقویت تولید و عرضـه است اما در کوتاه‌مدت، افزایش حقوق و دسـتمزدها متناسب با نرخ تورم برای حفظ قـدرت خریـد مردم و نیز افزایش برنـامـه‌هـای حمایت اجتماعی از اقشار کم‌درآمد و ضعیف جامعه باید مورد توجه قرار گیرد.

جدول ۵- نتایج حاصل از برآورد الگوی لاجیت

Table 5- Results of logit model estimation

متغیر **Variable**	ضریب **Coefficient**	آماره‌ی z **Z-Test**	سطح معنی‌داری **p-value**	اثر نهایی **Marginal effect**
سن سرپرست خانوار Age of household head	0.015	7.476	0.000	0.005
جنسیت سرپرست خانوار (مرد=۱ و زن=۲) Gender of household head (male = 1 and (female = 2)	0.039	0.478	0.632	0.013
سواد سرپرست خانوار (باسواد=۱ و بی‌سواد =۲) Literacy of household Head (literate = 1 and illiterate = 2)	-0.055	-0.650	0.515	-0.018
بعد خانوار Family size	-0.489	-17.639	0.000	-0.165
تنوع غذایی Food diversity	0.199	2.980	0.029	0.067
میزان یارانه دریافتی خانوار Amount of subsidy received by the household	0.00001	5.470	0.000	0.000001
وضعیت اشتغال سرپرست خانوار (شاغل=۱ و بیکار=۲) Employment status of household head (unemployed = 1 and employed = 2)	0.291	3.010	0.026	0.098
ساعت کار سرپرست خانوار Working hours of household head	0.018	2.017	0.043	0.006
سطح درآمد خانوار Household income level	0.00001	9.40	0.000	0.000001
ضریب تعیین Pseudo Pseudo R-Squared	0.57	دویانس Deviance	47(0.52)	
ضریب تعیین آلدریچ نلسون (AN) Aldrich Nelson R-Squared	0.71	پیرسون Pearson	84(0.81)	
درصد پیش‌بینی صحیح Percentage of correct predictions	71.3%	LR	19.1 (0.55)	

مآخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در دریافت کالری در استان‌های مختلف کشور نابرابری وجود دارد؛ به‌طوری‌که متوسط کالری دریافتی میان استان‌ها بین ۳۱۹۶ -۱۹۸۸ کیلوکالری متغیر می‌باشد؛ ضمن آن‌که شکاف قابل توجهی در توزیع مکانی فقر در میان استان‌های مختلف کشور وجود دارد. در این خصوص بررسی و مقایسه شاخص‌های فقر غذایی میان استان‌ها حاکی از آن است که دامنه تغییرات نرخ فقر، شکاف فقر و شدت فقر میان استان‌ها به‌ترتیب ۸/۵–۲۲/۷۸ درصد، ۲۲/۳–۴ درصد و ۹/۱–۱/۱ درصد متغیر می‌باشد. مقایسه نتایج مطالعه حاضر با مطالعه جعفری ثانی و بخشوده (Jafari Sani & Bakhshoodeh, 2008) و رضائی‌فر و همکاران (Rezaeifar *et al*., 2022) بیان‌گر آن است که نرخ، شکاف و شدت فقر در مناطق شهری ایران نسبت به دهه ۸۰ و ۹۰ افزایش یافته است. با توجه به نتایج مذکور مشخص است که اولا با توجه به گسترش فقر در مناطق شهری کشور باید به برنامه‌های مبارزه با فقر و ناامنی غذایی اهمیت بیشتری داده شود و این برنامه‌ها با جدیت بیشتری پیگیری شوند. ثانیا برنامه‌های حمایت اجتماعی و فقرزدایی باید هدفمند بوده و جهتگیری منطقه‌ای و جغرافیایی داشته باشند و متناسب با نیازها و کمبودها در شرایط جغرافیایی، جمعیتی و درآمدی مختلف به کار گرفته شوند.

بر مبنای نتایج مطالعه متغیر تنوع غذایی بر امنیت غذایی اثر مثبت اما سواد بر امنیت غذایی خانوارهای شهری اثر معنی‌دار ندارد. در این رابطه، سازمان‌های متولی می‌توانند با فرهنگ‌سازی و آموزش تخصصی و عمومی سواد غذا و تغذیه نقش مهمی در کسب، پردازش و درک اطلاعات تغذیه، نحوه دسترسی به منابع اطلاعات تغذیه‌ای معتبر و قابل اعتماد، محاسبه و اندازه‌گیری واحدهای غذایی، درک و ارزیابی محتوای برچسب‌های غذایی و آشنایی با اطلاعات پایه‌ای تغذیه ایفا نمایند. این سازمان‌ها می‌توانند با همکاری سازمان‌های دیگر برنامه‌ها و کارگاه‌های تخصصی جهت آموزش ترکیب صحیح مواد غذایی و تأمین درشت و ریزمغذی‌های مورد نیاز فرد بالغ از منابع با کیفیت و همچنین آشنایی خانوارها با هرم غذایی، تدوین و اجرا نمایند. همچنین اصلاح و بازنگری سیاست‌های جاری در امر تبلیغات غذا و تغذیه و نظارت بر هر نوع تبلیغ کالاهای خوراکی از تمامی رسانه‌های موجود، به کارگیری کارشناس تغذیه در نظام ارائه خدمات بهداشتی درمانی، تدوین و ارسال مطالب آموزشی غذا و تغذیه به خانوارها، تدوین و به کارگیری برنامه تغذیه رایگان مدارس از نظر نوع و مقدار بر اساس آخرین یافته‌های علمی و پژوهش‌های کاربردی ملی و منطقه‌ای، همکاری در اجرای الگوی استانی جیره میان وعده غذایی دانش آموزان با توجه به نیازهای تغذیه آنان، تقویت درس بهداشت و لحاظ نمودن بحث غذا و تغذیه در آن، تدوین کتاب‌های آموزشی حاوی مطالب غذا و تغذیه مقاطع مختلف از دیگر پیشنهادهایی است که برای ارتقای فرهنگ و سواد تغذیه‌ای باید بر آن‌ها تأکید نمود. نهایت آن که بر اساس نتایج، متغیر بعد خانوار بر امنیت غذایی اثر منفی و معنی‌دار دارد. در شرایط کنونی که کشور با مشکلات اقتصادی ناشی از تحریم‌ها، تورم، بیکاری و... دست به گریبان است؛ تداوم این امر در کنار عدم حمایت مؤثر از خانواده‌ها می‌تولند تولنایی و امکلنات داشتن فرزند بیشتر را به علت ناامنی غذایی، از خانواده‌ها سلب کند. در این رابطه بررسی برنامه‌های حمایتی دولت نشان می‌دهد که با افزایش بعد خانوارها و بیشتر شدن تعداد فرزندان، بسته‌های حمایتی جامع، مدون و عملیاتی برای خانوارها وجود ندارد. بر این اساس، به‌دلیل رشد پائین جمعیت و افزایش جمعیت سالمند در کشور و نظر به ابلاغ سیاست‌های کلی جمعیت به دستگاه‌ها به‌منظور افزایش جمعیت کشور، ضرورت دارد نهادهای ذیربط بر طراحی و اجرای درست و کامل سیاست‌های تشویقی و حمایت از خانواده‌های پرجمعیت اهتمام ویژه داشته باشند.

References

1. Agresti, A. (2003). *Categorical data analysis*. John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/0471249688
2. Amirzadeh Moradabadi, S., Ziaee, S., Mehrabi Boshrabadi, H., & Keikha, A. (2020). Effect of agricultural sustainability on food security of rural households in Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, *22*(2), 289-304. https://doi.org/10.30490/aead.2020.262222.1005
3. Ashktorab, N., & Nematollahi, Z. (2019). The effects of increasing food commodities prices on the Welfare and poverty of Iranian urban households. *Journal of Agricultural Economics and Development*, *32*(4), 287-298. (In Persian). https://doi.org/10.22067/jead2.v32i4.69715
4. Azizi, V., Mehregan, N., & Yavari, G.R. (2016). The impact of supportive policies and targeted subsidies on urban households' food security index in Iran. *JPBUD*, *21*(2), 95-116. (In Persian)
5. Baye, K., Retta, N., & Abuye, C. (2014). Comparison of the effects of conditional food and cash transfers of the Ethiopian Productive Safety Net Program on household food security and dietary diversity in the face of rising food prices: ways forward for a more nutrition-sensitive program. *Food and Nutrition Bulletin*, *35*(3), 289-295. https://doi.org/10.1177/156482651403500301
6. Bazzazan, F., Ghasemi, A., Raghfar, H., & Hasanvand, S. (2015). The effectiveness of public policies in reducing poverty in Iran. *Iranian Economic Development Analyses*, *3*(3), 9-32. (In Persian). https://doi.org/10.22051/EDP.2016.2459
7. Bigman, D. (1993). The measurement of food insecurity: chronic undernutrition and temporary food deficiencies.

8. Brugh, K., Angeles, G., Mvula, P., Tsoka, M., & Handa, S. (2018). Impacts of the Malawi social cash transfer program on household food and nutrition security. *Food Policy*, *76*, 19-32. https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.11.002
9. Chizari, A., Hosseini, S.S., & Hosseini, F. (2022). The impact of foreign exchange and trade policies on food security. *Agricultural Economics*, *16*(2), 103-118. (In Persian). https://doi.org/10.22034/IAES.2022.533638.1847
10. FAO, IFAD, Unicef, WFP and WHO. (2023). The state of food security and nutrition in the world 2023.
11. Ghahremanzadeh, M., Ziaei, M.B., Pish Bahar, E., & Dashti, Q. (2016). Measuring impact of rising food price on Iranian urban households Welfare. *Agricultural Economics*, *9*(4), 97-119. (In Persian)
12. Ghorbanian, A., & Bakhshoodeh, M. (2016). The effect of price increases on food security in the rural society of Iran. *Agricultural Economics and Development*, *24*(2), 165-189. (In Persian). https://doi.org/10.30490/AEAD.2016.59037
13. Gu, S., Zhang, J., Wang, J., Wang, X., & Du, D. (2021). Recent development of HS-GC-IMS technology in rapid and non-destructive detection of quality and contamination in agri-food products. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, *144*, 116435. https://doi.org/10.1016/j.trac.2021.116435
14. Hailu, A.G., & Amare, Z.Y. (2022). Impact of productive safety net program on food security of beneficiary households in western Ethiopia: A matching estimator approach. *PLoS One*, *17*(1), e0260817. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260817
15. Hashemitbar, M., Akbari, A., & Darini, M. (2018). Analysis of affecting factors on food security in rural areas of southern Kerman province. *Journal of Space Economics and Rural Development*, *7*(2), 1-17. (In Persian)
16. Heidary, K. (2018). Evaluation the impact of US sanctions on food security in Iranian households. *Social Security Journal*, *14*(3), 35-52. (In Persian)
17. Hidrobo, M., Hoddinott, J., Kumar, N., & Olivier, M. (2018). Social protection, food security and asset formation. *World Development*, *101*, 88-103. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.08.014
18. Hoddinott, J. (1999). Targeting: Principles and practice. *Technical Guide*, *9*, 70-75.
19. Huang, J., Nie, F., & Bi, J. (2015). Comparison of food consumption score (FCS) and calorie intake indicators to measure food security. In 2015 International Conference on Social Science, Education Management and Sports Education (pp. 1152-1158). Atlantis Press.
20. Iranian Islamic Council Research Center. (2020). Examining household income and expenditure data in 2018 and determining the average calorie requirement of Iranian households. (In Persian)
21. Jafari Sani, 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). https://doi.org/10.30490/AEAD.2008.126904
22. Kiani Dehkiani, M., Khalilian, S., Najafi Alamdarlo, H., & Vakilpor, M.H. (2022). Evaluating the impact of rising food prices on the cost of living of Iranian households. *Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Eghtesadi)*, *56*(4), 771-802. (In Persian). https://doi.org/10.22059/JTE.2022.332477.1008563
23. Khodadad Kashi, F., & Shamsi, S. (2012). Investigation the impact of supportive policies on reducing poverty in Iran. *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, *9*(2), 153-171. (In Persian)
24. Martins, A.P.B., Canella, D.S., Baraldi, L.G., & Monteiro, C.A. (2013). Cash transfer in Brazil and nutritional outcomes: a systematic review. *Revista de Saude Publica*, *47*(6), 1159-1171. https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2013047004557
25. McCarthy, U., Uysal, I., Melis, R.B., Mercier, S., Donnell, C.O., & Ktenioudaki, A. (2018). Global food security–Issues, challenges and technological solutions, Trends in Food Science & Technology.
26. Mehrabi Boshrabadi, H., & Mousavi Mohammadi, H. (2010). Effects of government protections in agricultural Sector on food security of urban households in Iran. *Agricultural Economics*, *4*(3), 1-16. (In Persian)
27. Mohammadi, M., Ishraqian, M.R., Asadi Lari, M., Dorsti, A.R., Mansournia, M.A., & Ahsani Nasab, S. (2015). Investigating the affecting factors on food insecurity in Tehran city using multilevel statistical models. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Industry*, *10*(4), 13-20. (In Persian)
28. Mohanty, S., & Peterson, E.W.F. (2009). Food security and government intervention, Public Policy in Food and Agriculture, 304.
29. Mukarrama, M.M.F., Udugama, J.M.M., Jayasinghemudaligae, U.K., Ikram, S.M.M., & Dissanayake, S.N. (2010). Assessing the household food security of marine fisheries sector in Sri Lanka: Case of muslim fishing community in the Beruwala divisional secretariat division. *Journal Aquatic Science*, 61-73.
30. Nosratabadi, M., Sharifian Sani, M., Raghfar, H., Negin, V., Rahgozar, M., & Babapour, M. (2015). Measuring and analyzing nutritional poverty trend among households with child in Iran using generational approach: 1984-2012. *Refahj*, *15*(56), 39-65. (In Persian)
31. Owino, A.Y., Atuhaire, L.K., Wesonga, R., Nabugoomu, F., & Muwanga-Zaake, E. (2014). Logit models for household food insecurity classification. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, *3*(2), 49-54. https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20140302.14
32. Pakravan, M.R., Hosseini, S.S., Salami, H., & Yazdani, S. (2015). Identifying effective factors on food security of Iranian's rural and urban household. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, *46*(3), 395-408. (In Persian). https://doi.org/10.22059/IJAEDR.2015.55514

33. Parvaei, S. (2022). The role of social support and social assistance in reducing poverty and removing deprivation: Conceptual and theoretical insights. *Social Security Journal*, *18*(2), 37-60. (In Persian). https://doi.org/10.22034/QJO.2023.364683.1280
34. Prince, A.I., Ehi, O.E., Brown-Ofoeme, M.N., Collins, O., & Alobele, I.A. (2023). Social policies and poverty reduction in Africa: A Nigeria-centered perspective. *IIARD Journal Human. Socity Policy*, *9*(1), 49-77.
35. Raghunathan, K., Chakrabarti, S., Avula, R., & Kim, S.S. (2017). Can conditional cash transfers improve the uptake of nutrition interventions and household food security? Evidence from Odisha’s Mamata scheme. *PloS One, 12*(12). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188952
36. Resnick, D., & Swinnen, J. (2023). The political economy of food system transformation: Pathways to progress in a polarized world.
37. 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). https://doi.org/10.22034/iaes.2022.540824.1881
38. Saadi, H., & Vahdat Moadab, H. (2013). Assessing the food security of female-headed households and its affecting factors (Case study of Razan city). *Women in Development and Politics (Women's Research)*, *11*(3), 411-426. (In Persian). https://doi.org/10.22059/jwdp.2013.36536
39. Sen, A. (1976). Poverty: an ordinal approach to measurement. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 219-231. https://doi.org/10.2307/1912718
40. 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. (In Persian). https://doi.org/10.30490/AEAD.2021.352428.1279
41. Sharafkhani, R., Dastgiri, S., Ghareh Aghaji Asl, R., & Ghavamzadeh, S. (2012). The role of household age composition in the prevalence of food insecurity: A cross-sectional study in northwest of Iran. *Journal of Knowledge and Health*, *7*(1), 27-31. (In Persian). https://doi.org/10.22100/jkh.v7i1.62
42. Statistical Center of Iran. (2023). Statistical data and information. www.amar.org.ir. (In Persian)
43. Timmer, C.P. (2017). Food security, structural transformation, markets and government policy. *Asia & the Pacific Policy Studies*, *4*(1), 4-19. https://doi.org/10.1002/app5.161

Journal of Agricultural Economics and Development

Homepage: https://jead.um.ac.ir

Research Article

Vol. 38, No. 3, Fall 2024, p. 279-294

Analysing the most Important Variables Affecting Agricultural Water Security in Mazandaran Province

F. Razzaghi Borkhani[1*], T. Azizi Khalkheili[1], A.A. Barati[2]

1- Assistant Professor, Department of Agricultural Extension and Education, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

2- Associate Professor, Department of Agricultural Management and Development, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran

(*- Corresponding Author Email: F.razzaghi@sanru.ac.ir)

		How to cite this article:
Received:	05-04-2024	Razzaghi Borkhani, F., Azizi Khalkheili, T., & Barati A.A. (2024). Analysing the most important variables affecting agricultural water security in Mazandaran province. *Journal of Agricultural Economics & Development, 38*(3), 279-294. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jead.2024.87497.1260
Revised:	06-05-2024	
Accepted:	21-05-2024	
Available Online:	21-05-2024	

Introduction

The shortage of freshwater resources is one of the primary crises the world faces, despite the constant availability of renewable water sources. As a result, the rising risks associated with water scarcity are a critical concern. The water crisis reduces crops production and negatively affects food security. Due to the increase in demand for food, agriculture section is under more pressure because of both water crisis and more demand for food. Agricultural sector has been also facing with water shortage due to climate changes caused by the more global warming and low precipitation. Water crisis and climate changes leading to a decrease in the crops production. Now, agriculture and livelihood of villagers has become unstable more than any time. Considering the importance of irrigated farming in Mazandaran province in the country's food security, the present study was conducted with the aim of identifying the most important variables that affecting water security in Mazandaran province.

Materials and Methods

The statistical population of the research included 16 subject experts with research or executive experience in the fields related to water studies, water security and climate change. The selection of them was done in a purposeful way. The data collection tool was a researcher made questionnaire and the data collection method was face-to-face interview. At first, to identify the variables involved in water security a subject literature review and several semi-structured interviews with subject experts were conducted. Then, the experts were asked to evaluate the cross-effects of the identified variables through pairwise comparisons and in the form of the MICMAC questionnaire. Finally, the data were analysis using MICMAC software.

Results and Discussion

According to the results, among the studied variables, "knowledge and environmental literacy of villagers" and "reduction of precipitation due to climate change" (input variables) are two important key variables that directly and indirectly affect water security and therefore should be considered. The variables "best management of appropriate farm operations", "volume and diversity of water resources" and "good management and governance of agricultural water" are intermediate variables, with high impact and high dependence. Based on the direct influence network intensity of the key variables involved in water security, variables such as "best management of suitable farm

https://doi.org/10.22067/jead.2024.87497.1260

operations”, “good management and governance of agricultural water”, “the degree of resilience of farmers to adapt to climate change” play a central and sensitive role. Based on the indirect relationships, “best management of appropriate farm operations”, “the degree of resilience of farmers to adapt to climate change”, “risk management of ecological hazards and climate change” have the greatest indirect effect on other variables and should be considered by policy makers and planners in this field.

Conclusion

Water crisis is a major challenge for agricultural activities and consequently for food security. Considering the vital role that Mazandaran province plays in the agricultural products production and as a result food security, the present study examined the most important variables affecting food security. The findings of this study showed that "good management and governance of agricultural water" has the most direct impact on water crisis management. Good water governance can be taken into consideration with the relative strengthening and synergistic participation of public and private sectors and non-governmental organizations in line with the planning and implementation of food security policy with the water-energy-food nexus approach. The role of increasing the environmental knowledge and literacy of villagers by providing effective educational-promotional services such as farm filed school is very important on the farmer's resilience and adaptability. On the other hand, variables such as good water management and governance, development of new irrigation systems and technologies, zoning of agricultural lands and the explanation of the appropriate cultivation pattern for each zone (such as planting crops with low water demand and high added value include medicinal plants) are undeniable impact on the livelihood resilience of the farmer's family and adaptation to climate change conditions. Diversify the livelihood resources of farming households with the participation of household women, promoting climate-oriented businesses that are compatible with climate changes (such as agricultural tourism and handicrafts), using drought-resistant species, changing the date of cultivation, developing greenhouse cultivation, medicinal plants and modernization of irrigation, change of history and cultivation pattern play important roles on the resilience of farmers to adapt climate change.

Keywords: Food security**,** Water and food nexus, Water crisi, Water policy, Water resources management

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی

https://jead.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۳۸، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، ص. ۲۷۹-۲۹۴

واکاوی مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار بر امنیت آبی کشاورزی در استان مازندران

فاطمه رزاقی بورخانی[1]*- طاهر عزیزی خالخیلی[1]- علی اکبر براتی[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۰۱

چکیده

با توجه به محدود بودن منابع آب شیرین و تجدیدشونده در جهان، کمبود منابع آب از جمله بزرگترین مسائل پیش روی بشر است که منجر به افزایش مخاطرات مرتبط با آب شده است. بحران منابع آب با کاهش سطح تولید بر امنیت غذایی تأثیر منفی می‌گذارد. بخش کشاورزی به‌دلیل افزایش تولید و وابستگی زیاد به منابع آبی در دهه‌های اخیر تحت تأثیر تغییرات اقلیمی ناشی از افزایش میزان دما و کاهش سطح بارش با بحران کم‌آبی مواجه بوده است. با توجه به اهمیت کشت آبی در استان مازندران و نقش مهم استان مازندران در امنیت غذایی کشور، مطالعه حاضر باهدف شناسایی مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار در امنیت آبی استان مازندران انجام گرفت. جامعه آماری پژوهش شامل ۱۶ نفر از خبرگان موضوعی دارای سابقه تحقیقاتی یا اجرایی در حوزه‌های مرتبط با مطالعات آب، امنیت آبی و تغییر اقلیم بودند. انتخاب این افراد به روش هدفمند انجام شد. ابزار جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش پرسشنامه و روش جمع‌آوری داده‌ها مصاحبه حضوری بود. در ابتدا با استفاده از مرور ادبیات موضوع و مصاحبه‌های نیمه ساختارمند با خبرگان موضوعی، متغیرهای دخیل در امنیت آبی شناسایی شدند. سپس، از خبرگان خواسته شد تا اثرات متقاطع متغیرهای شناسایی‌شده را از طریق مقایسه زوجی ارزیابی کنند. در نهایت، تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش تحلیل اثرات متقابل با استفاده از نرم‌افزار MICMAC انجام شد. براساس نتایج، متغیر «مدیریت و حکمرانی خوب آب کشاورزی» در رتبه اول میزان اثرگذاری مستقیم قرار گرفت که نشان‌دهنده اهمیت قابل‌توجه این متغیر در مدیریت بحران آبی است. «کاهش میزان نزولات جوی به‌واسطه وقوع تغییرات اقلیمی»، «میزان و تنوع منابع آبی» و «سطح دانش و سواد زیست‌محیطی روستاییان» در رتبه‌های بعدی از نظر میزان تأثیرگذاری مستقیم بر امنیت آبی قرار گرفتند. حکمرانی خوب آب با تقویت مشارکت هم‌افزای بخش‌های دولتی، خصوصی و مردم‌نهاد، به‌منظور برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری امنیت غذایی (مبتنی بر رویکرد پیوند آب، انرژی و غذا) باید مورد توجه قرار گیرد. در این راستا مدیریت بهینه مزرعه با عملیات خوب کشاورزی (GAP) و روش‌های کشاورزی حفاظتی و تاب‌آوری کشاورزان نسبت به تغییرات اقلیم، آگاه‌سازی و توانمندسازی کشاورزان از طریق گسترش سواد آبی و سواد زیست‌محیطی با مشارکت نهاد توانمندساز ترویج کشاورزی، پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: امنیت غذایی، بحران آب، پیوند آب و غذا، سیاست آب، مدیریت منابع آب

مقدمه

جمعیت، توسعه صنعتی و پیدایش سریع فناوری‌های جدید، جهان را دچار دگرگونی کرده است. افزایش تقاضای آب برای مصارف شهری، کشاورزی و صنعتی، رقابت بر سر تخصیص منابع محدود آب را بین مناطق مختلف و بین انواع مصرف‌کنندگان تشدید نموده است. کمبود منابع آب شیرین، یکی از بزرگ‌ترین مسائلی است که جهان درحال‌توسعه به صورت روزافزون با آن مواجه است (De Amorim *et al.*, 2018). ارزیابی منابع آب در سراسر جهان بیانگر آن است که بیش از ۵۰ درصد از آب قابل دسترس و تجدیدپذیر توسط انسان مصرف می‌شود (Sakhdari *et al.*, 2023). از طرفی، منابع تجدیدشونده آب در جهان ثابت است که این مسئله تأمین آب را به یکی از اساسی‌ترین

۱- استادیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

(*- نویسنده مسئول: Email: F.razzaghi@sanru.ac.ir)

۲- دانشیار گروه مدیریت و توسعه کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

https://doi.org/10.22067/jead.2024.87497.1260

مشکلات برای بشر تبدیل کرده است به همین دلیل کمبود آن با گذر زمان بیش از پیش احساس می‌گردد (Bahrami Mehneh *et al.*, 2017). همچنین، افزایش مخاطرات مرتبط با آب موضوع مهم دیگری در زمینه تغییرات جهانی است (Masago *et al.*, 2019). تعداد تلفات و خسارات اقتصادی ناشی از بلایا و مخاطرات مرتبط با آب مانند سیل، خشکسالی، رانش زمین و فرونشست زمین به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. تغییرات آب و هوا، تغییرات کاربری زمین، شهرنشینی، الگوهای مهاجرت، مشکلات انرژی و تولید مواد غذایی ناشی از تغییرات جمعیتی و توسعه اقتصادی می‌تواند خطرات نامطمئن بیشتری را تشدید کند (Mishra *et al.*, 2021). به همین ترتیب، خشکسالی جنبه‌های فیزیکی و اجتماعی متعددی دارد. کمبود بارندگی، منابع آب و سیستم‌های کشاورزی را تغییر می‌دهد و بسته به انعطاف‌پذیری جوامع محلی و جمعیت، تأثیر آن می‌تواند شدید باشد، در نتیجه تنش بین مصرف آب رقابتی به دلیل تضاد بین استفاده انسانی و الزامات جریان محیطی بدتر می‌شود (Grafton *et al.*, 2011).

با افزایش جمعیت، افزایش سطح زیر کشت و تولید کشاورزی و به تبع آن مصرف رو به افزایش منابع آب سطحی و زیرزمینی، دسترسی به منابع آب با مشکلات فراوانی همراه شده است (Asadpourian *et al.*, 2022). لذا، برای اطمینان از پایداری منابع آبی با کیفیت و کافی برای حفظ انسان‌ها، حیوانات، گیاهان و سایر موجودات یک اکوسیستم امنیت آبی مورد توجه قرار می‌گیرد (Lautze *et al.*, 2011). امنیت آب از تضمین دسترسی مطمئن به آب سالم کافی برای هر فرد (با قیمت مقرون به صرفه که مکانیسم‌های بازار در آن دخالت دارند) برای داشتن یک زندگی سالم و سازنده، از جمله زندگی نسل‌های آینده، خبر می‌دهد (Mishra *et al.*, 2021). افزایش و بهبود امنیت آب شامل: (۱) اطمینان از در دسترس بودن منابع آب کافی و قابل اطمینان با کیفیت قابل قبول برای ارائه خدمات آب برای کلیه فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی به شیوه‌ای که از نظر زیست‌محیطی پایدار باشد. (ب) کاهش خطرات مربوط به آب مانند سیل، خشکسالی و آلودگی. (ج) پرداختن به کاهش درگیری‌هایی که ممکن است از اختلافات بر سر آب‌های مشترک، به‌ویژه در موقعیت‌های استرس فزاینده ناشی شود، و تبدیل آن‌ها به راه‌حل‌های برد برد است (Mishra *et al.*, 2021). اتصال دو حوزه سیاست کشاورزی و مدیریت آب که هر دو سیستم‌های اجتماعی-فیزیکی چندلایه پیچیده‌ای هستند، بسیار مهم است. ادغام کشاورزی و مدیریت آب شبیه یک پازل است که در آن اندازه و شکل تعداد زیادی قطعه دائماً در حال تغییر است و در طول زمان الگوها و پیکربندی‌های مختلفی تولید می‌کنند. واضح است که این نوع عمل به رویکردی بسیار پیچیده‌تر و خلاقانه‌تر برای سیاست و تحقیق نیاز دارد. در حال حاضر، دسترسی به امنیت آبی به یک هدف بلندمدت می‌باشد که هنوز به‌طور کامل به یک استراتژی عملیاتی برای برخورد با آب و کشاورزی به شیوه‌ای جامع یا به‌هم‌پیوسته تبدیل نشده است. هر استراتژی اتخاذ شده در آینده باید بتواند سیستم‌های تولید مواد غذایی را بدون به خطر انداختن قابلیت حیات پایدار آب و سیستم‌های اکولوژیکی حفظ کند (Rob *et al.*, 2017).

امنیت آبی در کشورهایی همچون ایران که آب در آن همواره به عنوان یک نهاده کمیاب مطرح بوده و از نظر اقلیمی در ناحیه خشک و نیمه خشک جهان واقع شده از اهمیت بیشتری برخوردار است (Salami & Taheri, 2019). این کشور مقدار قابل توجهی از آب‌های زیرزمینی را برای آبیاری و جبران کمبود آب سطحی بکار می‌برند. برداشت تهاجمی آب‌های زیرزمینی منجر به کاهش سطح آب زیرزمینی در مناطق مختلف شده است. در نتیجه نزدیک به ۵۰ درصد از دشت‌های سراسر ایران در وضعیت بحرانی قرار دارند (Madani *et al.*, 2016). همچنین، با توجه به روش سنتی آبیاری و سیستم‌های انتقال آب، بخش زیادی از آب منحرف شده است. در نتیجه بحران منابع آب تولید را کاهش می‌دهد و بر امنیت غذایی تأثیر منفی می‌گذارد. همچنین آب زیربنای تمام ابعاد سلامت و رفاه انسان است که هم برای تولید غذا و هم انرژی اساسی است (Florin Frone & Frone, 2015). امنیت آبی رویکردی فراگیر در مدیریت منابع آب است که ارزیابی آن می‌تواند تصویر جامعی از وضعیت منابع آب و مشکلات ناشی از مدیریت این منابع ارائه کند. این رویکرد برای کشور ایران که درگیر مشکلات درهم تنیده در زمینه مدیریت منابع آب و محیط‌زیست است و در دهه‌های اخیر تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار گرفته است و همواره با مشکل کم‌آبی مواجه بوده است، حائز اهمیت است. مقدار شاخص امنیت آبی برای هیچ‌کدام از استان‌های ایران، بیش‌تر از ۰/۴۳ نمی‌شود که نشان‌دهنده وضعیت نامطلوب همه استان‌های ایران از منظر شاخص امنیت آبی است (Salemi Sarmast & Zahraie, 2021).

استان مازندران از نظر سطح زیر کشت برنج در ایران رتبه نخست را به خود اختصاص داده است و معیشت و کسب‌وکار اکثر روستاییان استان مازندران به شالیکاری وابسته است. روش سنتی و غرقابی برای کشت برنج در استان بیشتر استفاده می‌شود، در نتیجه بحران آب و تغییرات اقلیمی می‌تواند در کاهش تولید برنج نقش داشته باشد و به نوعی بر اقتصاد و معیشت روستاییان اثر منفی بگذارد. افزایش روند کاهش سطح بارش و بارش مؤثر، افزایش نیاز آبی گیاه در واحد سطح در استان مازندران دلیل روشن بر وجود تغییرات آب و هوایی است (Irannejad *et al.*, 2019). سالانه حدود ۲ میلیارد و ۷۰۰ میلیون متر مکعب آب در بخش کشاورزی مازندران به مصرف می‌رسد که ۷۰ درصد آن از طریق آب سطحی و ۳۰ درصد آن از طریق آب زیرزمینی تأمین می‌شود و در حال حاضر فقط ۳۴درصد آب مورد نیاز شالیکاری را می‌توان با مدیریت مصرف کرد، بنابراین ضریب امنیت آبی اراضی شالیزاری استان کمتر از ۳۴ درصد است (Enayati, 2022). نتایج مطالعات و بررسی بلندمدت منابع آب استان مازندران نشان می‌دهد میزان متوسط بارندگی کاهش یافته است متوسط دمای سالانه در اغلب

ایستگاه‌ها روندی افزایشی داشته است و دشت‌های استان مازندران نسبت به دوره درازمدت با کاهش حجم آبخوان روبرو بوده است. در استان مقدار بارش در فصل پاییز سال آبی ۱۴۰۱ نسبت به سال گذشته و درازمدت به‌ترتیب ۳۰ و ۳۱ درصد کاهش داشته است و حجم آبگیری سدهای استان نسبت به سال گذشته حدود ۴۲ درصد کاهش داشته است و مجموع تغییرات حجم آبخوان‌ها کاهش در سال ۱۴۰۱ نسبت به سال ۱۴۰۰ بیش از ۵۰ درصد بوده است (Regional Water Company of Mazandaran Province, 2023). اگرچه تغییرات آب و هوایی و تغییر اقلیم بر مشکلات آب ایران اثر می‌گذارد، بااین‌حال مشکلات آب ایران عمدتاً منشاء انسانی داشته و محصول دهه‌ها مدیریت ضعیف منابع آب، ناشی از عدم پیش‌بینی، برنامه‌ریزی هماهنگ و درک اشتباه از توسعه است (Madani *et al*., 2016). این روند نشان‌دهنده آینده‌نگری و لزوم تجدید نظر در نحوه مدیریت منابع آب استان است تا در آینده با بحران کمبود آب مواجه نشود. با نظر داشتن شرایط فعلی منابع آبی، اتخاذ راهبردهای کوتاه‌مدت و بلندمدت برای جلوگیری از اثرات احتمالی تغییرات اقلیمی و کم‌آبی و تضمین مدیریت بهتر و کارآمدتر لازم است (Dev, 2016). درنتیجه پژوهش و مطالعه در این حوزه با رویکردی آینده‌نگرانه به‌منظور ایجاد آمادگی برای مواجهه با شرایط احتمالی در آینده و نیز تدوین سیاست‌های اجرایی مناسب در راستای مدیریت بهینه امنیت آبی کشاورزی، حائز اهمیت است. بیشتر مطالعات داخلی و خارجی بدون توجه جدی به تحلیل آینده‌نگاری انجام شده است.

مطابق تحقیق بهبودی و قربانی (Behboudi & Ghorbani, 2023) در الگوی طراحی‌شده برای حکمرانی و مدیریت آب با الگوی پویایی سیستم کیفیِ حکمرانی منابع آب در حوضه آبریز رودخانه قرنقو، در جنوب شرقی استان آذربایجان شرقی، اصلاح الگوی حکمرانی آب از طریق ایجاد تغییر در برداشت از منابع آب، ظرفیت سازگاری، ظرفیت توانمندسازی، ظرفیت گفتمان‌سازی، عامل تحقیق و توسعه، عامل قوانین و مقررات، ساختار مسئولیت، مؤلفه مشارکت، وابستگی به آب، وابستگی به دولت، آموزش، الگوی کشت امکان‌پذیر است.

نیاکا (Nkiaka, 2022) در مطالعه خود با عنوان عوامل اجتماعی و اقتصادی تعیین‌کننده امنیت آب در مناطق درحال توسعه (آفریقا، آسیا- اقیانوس آرام و آمریکای لاتین و دریای کارائیب) شاخص امنیت آب را با استفاده از سه متغیر بیوفیزیکی (در دسترس بودن آب، خطر آب و هوا و حیات اکوسیستم) و دو متغیر اجتماعی-اقتصادی (دسترسی به آب و مدیریت یکپارچه منابع آب)بررسی نمود. پنج متغیر مستقل (دولت، تولید ناخالص داخلی (GDP) سرانه، درصد جمعیت شهری، کمک‌های رسمی توسعه برای خدمات آب و فاضلاب و نرخ تکمیل مدارس ابتدایی زنان) برای بررسی عوامل تعیین‌کننده امنیت آب استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل‌های آماری نشان می‌دهد که تولید ناخالص داخلی سرانه، نرخ تکمیل مدارس ابتدایی زنان و حاکمیت و دولت، عوامل کلیدی تعیین‌کننده امنیت آب هستند.

فونسکا و همکاران (Fonseca *et al*., 2022) در مطالعه امنیت آب کشاورزی تحت تغییرات آب و هوایی در شبه‌جزیره ایبری[1] واقع در جنوب غربی اروپا نشان دادند به دلیل افزایش مناطق کشاورزی یا کشاورزی فشرده، آب و امنیت غذایی به‌طور پیچیده به هم متصل هستند. درنتیجه، اقداماتی برای تقویت امنیت غذایی با اتخاذ استراتژی‌هایی برای حفظ و نگهداری آب، مانند بهبود سیستم‌های آبیاری، ایجاد حوضه‌های نگهداری، یا انتخاب محصولات یا گونه‌های جدید مناسب‌تر برای آب و هوای گرم و خشک، و درنتیجه بهبود آب و هوا، مورد نیاز است.

بیتو و همکاران (Beithou *et al*., 2022) در مطالعه امنیت آبی مرتبط با کشاورزی در شرایط کم آب کشورها مانند کشور اردن با ارائه یک نمای کلی از تأثیر الگوهای کشت کشاورزی و امنیت آب به توسعه سیاست ملی به‌منظور برنامه‌ریزی پایدارتر در بخش کشاورزی و مواد غذایی پرداختند و نتایج کاربردی مانند نوسازی سیستم تأمین آب شهری برای صرفه‌جویی ۵۰ درصد از کل مصرف آب کشور، انتقال تولیدات کشاورزی از مزارع باز به کشت گلخانه‌ای، سرمایه‌گذاری زیرساختی و سرمایه‌گذاری‌های بیشتری به تولید در گلخانه‌های هیدروپونیک بسته ارائه دادند.

نینجی و همکاران (Ningi *et al*., 2022) در مطالعه عوامل تعیین‌کننده وضعیت امنیت آب برای خانوارهای روستایی از جوامع ملانی-داخلی و هامبورگ ساحلی در استان کیپ شرقی، آفریقای جنوبی[2] از شاخص فقر آب برای محاسبه وضعیت امنیت آب خانوارها در دو جامعه استفاده نمودند. یافته‌ها نشان داد که امنیت آب در مناطق مورد مطالعه ناچیز است که عمدتاً به دلیل در دسترس نبودن منابع آبی و زمان صرف شده برای جمع‌آوری آب است. عواملی مانند پرداخت هزینه آب، نوع سرویس بهداشتی مورد استفاده و زمان صرف شده برای جمع‌آوری آب، امنیت آب خانوارها را در مناطق مورد مطالعه تعیین می‌کند.

عباسی رستمی و همکاران (Abbasi Rostami *et al*., 2022) در تحقیقی با هدف ارتباط موجود در میان شبکه نهادهای مرتبط در حکمرانی مدیریت به هم‌پیوسته منابع آب کشاورزی استان مازندران نشان دادند مدیریت منابع آب منجر به حاکمیت نهادهای خاص شده و در نهایت این رویکرد، اهداف سیاستی را بدون ملاحظه ذینفعان منابع

1- Iberian Peninsula
2- Melani-inland and Hamburg-coastal communities in the Eastern Cape Province, South Africa

آب تنظیم نموده است که باعث تناقض بین ذینفعان در حکمرانی منابع آب می‌شود و سازوکارهای قانونی و ترغیبی را برای مشارکت بیشتر سازمان‌های به حاشیه رانده در فرآیندهای تصمیم‌سازی، تصمیم‌گیری و اجرا در قالب عضویت در کارگروه‌های مشترک، تفاهم‌نامه‌های بین دستگاهی، پروژه‌های مشترک و تبادل منابع بین دستگاه‌ها در سطح استان برای توزیع متوازن قدرت میان تمام نهادهای ذینفع پیشنهاد نمودند.

مطابق تحقیق سلامی سرمست و زهرایی (Salemi Sarmast & Zahraie, 2021) پنج بعد کلیدی ابعاد امنیت آبی در بخش کشاورزی با شاخص امنیت آبی بانک توسعه آسیا[1] را می‌توان این‌گونه دسته‌بندی نمود: (۱) امنیت منابع آب قابل استفاده و ناپایداری‌های منابع سطحی و زیرزمینی؛ (۲) بعد دسترسی به خدمات و زیرساخت‌های آب و فاضلاب و پساب؛ (۳) امنیت آبی از نظر اقتصادی و اثر کمبود آب بر اشتغال کشاورزی؛ (۴) امنیت آبی از نظر محیط‌زیستی و تغییر رژیم جریان رودخانه‌ها و دبی رودخانه‌ها نسبت به حالت طبیعی و آلودگی آب‌ها؛ و (۵) بعد شرایط تاب‌آوری و آسیب‌پذیری مردم در برابر مخاطرات ازجمله سیل و خشکسالی.

داوودی و همکاران (Davoodi *et al*., 2021) در بررسی عوامل مؤثر بر امنیت آب کشاورزی در منطقه رامجرد فاکتورهایی مانند شرکت در کلاس‌های آموزشی بر امنیت آب در منطقه مؤثر است و با آموزش کشاورزان در زمینه مشارکت در تعمیر و نگهداری سامانه‌های آبیاری، صرفه‌جویی در مصرف آب و استفاده از فناوری‌های نوین آبیاری همراه با توجه بیشتر مسئولان مربوطه برای رسیدگی به مشکلات آب‌رسانی و ایجاد تشکل تخصصی بازرسی و نظارت در توزیع و انتقال آب، اهداف دستیابی به امنیت آب میسر خواهد شد.

پورخسروانی و همکاران (Pourkhosravani *et al*., 2019) در مورد عوامل مؤثر بر ناکارآمدی سیاست منابع آب در ایران نشان داد که سیاست‌گذاران در مسیر پیاده‌سازی اصلاحات آبی با موانع زیادی همچون ضعف قوانین و مقررات در حوزه منابع آب ضعف نهادی و ساختاری پراکندگی نقش‌ها و مسئولیت‌ها مشکلات مالی فنی و اطلاعاتی و غیره مواجه است که در سایه وجود حکمرانی خوب و اثرگذار که پیامد کاربست رویکردهای علمی محسوب می‌شود می‌توان بر بخش گسترده‌ای از مشکلات فائق آمد.

در تحقیق قوچانی و همکاران (Ghoochani *et al*., 2019) برای شناسایی کلان پیشران‌های مدیریت پایدار منابع آب بخش کشاورزی کشور ۱۲ کلان پیشران‌های اولیه شناسایی شد. در پیشران‌های ریسک نهادسازی در مدیریت آب کشاورزی، استقرار مدیریت یکپارچه آب؛ در پیشران تنظیم‌کننده ایجاد بانک داده پاسخ‌گویی منابع آب، ظرفیت اجتماعی و فرهنگی حوزه آب؛ در پیشران‌های خروجی نگرش مسئولان به تغییر الگوی کشت و بکارگیری فناوری‌های نوین و مرتبط با سیستم تأمین منابع آب؛ و در پیشران هدایت‌کننده توجه به تغییرات اقلیمی با تمرکز بر خشکسالی و قیمت واقعی آب کشاورزی مهم‌ترین بوده است.

شارانگا و مادارا (Sharaunga & Mudhara. 2016) در بررسی عوامل فیزیکی، اجتماعی–اقتصادی و نهادی مؤثر بر امنیت مصرف آب در میان کشاورزان خرده‌ملک آبیاری بخش محلی مسینگای آفریقای جنوبی نشان دادند وضعیت امنیتی مصرف آب کشاورزان به شدت تحت تأثیر طرح آبیاری قرار داشت. کشاورزان واقع در ابتدای کلنال آبیاری نسبت به کشاورزان در انتهای کلنال آبیاری ایمنی بیشتری نسبت به مصرف آب داشتند. کشاورزان مسن‌تر و کسانی که زمین‌های کشاورزی بزرگ‌تری دارند، به احتمال زیاد در استفاده از آب ایمن هستند. کسانی که سال‌های بیشتری را در طرح آبیاری سپری کرده‌اند و اعضای انجمن‌های مصرف‌کنندگان آب، خود را در مصرف آب ناامن‌تر می‌دانستند. نظارت دولت و اجرای قانون نیز لازم است تا امکان دسترسی عادلانه به آب را در بین آبیاری‌ها فراهم کند.

با جمع‌بندی تحقیقات پیشین و مبانی نظری، نوآوری این تحقیق شناسایی مؤلفه‌های اثرگذار و اثرپذیر برای امنیت آبی کشاورزی استان مازندران با برنامه‌ریزی آینده‌نگاری با روش میک مک می‌باشد. با توجه به اهمیت موضوع آب و تأثیر آن بر ادامه حیات موجودات زنده و با در نظر داشتن شرایط فعلی منابع آبی کشور، پژوهش و مطالعه در این حوزه با رویکردی آینده‌نگرانه به منظور افزایش افق دید و ایجاد آمادگی برای مواجهه با شرایط احتمالی در آینده و نیز تدوین سیاست‌های اجرایی مناسب، یکی از مهم‌ترین اولویت‌های علمی پژوهشی کشور محسوب می‌شود (Zinati Fakhrabad & Asghari Moghadam) در چارچوب توسعه پایدار ملی جمهوری اسلامی ایران در بخش کشاورزی، همواره نیاز است تا جهت‌گیری هدفمندی به مناطق با پتانسیل مناسب توسعه کشاورزی و تولید محصولات استراتژیک معطوف شود. استان مازندران مزیت نسبی و جایگاه ویژه در امنیت غذایی کشور دارد. بخش کشاورزی از مهم‌ترین منابع درآمد در استان مازندران و نقش مهمی در معیشت پایدار روستاییان استان دارد. همچنین مشکلات کم‌آبی و بحران آب و افزایش دما از معضلات اصلی خصوصاً مناطق شرقی استان است. با توجه به اینکه امنیت آبی بسته به موقعیت مکانی و زمانی و با توجه به شرایط اقلیمی متغیر است، لذا نیاز است تا برای هر شرایط جغرافیایی، با دیدگاه آینده‌نگری جهت پیش‌بینی وضعیت مطلوب آینده مطالعه جدیدی صورت بگیرد تا سطح امنیت آبی را متناسب با منطقه مورد بررسی فرموله کند. بر این اساس اهمیت تحلیل مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار در امنیت آبی بخش کشاورزی استان از منظر سیاست‌گذاران و محققان استان مازندران از دیدگاه آینده‌نگری

1- Asian Development Bank

موردتوجه قرار گرفته است. بنابراین، بر اساس مرور ادبیات فوق می‌توان این‌گونه جمع‌بندی نمود که مسئله امنیت آبی و بحران آب در استان مازندران متأثر از متغیرهای مختلفی است که شناسایی آن‌ها و شبکه روابط بین آن‌ها می‌تواند کمک شایان توجهی به مدیریت بحران آب و سیاست‌گذاری هوشمندانه‌تر در راستای تحقق امنیت آبی بنماید. به همین دلیل مطالعه حاضر باهدف کلی شناسایی متغیرهای دخیل در مسئله امنیت آبی در استان مازندران و شناسایی شبکه روابط بین آن‌ها و نقش و اثرگذاری هر یک از این متغیرها انجام شد. در راستای دستیابی به این هدف این مطالعه در نظر دارد تا به این پرسش‌ها پاسخ دهد: ۱) مهم‌ترین متغیرهای دخیل در امنیت آبی کدام‌اند؟ ۲) شبکه روابط بین این متغیرها و اولویت آن‌ها چگونه است؟ ۳) بر اساس متغیرها و شبکه روابط شناسایی‌شده، مهم‌ترین راهکارهای تحقق امنیت آبی و مقابله با بحران آب در استان مازندران کدام‌اند؟

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر نوعی مطالعه پیمایشی با رویکرد کیفی است که ازنظر هدف در گروه مطالعات کاربردی قرار می‌گیرد. جامعه آماری مورد پژوهش شامل ۱۶ نفر از خبرگان موضوعی شامل اعضای هیئت‌علمی مراکز آموزشی و تحقیقاتی استان مازندران بودند. در این مطالعه سعی شده است تا افرادی در پژوهش مشارکت داده شوند که به‌طور مستقیم در زمینه موضوع مورد مطالعه سابقه تحقیقاتی یا اجرایی داشته باشند. این افراد به روش هدفمند انتخاب شدند. ابزار جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش پرسشنامه و روش جمع‌آوری داده‌ها مصاحبه حضوری بود. در گام اول با استفاده از مرور ادبیات موضوع و مصاحبه‌های نیمه ساختارمند با خبرگان موضوعی، ۱۱ متغیر به‌عنوان متغیرهای دخیل در بحران آب و به تبع آن امنیت آبی شناسایی شدند (جدول ۱). به‌طور میانگین با هریک از مشارکت‌کنندگان حدود ۳۰ دقیقه مصاحبه حضوری انجام شد. در طی فرآیند جمع‌آوری داده‌ها پس از پایان یافتن هر مصاحبه، اطلاعات به‌دست‌آمده از مشارکت‌کنندگان مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گرفت.

جدول ۱- متغیرهای تحقیق
Table 1- Research variables

ردیف Row	متغیرهای شناسایی شده The identified variables	نماد Symbol	محققان Research
1	توسعه سیستم و فناوری‌های نوین آبیاری و مدیریت آب (مانند نصب کنتور هوشمند) Development of modern systems and technologies for irrigation and water management (such as installing a smart meter)	NIS	فونسکا و همکارن (Fonseca *et al.*, 2022) بیتو و همکاران (Beithou *et al.*, 2022);
2	پهنه‌بندی اراضی کشاورزی و تبیین الگوی کشت مناسب هر پهنه Zoning of agricultural lands and defining the its appropriate cultivation pattern	ZAL	فونسکا و همکارن (Fonseca *et al.*, 2022);
3	مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه (مانند توجه به نیاز آبی محصول برای کشت) Best management of suitable farm operations (such as paying attention to the water requirement of the crop for cultivation)	GAPM	فونسکا و همکارن (Fonseca *et al.*, 2022); بیتو و همکاران (Beithou *et al.*, 2022);
4	سطح زیر کشت اراضی کشاورزی Cultivated area of agricultural lands	ALA	شارانگا و مادارا (Sharaunga & Mudhara. 2016);
5	میزان و تنوع منابع آبی Volum and diversity of water resources	WRVD	سلامی سرمست و زهرایی (Salemi Sarmast & Zahraie, 2021);
6	مدیریت و حکمرانی خوب آب کشاورزی Good governance and managementof agricultural water	GAWG	سلامی سرمست و زهرایی (Nkiaka, 2022); نیاکا (Behboudi & Ghorbani, 2023);
7	سطح دانش و سواد زیست‌محیطی روستاییان The knowledge and environmental literacy of villagers	VEKL	بهبودی و قربانی (Behboudi & Ghorbani, 2023); بهبودی و قربانی
8	کاهش میزان نزولات جوی به‌واسطه وقوع تغییرات اقلیمی Reducing the amount of precipitation due to the climate changes	PCC	قوچانی و همکاران (Ghoochani *et al.*, 2019); ایران‌نژاد و همکاران (Irannejad *et al.*, 2019)
9	افزایش تبخیر و تعرق به دلیل گرمایش زمین Increase in evapotranspiration due to the global warming	EGW	ایران‌نژاد و همکاران (Irannejad *et al.*, 2019)
10	مدیریت ریسک مخاطرات اکولوژیکی و تغییر اقلیم Risk management of ecological hazards and climate change	REH	شارانگا و مادارا (Sharaunga & Mudhara., 2016);
11	میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم The farmers resilience to adapt climate change	RFC	سلامی سرمست و زهرایی (Salemi Sarmast & Zahraie, 2021);

در گام دوم پس از مشخص شدن متغیرهای کلیدی تحقیق، به‌منظور تکمیل ماتریس اثرات متقابل، پرسشنامه مقایسه زوجی متغیرهای شناسایی‌شده بر اساس استاندارد روش‌شناسی MICMAC تدوین شد و از مشارکت‌کنندگان خواسته شد تا شدت تأثیر هر متغیر (x_i) بر متغیر دیگر (x_j) را با عددی صحیح بین صفر تا ۴ (به‌ترتیب برای نشان دادن بدون تأثیر، تأثیر ضعیف، تأثیر متوسط، تأثیر قوی و تأثیر بالقوه) مشخص نمایند. در نهایت، اطلاعات جمع‌آوری‌شده در این بخش به کمک نرم‌افزار MICMAC تجزیه‌وتحلیل شد. این نرم‌افزار، پراکندگی عوامل را بر اساس میزان اثرگذاری و اثرپذیری آن‌ها و نقشی که در سیستم موردنظر ایفا می‌کنند، در قالب یک نمودار مشابه شکل ۱ ارائه می‌نماید. این نمودار متشکل از پنج بخش است (Godet *et al.*, 2008; Barati *et al.*, 2019):

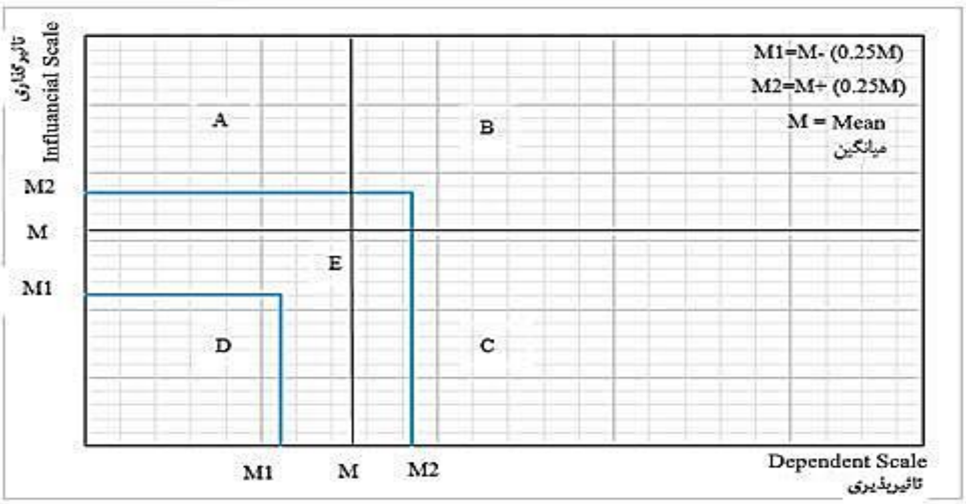
ناحیه A (متغیرهای ورودی): متغیرهای واقع در ناحیه A بیشترین تأثیرگذاری را بر سایر متغیرها داشته و کمترین اثر را از آن‌ها می‌پذیرند. این متغیرها عوامل کلیدی و مهم برای سناریوسازی و تدوین برنامه‌های راهبردی در آن زمینه به شمار می‌روند.

ناحیه B (متغیرهای حد واسط): متغیرهای ناحیه B یا متغیرهای میانی اگرچه تأثیرگذاری بالایی دارند اما از تأثیرپذیری بالایی نیز برخوردارند. این متغیرها ذاتاً بی‌ثبات هستند و هر اقدامی در خصوص آن‌ها صورت گیرد به‌سرعت سایر بخش‌های سیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

ناحیه C (متغیرهای نتیجه): این متغیرها تأثیرپذیری و وابستگی بسیار بالایی دارند اما تأثیرگذاری آن‌ها کم است. رفتار این متغیرها متأثر از متغیرهای ورودی و واسطه‌ای است.

ناحیه D (متغیرهای قابل چشم‌پوشی): این متغیرها ارتباط کمی با سایر متغیرها دارند و به دلیل تأثیرگذاری و تأثیرپذیری اندک اغلب از تحلیل کنار گذاشته خواهند شد.

ناحیه E (متغیرهای بالقوه یا نامعین): این متغیرها به‌دلیل اثرگذاری و اثرپذیری کم، متغیرهای چندان مهمی تلقی نمی‌شوند. این متغیرها معمولاً در مطالعات آینده مورد بررسی قرار خواهند گرفت.



شکل ۱- انواع متغیرها بر اساس شبکه اثرگذاری و اثرپذیری آن‌ها

Figure 1- Types of variables based on the influence network and their dependence

نتایج و بحث

ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای پاسخگویان

افرادی در پژوهش با پرسشنامه محقق ساخته مورد مصاحبه قرار گرفتند که به‌طور مستقیم در مدیریت آب کشاورزی اطلاعات و آگاهی عمیق داشته باشند. به‌طوری‌که حدود ۵۰ درصد از بخش اجرایی (بخش آب و خاک و ترویج سازمان جهاد کشاورزی استان و مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان‌ها ۸ نفر) و ۵۰ درصد از بخش تحقیقاتی و دانشگاهی (اساتید گروه مهندسی آب ۵ نفر و اساتیدگروه ترویج و آموزش کشاورزی و اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری ۳ نفر) به صورت هدفمند انتخاب شدند. میانگین سنی پاسخگویان حدود ۴۲ سال و حدود ۸۱/۲۵ درصد پاسخگویان با مدرک تحصیلی دکتری تخصصی در رشته کشاورزی مربوطه بودند و تنها ۱۲/۵ درصد دانشجوی دکتری و ۶/۲۵ درصد مدرک کارشناسی ارشد دشته‌اند.

شبکه روابط بین متغیرهای دخیل در امنیت آبی

جدول ۲، میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای شناسایی‌شده در این مطالعه بر یکدیگر را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج، از بین متغیرهای شناسایی‌شده متغیر «مدیریت و حکمرانی

خوب آب کشـــاورزی» (GAWG)با ۱۶۱۵ امتیاز در رتبه اول میزان اثرگذاری مستقیم قرار گرفته است که نشان‌دهنده اهمیت قابل‌توجه این متغیر در مدیریت بحران آبی است. پس از آن، به‌ترتیب متغیرهای «کاهش میزان نزولات جوی به‌واسطه وقوع تغییرات اقلیمی» (PCC)، «میزان و تنوع منابع آبی» (WRVD) و «ســطح دانش و ســواد زیست‌محیطی روستاییان» (VEKL) در رتبه‌های بعدی از نظر میزان تـأثیرگذاری مســتقیم بر امنیت آبی قرار دارنـد. در میان متغیرهـای شناسایی‌شده متغیرهای «مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه (مانند توجه به نیاز آبی محصول برای کشت)» و «میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم» بیشترین اثرپذیری را از سایر متغیرهای شناسایی‌شده داشته‌اند. کمترین میزان تأثیرپذیری مستقیم نیز متعلق به متغیر «سطح دانش و سواد زیست‌محیطی روستاییان» بود.

جدول ۲- رتبه‌بندی و میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرها برهم

Table 2- Ranking and amount of direct and indirect effects of variables

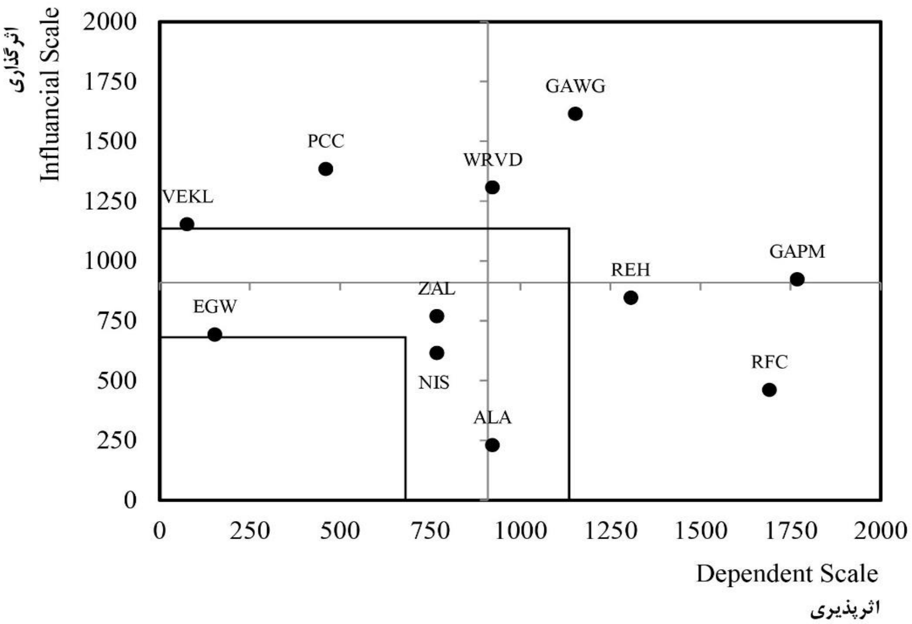
متغیرها Variables	مستقیم Direct				غیرمستقیم Indirect			
	تأثیرگذاری Influence		تأثیرپذیری Dependence		تأثیرگذاری Influence		تأثیرپذیری Dependence	
	امتیاز Score	رتبه Rank	امتیاز Score	رتبه Rank	امتیاز Score	رتبه Rank	امتیاز Score	رتبه Rank
NIS	615	9	769	6	681	7	613	9
ZAL	769	7	769	6	650	8	836	7
GAPM	923	5	1769	1	1772	1	1489	1
ALA	230	۱۱	923	5	1120	4	904	5
WRVD	1307	3	923	5	1055	5	253	11
GAWG	1615	1	1153	4	1047	6	1224	3
VEKL	1153	4	76	9	93	10	1164	4
PCC	1384	2	461	7	391	9	1391	2
EGW	692	8	153	8	69	11	792	8
REH	846	6	1307	3	1409	3	873	6
RFC	416	10	1692	2	1706	2	456	10

در بخش اثرات غیرمستقیم نیز بیشترین تأثیرگذاری غیرمستقیم هر متغیر بر سـایر متغیرها مربوط به «مدیریت بهینه عملیات مناسـب مزرعه (مانند توجه به نیاز آبی محصـــول برای کشــت)» و «میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم» می‌باشند. بیشترین اثرپذیری یک متغیر از ســـایر متغیرها نیز مربوط به متغیر «مدیریت بهینه عملیات مناســب مزرعه (مانند توجه به نیاز آبی محصـــول برای کشـــت)» و «کاهش میزان نزولات جوی به‌واســـطه وقوع تغییرات اقلیمی» است.

به‌طور کلی و بر اساس موقعیت هر یک از متغیرهای مورد مطالعه بر روی نمودار اثرگذاری–اثرپذیری مستقیم (شکل ۲) و غیرمستقیم (شکل ۳)، دو متغیر «سطح دانش و سواد زیست‌محیطی روستاییان» (VEKL) و «کاهش میزان نزولات جوی به‌واســـطه وقوع تغییرات اقلیمی» (PCC) در محدوده A قرار گرفته‌اند. لذا، این دو به‌عنوان عوامل کلیدی و مهم در تدوین برنامه‌های راهبردی در امنیت آبی به شـــمار می‌روند (متغیرهای ورودی). همچنین، قرار گرفتن متغیرهای «مدیریت بهینه عملیات مناســـب مزرعه (مانند توجه به نیاز آبی محصـــول برای کشـــت)» (GAPM)، «میزان و تنوع منابع آبی» (WRVD) و «مدیریت و حکمرانی خوب آب کشاورزی» (GAWG) در ناحیه B یعنی محدوده متغیرهای حد واسط، به این مفهوم است که این متغیرها اگرچه تأثیرگذاری بالایی دارند اما از تأثیرپذیری بالایی نیز برخوردارند. این متغیرها ذاتاً بی‌ثبات هســـتند و هر اقدامی در خصوص آن‌ها صورت گیرد به‌سرعت سایر بخش‌های سیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد. لذا، هرگونه تغییر در این متغیرها باید هوشـمندانه و هدفمند باشد چرا که منجر به تغییر در کل سیستم امنیت آبی خواهد شد.

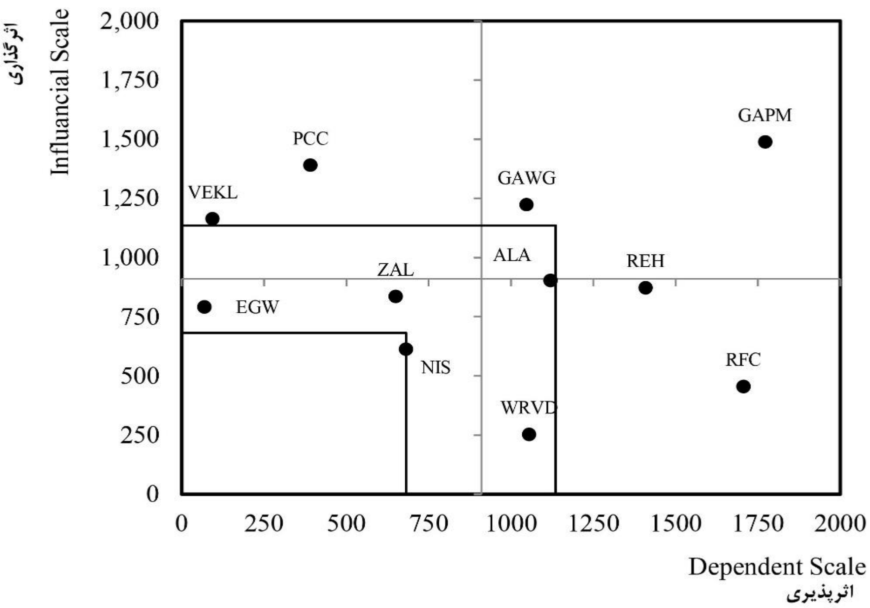
واقع‌شدن دو متغیر «مدیریت ریسک مخاطرات اکولوژیکی و تغییر اقلیم» (REH) و «میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم» (RFC) بر اساس نمودار روابط مستقیم و غیرمستقیم در ناحیه C یا ناحیه نتیجه به این مفهوم اســـت که این متغیرها تأثیرپذیری و وابستگی بسیار بالایی دارند، اما تأثیرگذاری آن‌ها کم است. رفتار این متغیرها متأثر از متغیرهای ورودی و واسطه‌ای است. لذا، مدیریت این دو، یعنی ریسک مخاطرات اکولوژیکی و تاب‌آوری کشاورزان نسبت به تغییر اقلیم، مســـتلزم اثرگذاری بر متغیرهای واقع در دو محیط قبل اســـت. چرا که عملکرد این متغیرها عمدتاً متأثر از متغیرهای واقع در ناحیه A و B اســـت. از آنجا که چه بر اســـاس نمودار روابط مســـتقیم (شـکل ۲) و چه بر اسـاس نمودار روابط غیرمســتقیم (شـکل ۳)، هیچ یک از متغیرهای شناسایی‌شده در ناحیه D یعنی ناحیه متغیرهای قابل چشم‌پوشی واقع نشده‌اند، لذا همه متغیرهای شـناسایی‌شـده از ارتباط

خوبی با سایر متغیرها برخوردار بوده، نباید از تحلیل کنار گذاشته شوند. علاوه بر این، واقع‌شدن سایر متغیرها در ناحیه E یعنی ناحیه متغیرهای بالقوه یا نامعین به این معنی است که اگرچه این متغیرها به‌دلیل اثرگذاری و اثرپذیری کم، متغیرهای چندان مهمی تلقی نمی‌شوند، اما آن‌ها در آینده از اهمیت برخوردار شده و مورد بررسی قرار خواهند گرفت. این متغیرها عبارت بودند از «افزایش تبخیر و تعرق به‌دلیل گرمایش زمین» (EGW)، «توسعه سیستم و فناوری‌های نوین آبیاری و مدیریت آب (مانند نصب کنتور هوشمند)» (NIS)، «پهنه‌بندی اراضی کشاورزی و تبیین الگوی کشت مناسب هر پهنه» (ZAL) و «سطح زیر کشت اراضی کشاورزی» (ALA).



شکل ۲- موقعیت متغیرهای مطالعه بر روی نمودار اثرگذاری-اثرپذیری در ماتریس اثرات مستقیم

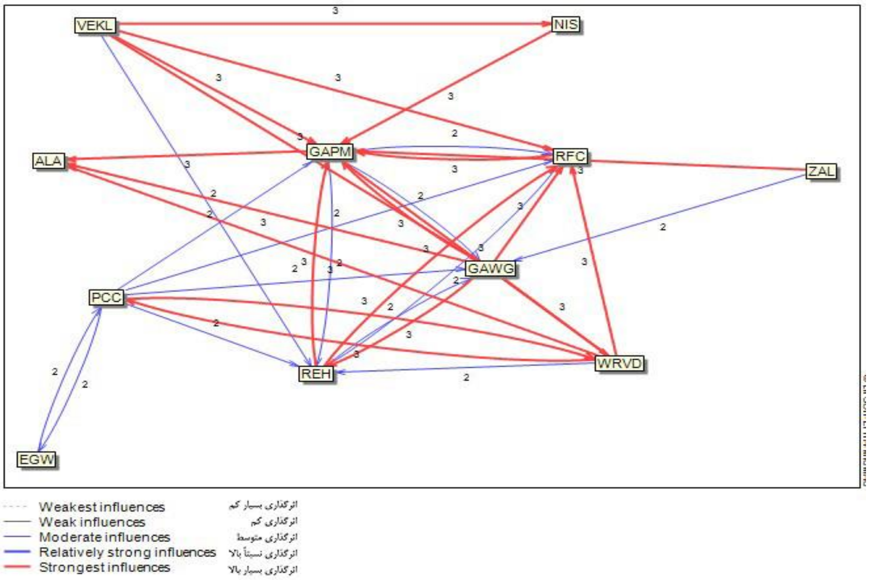
Figure 2- The position of the study variables on the influence- dependence diagram in the direct effects matrix



شکل ۳- موقعیت متغیرهای مطالعه بر روی نمودار اثرگذاری-اثرپذیری در ماتریس اثرات غیرمستقیم

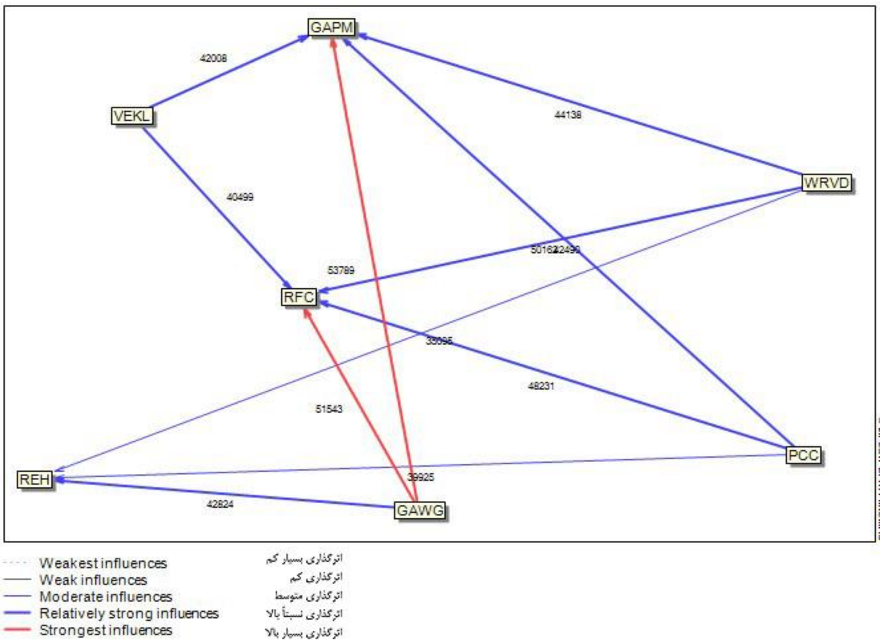
Figure 3- The position of the study variables on the influence-effectiveness diagram in the indirect effects matrix

شکل ۴ شدت و جهت اثرگذاری و اثرپذیری مستقیم متغیرهای کلیدی دخیل در امنیت آبی را نمایش داده است. بر اساس شبکه روابط مستقیم بین متغیرها نیز متغیرهایی نظیر مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه (GAPM) مدیریت و حکمرانی خوب آب کشاورزی (GAWG) و میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم (RFC) نقشی مرکزی و حساس را بر عهده داشته و درخور توجه هستند. شکل ۵ نیز نشان‌دهنده روابط غیرمستقیم بین متغیرهای شناسایی‌شده است. بر اساس این شکل، متغیرهای مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه (GAPM)، میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم (RFC) و مدیریت ریسک مخاطرات اکولوژیکی و تغییر اقلیم (REH) بیشترین تأثیر غیرمستقیم را بر سایر متغیرها دارند و باید مورد توجه سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان این حوزه قرار گیرند.



شکل ۴- شبکه روابط مستقیم متغیرهای تحقیق

Figure 4- Network of direct relationships of research variables



شکل ۵- شبکه روابط غیرمستقیم متغیرهای تحقیق

Figure 5- Network of indirect relationships of research variables

درنهایت، ازآنجاکه پراکندگی متغیرهای بر اساس نمودار روابط مستقیم (شکل ۵) حول قطر نمودار بوده و در مجاور دو محور افقی و عمودی به‌صورت حرف L واقع نشده‌اند، سیستم شناسایی‌شده در این مطالعه دارای ناپایداری شدیدی است. به‌عبارت‌دیگر تعداد زیادی از متغیرهای شناسایی‌شده حالت واسط یا نامعین را دارند. این موضوع موجب می‌گردد تا تصمیم‌گیری در جهت بهبود مسئله که در اینجا امنیت آبی است با پیچیدگی زیادی نسبت به سیستم‌های پایدار مواجه باشد.

تجزیه و تحلیل نتایج و پیشنهادها

مطابق یافته‌ها «مدیریت و حکمرانی خوب آب کشاورزی» با رتبه اول در میزان اثرگذاری مستقیم، اهمیت قابل‌توجه در مدیریت بحران آبی و امنیت آبی دارد. محققان مختلف پانل و همکاران (Panel *et al*., 2013)؛ نگن و همکاران (Ngene *et al*., 2021)؛ آئوپلتو (Ahopelto *et al*., 2024)؛ پورخسروانی و همکاران (Pourkhosravani *et al*., 2019)؛ عباسی رستمی و همکاران (Abbasi Rostami *et al*., 2022) نیز در مطالعات خود به نقش حکمرانی خوب آب بر امنیت آبی تأکید کرده‌اند. نبود حکمرانی خوب آب به‌عنوان یک بازدارنده مهم مدیریت مؤثر منابع آب بوده و بر کیفیت قوانین و نهادهای آب و مدیریت یکپارچه منابع آبی تأثیر می‌گذارد. حکمرانی خوب آب با مشارکت بازیگران کلیدی پیش‌نیاز برای امنیت گسترده‌تر آب است. با توجه به منافع متفاوت و فشارهای نوظهور مرتبط با آب، تضمین امنیت آب به سازمان‌های بخش دولتی با منابع کافی برای هماهنگی تعامل بین بخش‌ها و بازیگران مرتبط نیاز دارد. با تقویت نسبی مشارکت بخش‌های دولتی و خصوصی و مردم‌نهاد در حکمرانی آب به‌طور خاص سازمان‌های مردم‌نهاد دوستدار محیط‌زیست و همچنین توسط شرکت‌های آب منطقه‌ای ظرفیت بالایی برای مشارکت و حکمرانی خوب آب در استان مازندران فراهم می‌شود. به‌طوری‌که مطابق ماده ۱۲۹ برنامه هفتم توسعه اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی کشور نیز موضوع اهمیت و ضرورت حکمرانی آب توجه شده است. برای ارتقای حکمرانی محلی آب، می‌بایست وزارت نیرو با همکاری وزارت جهاد کشاورزی برای استقرار مدیریت مشارکتی آب با ایجاد تشکل‌های بهره‌برداران شرایط حفاظت و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی و سطحی و نظارت بر حفر چاه‌ها و شبکه‌های آبیاری فراهم نماید. بنابراین ضرورت اجرای قوانین و مقررات، کارگروه‌های مشترک، تفاهم‌نامه‌های بین دستگاهی با هماهنگی و همکاری هم‌افزا و مکمل نهادها و ذینفعان مختلف در مدیریت بهینه منابع آبی کشاورزی برای حکمرانی خوب و پایدار آب کشاورزی پیشنهاد می‌شود.

بعد از متغیر مدیریت و حکمرانی خوب آب کشاورزی، متغیرهای مربوط به شرایط زیست‌محیطی مانند «کاهش میزان نزولات جوی به‌واسطه وقوع تغییرات اقلیمی»، «میزان و تنوع منابع آبی» ازنظر میزان تأثیرگذاری مستقیم بر امنیت آبی قرار دارند. کاهش میزان نزولات جوی به‌واسطه وقوع تغییرات اقلیمی» به‌عنوان عوامل کلیدی و مهم در متغیرهای ورودی در تدوین برنامه‌های راهبردی در امنیت آبی به شمار می‌روند. همگام با تحقیق عابدی (Abedi, 2020) و فارهات (Farhat *et al*., 2023) استفاده پایدار از منابع آب نیازمند توجه به مدیریت تغییرات اقلیمی و زیست‌محیطی آب است. به‌طوری‌که تغییرات آب و هوایی و افزایش میزان دما و بارش نشانی از تغییرات اقلیمی است (Irannejad *et al*., 2019; Ghoochani *et al*., 2019). لذا لازم است راهبرهای جامع زیست‌محیطی و پایدار برای سازگار با محیط‌زیست اتخاذ شود. در این راستا مدیریت بحران و ارزیابی ظرفیت تحمل و ردپای اکولوژیکی آب با بررسی شرایط اقلیمی و ظرفیت منابع آبی پیشنهاد می‌شود. با توجه به تنوع منابع آبی در استان از نظر چشمه، چاه، رودخانه و وجود رواناب سطحی مطابق با تحقیق نصیره و طهماسبی (Nasire & Tahmasebi, 2022) و هان و همکاران (Han *et al*., 2012) مدیریت مناسب آب‌های سطحی و زیرزمینی و اولویت‌بندی شاخص‌های تخصیص آب بر اساس منابع آب و متناسب با بهره‌برداری و انواع کشت محصولات مختلف لازم است. در این راستا و در راستای تحقیقات پیشین (Ghoochani *et al*., 2019; Behboudi & Ghorbani, 2023) به‌کارگیری فناوری‌های نوین، در بهره‌برداری نوین منابع آب لازم است.

شبکه روابط مؤلفه‌ها نشان داد سطح دانش و سواد زیست‌محیطی روستاییان در رتبه چهارم از نظر میزان تأثیرگذاری مستقیم بر امنیت آبی قرار دارند. در شبکه سطح دانش و سواد زیست‌محیطی روستاییان» به‌عنوان متغیر ورودی نیز مورد توجه است. در مطالعات مختلف دانش و سواد بیشتر در رابطه با آب، با اتخاذ رفتارهای مدیریت مصرف آب همراه است. شرکت در کلاس‌های آموزشی بر امنیت آب در منطقه مؤثر است (Yu *et al*., 2022; Demir & Öteleş, 2023; Davoodi Dean *et al*., 2016; Behboudi & Ghorbani, 2023; *et al*., 2021; Abedi, 2020). دوره‌های آموزشی- ترویجی با موضوع محیط‌زیست و تغییر اقلیم برای محصولات مختلف کشاورزی، آگاه‌سازی و افزایش سواد زیست‌محیطی کشاورزان در مدیریت آب، اصلاح الگوی مصرف آب، احیای دانش بومی مدیریت آب کشاورزان، آموزش کشاورزان در زمینه مشارکت در تعمیر و نگهداری سامانه‌های آبیاری، صرفه‌جویی در مصرف آب و استفاده از فناوری‌های نوین آبیاری مورد توجه است. سرمایه‌گذاری در آموزش به‌منظور آگاه‌سازی و توانمندسازی کشاورزان و بهره‌برداران با اجرای طرح گسترش سواد آبی و سواد زیست‌محیطی با هدف آموزش و مشارکت کشاورزان در ترویج و توسعه فرهنگ اصلاح مصرف و فرهنگ حفاظت از منابع آب و مدیریت بهینه مصرف آب کشاورزی با مشارکت نهاد توانمند ساز

ترویج کشاورزی و حمایت سازمان حفاظت از محیط‌زیست و شرکت آب منطقه‌ای استان و سازمان جهاد کشاورزی پیشنهاد می‌شود.

در میان متغیرهای شناسایی‌شده متغیرهای «مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه» و «میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم» بیشترین اثرپذیری را از سایر متغیرهای شناسایی‌شده داشته‌اند. در بخش اثرات غیرمستقیم نیز بیشترین تأثیرگذاری غیرمستقیم هر متغیر بر سایر متغیرها و نیز بیشترین اثرپذیری یک متغیر از سایر متغیرها مربوط به متغیر «مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه» است به‌طوری‌که برای مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه جهت تأمین امنیت آب و کاهش بحران آبی توجه به نیاز آبی محصولات مختلف و انجام عملیات به زراعی و مکانیکی برای کاهش مصرف آب در محصولات کشاورزی مؤثر است. همگام با تحقیق رجا و همکاران (Raja *et al*., 2019)، محمدزاده و همکاران (Mohammadzadeh *et al*., 2021) و سنگتراشان و همکاران (Sangtarashan *et al*., 2021) برای بکارگیری فناوری‌های به‌زراعی مانند تغییر روش‌های خاک‌ورزی، تغییر ارقام گیاهی و اصلاح برنامه کودی در عملیات کاشت، داشت و برداشت، تغییر تاریخ کاشت و اعمال سطوح مختلف کم آبیاری با توجه به نوع کشت و سطح زیر کشت نیاز به مشارکت همه‌جانبه همه کشاورزان است. محققان دیگر (García-Tejero *et al*., 2020; Kourgialas *et al*., 2022; Rastogi *et al*., 2024) نشان دادند که مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه با عملیات خوب کشاورزی (GAP)[1] و روش‌های کشاورزی حفاظتی در سازگاری و تاب‌آوری کشاورزان با شرایط تغییرات اقلیم مؤثر است. از طرفی مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه تحت تأثیر سایر متغیرها مانند سطح دانش و سواد زیست‌محیطی روستاییان و کاهش میزان نزولات جوی به‌واسطه وقوع تغییرات اقلیمی، قرار دارد بنابراین با برنامه‌ریزی برای مدیریت این مؤلفه‌ها مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه نیز بیشتر شده و درنهایت زمینه برای توسعه امنیت آبی بیشتر خواهد شد.

با توجه به اینکه «میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم» از نظر اثرپذیری از سایر متغیرها در مرتبه دوم قرار دارد، با بهبود وضعیت هر یک از متغیرها، سطح سازگاری و تاب‌آوری کشاورزان با شرایط تغییرات اقلیم افزایش می‌یابد. همچنین دو متغیر «مدیریت ریسک مخاطرات اکولوژیکی و تغییر اقلیم» و «میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم» تأثیرپذیری و وابستگی بسیار بالایی دارند.. رفتار این متغیرها متأثر از سطح دانش و سواد زیست‌محیطی روستاییان» و «کاهش میزان نزولات جوی به‌واسطه وقوع تغییرات اقلیمی» (متغیرهای ورودی) و متغیرهای «مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه (مانند توجه به نیاز آبی محصول برای کشت)»، «میزان و تنوع منابع آبی» و «مدیریت و حکمرانی خوب آب کشاورزی» (متغیرهای واسطه‌ای) است. لذا، مدیریت این دو، یعنی ریسک مخاطرات اکولوژیکی و تاب‌آوری کشاورزان نسبت به تغییر اقلیم، مستلزم اثرگذاری بر متغیرهای واقع در دو محیط قبل است. بنابراین، با تلفیق و اتخاذ سیاست‌های یکپارچه برای توسعه پایدار اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی مدیریت آب نقش مهمی در مدیریت ریسک مخاطرات و میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغیر اقلیم دارد. «مدیریت ریسک مخاطرات اکولوژیکی و تغییر اقلیم» و «میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم» مانند کاشت محصولات صادراتی کم آب بر، در راستای کاهش صادرات آب مجازی محصولات کشاورزی است. بنابراین، در راستای برنامه‌ریزی و سیاست گزاری امنیت غذایی رویکرد یکپارچه پیوند آب–انرژی–غذا مورد توجه است. مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه نیز سطح سازگاری و تاب‌آوری کشاورزان مؤثر است. بنابراین، افزایش سطح دانش و سواد زیست‌محیطی روستاییان با ارائه خدمات اثربخش آموزشی –ترویجی مانند مدرسه در مزرعه کشاورز برای افزایش تاب‌آوری و سازگاری کشاورز بسیار مهم است (Solimani, 2023; Sadeghi *et al*., 2022; Savari & Shokati Amghani, 2019; Azizi-Khalkheili *et al*., 2017). از طرفی به‌دلیل تأثیرپذیری تاب‌آوری از مؤلفه‌های مختلف نقش متغیرهایی مانند مدیریت و حکمرانی خوب آب، توسعه سیستم و فناوری‌های نوین آبیاری، پهنه‌بندی اراضی کشاورزی و تبیین الگوی کشت مناسب هر پهنه مانند کاشت محصولات دارای نیاز آبی کم و ارزش‌افزوده بالا (همچون گیاهان دارویی)، در تاب‌آوری معیشتی خانوار کشاورز و سازگاری با شرایط تغییرات اقلیم انکارناپذیر است. در شرایط بحران‌های اقلیمی اتخاذ راهکارهای مناسب به‌منظور تنوع‌بخشی به منابع معیشتی خانوارهای کشاورز با کمک زنان خانوار، ترویج کسب‌وکارهای اقلیمی محور و سازگار با تغییرات اقلیم مانند گردشگری کشاورزی و صنایع‌دستی، استفاده از گونه‌های مقاوم به خشکی، تغییر تاریخ کشت، توسعه کشت گلخانه‌ای، کشت گیاهان دارویی و مدرن‌سازی آبیاری، جابه‌جایی تاریخ و تغییر الگوی کشت نقش مهمی در میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم دارد.

علاوه بر این، واقع‌شدن متغیرهای «افزایش تبخیر و تعرق به دلیل گرمایش زمین»، «توسعه سیستم و فناوری‌های نوین آبیاری و مدیریت آب (مانند نصب کنتور هوشمند)»، «پهنه‌بندی اراضی کشاورزی و تبیین الگوی کشت مناسب هر پهنه» و «سطح زیر کشت اراضی کشاورزی» در ناحیه E یعنی ناحیه متغیرهای بالقوه یا نامعین به این معنی است که اگرچه این متغیرها به‌دلیل اثرگذاری و اثرپذیری

1- Good Agricultural Practices

کم، متغیرهای چندان مهمی تلقی نمی‌شوند، اما آن‌ها در آینده از اهمیت برخوردار شده و مورد بررسی قرار خواهند گرفت. بنابراین ضرورت دارد با دیدگاه آینده‌نگری برای امنیت آبی بخش کشاورزی استان مطابق تحقیقات مختلف توسعه سیستم و فناوری‌های نوین آبیاری و مدیریت آب موردتوجه قرار گیرد (Mishra *et al*., 2021; Balali *et al*., 2020; Ghoochani *et al*., 2019; Behboudi & Ghorbani, 2023). در بحران آب مشکلات مربوط به فناوری موردتوجه است با تمرکز به فناوری‌های نوین برای بازیافت و استفاده مجدد از آب، ارتقای زیرساخت‌های سبز و نصب کنتور هوشمند و تحویل حجمی آب و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها در امنیت آب موردتوجه قرار گیرد. با توجه به خرد بودن اراضی کشاورزی و مقرون‌به‌صرفه نبودن احداث سامانه‌های نوین آبیاری، با تسطیح اراضی کشاورزی و یکپارچه‌سازی اراضی، زمینه برای اجرای سیستم‌های نوین و هوشمند آبیاری و افزایش میزان تولید محصول و رلندمان آبیاری فراهم می‌شود.

نبود الگوی کشت مناسب و یا عدم رعایت الگوی کشت توسط کشاورزان، منجر به برداشت بیش‌ازحد مجاز آب می‌شود (Behboudi & Ghorbani, 2023; Mehrabi *et al*., 2021; Ghoochani *et al*., 2019). بنابراین در پهنه‌بندی اراضی کشاورزی و تبیین الگوی کشت مناسب هر پهنه» بر اساس پتانسیل نواحی مختلف استان و میزان بحران آبی در هر ناحیه برنامه‌ریزی الگوی کشت صورت گیرد و مصرف آب کشاورزی با نوع و سطح کشت همگام شود. همگام با تحقیق بیتو و همکاران (Beithou *et al*., 2022) در تأثیر الگوهای کشت کشاورزی (نوسازی سیستم تأمین آب، توسعه سیستم کشت گلخانه‌ای، سرمایه‌گذاری زیرساختی در تولید در گلخانه‌های هیدروپونیک) و امنیت آب به توسعه سیاست ملی به‌منظور برنامه‌ریزی پایدارتر در بخش کشاورزی و امنیت غذایی مورد توجه است. اجرای تأمین نیاز آبی محصولات در طرح الگوی کشت با همکاری ذینفعان و کنشگران مختلف تأمین آب کشاورزی و مشارکت کشاورزان امکان‌پذیر است. به‌طوری‌که در نواحی شرق استان راهکارهای تغییر نوع کشت محصول، کشت ارقام کم آب، توجه به کشت گیاهان دارویی و نیز تغییر روش کشت مانند توسعه سیستم خشکه‌کاری در برنج، انتقال تولیدات کشاورزی از مزارع باز به کشت گلخانه‌ای پیشنهاد می‌شود. در سند مدیریت منابع آب استان تأمین آب کشاورزی، امنیت غذایی و تولید محصولات استراتژیک با تأمین آب برای کشت اول محصول توجه شود و سازوکارهای قانونی و ترغیبی (یارانه و سوبسید) برای منع کشاورزان به کشت دوم محصول مخصوصاً در برنج و ترویج کاشت محصولات مقاوم به کم‌آبی فراهم شود.

سپاسگزاری

این پژوهش با استفاده از حمایت و پشتیبانی مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری برگرفته از طرح تحقیقاتی "تحلیلی بر امنیت آبی در بخش کشاورزی با تاکید بر متغیرها و جایگاه بازیگران کلیدی" با کد ۰۵-۱۴۰۲-۰۱ به انجام رسیده است. لذا بدین‌وسیله نویسندگان مقاله از همکاری و مساعدت این نهاد محترم تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

References

1. Abbasi Rostami, A.A., Yazdanpanah, M., Abdashahi, A., Azizi Khalkheili, T., & Savari, M. (2022). Analysis of the social network of the governance of the integrated management of agricultural water resources in Mazandaran province. *Journal of Watershed Management Research*, *13*(25), 197-209. (In Persian). https://doi.org/10.52547/jwmr.13.25.197
2. Abedi, S. (2020). Water governance and evaluation of its impacts on water and food security. *Journal of Water and Sustainable Development*, *7*(1), 1-12. (In Persian). https://doi.org/10.22067/jwsd.v7i1.82068
3. Ahopelto, L., Sojamo, S., Belinskij, A., Soininen, N., & Keskinen, M. (2024). Water governance for water security: analysing institutional strengths and challenges in Finland. *International Journal of Water Resources Development*, *40*(2), 153-173. https://doi.org/10.1080/07900627.2023.2266733
4. Asadpourian, Z., Naderi mahdei, K., & Mohammadi, Y. (2022). Investigating the strategies of sustainable management of agricultural water resources in Lorestan province. *Iranian Agricultural Extension and Education Journal*, *17*(2), 63-80. (In Persian)
5. Azizi-Khalkheili, T., Zamani, G., & Karami, E. (2017). Farmers adaptation to climate variation: Barriers and suggested solutions. *Journal of Agricultural Economics and Development*, *30*(3), 148-159. https://doi.org/10.22067/jead2.v30i3.42826
6. Bahrami Mehneh, F., Keikha, A., Sabouhi, M., & Ahmadpour Borazjani, M. (2017). Decision support system for economic value of irrigation water with reducing the food gap in agro-ecological zones. *Journal of Agricultural Economics and Development*, *30*(4), 345-359. (In Persian). https://dorl.net/dor/20.1001.1.20084722.1395.30.4.7.8
7. Balali, H., Yousefi, F., & Movahedi, R. (2020). Factors affecting water market creation and development in Hamedan-Bahar plain. *Iranian Journal of Economic Research*, *25*(84), 167-190. https://doi.org/10.22054/ijer.2019.40392.729
8. Barati, A.A., Azadi, H., Dehghani Pour, M., Lebailly, P., & Qafori, M. (2019). Determining key agricultural strategic factors using AHP-MICMAC. *Sustainability, 11*(14), 3947. https://www.mdpi.com/2071-1050/11/14/3947

9. Behboudi, D., & Ghorbani, F. (2023). Analyzing the leverage points of qualitative system dynamic model of water governance (Case study: Qarranqu basin). *Iran-Water Resources Research*, *19*(1), 22-45. (In Persian). https://dorl.net/dor/20.1001.1.17352347.1402.19.1.2.7
10. Beithou, N., Qandil, A., Khalid, M.B., Horvatinec, J., & Ondrasek, G. (2022). Review of agricultural-related water security in water-scarce countries: Jordan case study. *Agronomy*, *12*(1643), 1-13. https://doi.org/10.3390/agronomy12071643
11. Davoodi, Z., Bakhshoodeh, M., & Azarm, H. (2021). Factors affecting agricultural water security in Ramjerd district. *Agricultural Economics and Development*, *29*(1), 267-292. (In Persian). https://doi.org/10.30490/aead.2021.336383.1171
12. De Amorim, W.S., Valduga, I.B., Ribeiro, J.M.P., Williamson, V.G., Krauser, G.E., Magtoto, M.K., & de Andrade, J. B.S.O. (2018). The nexus between water, energy, and food in the context of the global risks: An analysis of the interactions between food, water, and energy security. *Environmental Impact Assessment Review*, *72*, 1-11. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.05.002
13. Dean, A.J., Fielding, K.S., & Newton, F.J. (2016). Community knowledge about water: who has better knowledge and is this associated with water-related behaviors and support for water-related policies?. *PloS One*, *11*(7), e0159063. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159063
14. Demir, F.B., & Öteleş, Ü.U. (2023). Reflection of water literacy in the environmental education and climate change course teaching program. *Bulletin of Educational Studies*, *2*(2), 50-57.
15. Dev, S.M. (2016). Water management and resilience in agriculture. *Economic & Political Weekly*, *51*(8), 21-24.
16. Elias Nkiaka, E. (2022). Exploring the socioeconomic determinants of water security in developing regions. *Water Policy*, *24*(4), 1-18. https://doi.org/10.2166/wp.2022.149
17. Enayati, H. (2022). The water security factor of Mazandaran rice fields is less than 34%". News Agency of the Islamic Republic of Iran. August 3, 1401, news code: 84832510. Available at: https://www.irna.ir/news
18. Farhat, A., Al-Naemi, A., Farooque, A.A., & Phillips, M. (2023). A review on the water dimensions, security, and governance for two distinct regions. *Water*, *15*(1), 208. https://doi.org/10.3390/w15010208
19. Florin Fronea, D., & Florin, S. (2015). The importance of water security for sustainable development in the Romanian agri-food sector. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, *6*, 674–681. https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.08.120
20. Fonseca, A., Andrade, C., & Santos, J.A. (2022). Agricultural water security under climate change in the Iberian Peninsula.*Water*, *14*(5), 768. https://doi.org/10.3390/w14050768
21. García-Tejero, I.F., Carbonell, R., Ordoñez, R., Torres, F.P., & Durán Zuazo, V.H. (2020). Conservation agriculture practices to improve the soil water management and soil carbon storage in Mediterranean rainfed agro-ecosystems. In: Meena, R. (eds) Soil Health Restoration and Management. *Springer*, *Singapore*. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8570-4_6
22. Ghoochani, O., Dabiri, D., & Ghanian, M. (2019). Major driver forces of water resources management in the Iranian agricultural sector. *Iranian Journal of Public Policy*, *5*(2), 59-78. https://doi.org/10.22059/ppolicy.2019.72272
23. Godet, M., Durance, P., & Gerber, A. (2008). Strategic foresight la prospective. *Cahiers du LIPSOR*, *143*.
24. Grafton, R.Q., Ward, M.B., To, H., & Kompas, T. (2011). Determinants of residential water consumption: Evidence and analysis from a 10-country household survey. *Water Resources Research*, *47*, W08537. https://doi.org/10.1029/2010WR009685
25. Han, M., Qingwang, R., Wang, Y., Du, J., Hao, Z., Sun, F., & Li, D. (2013). Integrated approach to water allocation in river basins. *Journal of Water Resources Planning and Management*, *139*(2), 159-165. https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000255
26. Irannejad, E., Mohammadi, H., & Barna, R. (2019). The effect of climate change on the water requirement of rice in Mazandaran province. *Natural Geography*, *12*(46), 1-14. https://doi.org/10.22055/jise.2023.42970.2057
27. Kourgialas, N.N., Psarras, G., Morianou, G., Pisinaras, V., Koubouris, G., Digalaki, N., Malliaraki, S., Aggelaki, K., Motakis, G., & Arampatzis, G. (2022). Good agricultural practices related to water and soil as a means of adaptation of Mediterranean olive growing to extreme climate-water conditions. *Sustainability*, *14*(20), 13673. https://doi.org/10.3390/su142013673
28. Lautze, J., De Silva, S., Giordano, M., & Sanford, L. (2011). Putting the cart before the horse: Water governance and IWRM. In *Natural Resources Forum*, *35*(1), 1-8). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd. https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.2010.01339.x
29. Madani, K., AghaKouchak, A., & Mirchi, A. (2016). Iran's socio-economic drought: Challenges of a water-bankrupt nation. *Iranian Studies*, *49*(6), 997–1016. https://doi.org/10.1080/00210862.2016.1259286
30. Masago, Y., Mishra, B.K., Jalilov, S., Kefi, M., Kumar, P., Dilley, M., & Fukushi, K. (2019). Future outlook of urban water environment in Asian cities; United Nations University: Tokyo, Japan, 2019.
31. Mehrabi, A., Heidarpour, M., & Safavi, H.R. (2021). Conjunctive use management of surfacewater and groundwater resources in drought condition. Case study: West of Qazvin plain irrigation network. *Iranian Water Researches Journal*, *15*(1), 97-109.

32. Mishra, B.K., Kumar, P., Saraswat, C., Chakraborty, S., & Gautam, A. (2021). Water security in a changing environment: Concept, challenges and solutions. *Water*, *13*(4), 490. https://doi.org/10.3390/w13040490
33. Mohammadzadeh, M., Shabanali Fami, H., Savari, M., Motaghed, M., Baghaee, M., & afshari, S. (2019). Application of water management strategies by small scale farmers in drought conditions in the Isfahan province. *Rural Development Strategies*, *6*(3), 265-278. (In Persian). https://doi.org/10.22048/rdsj.2020.206263.1823
34. Nasire Zare, S., & Tahmasebi, A. (2022). An analysis of key drivers of agricultural water resources governance (Case study: Tarom county, Iran). *Journal of Water and Sustainable Development*, *9*(1), 39-52. https://doi.org/10.22067/jwsd.v9i1.2111.1102
35. Ngene, B.U., Nwafor, C.O., Bamigboye, G.O., Ogbiye, A.S., Ogundare, J.O., & Akpan, V.E. (2021). Assessment of water resources development and exploitation in Nigeria: A review of integrated water resources management approach. *Heliyon*, *7*(1).
36. Ningi, T., Taruvinga, A., Zhou, L., & Ngarava, S. (2022). Determinants of water security for rural households: Empirical evidence from Melani and Hamburg communities, Eastern Cape, South Africa. *South African Journal for Science and Technology*, *40*(1), 37-49. https://doi.org/10.36303/SATNT.2021.40.1.802
37. Nkiaka, E. (2022). Exploring the socioeconomic determinants of water security in developing regions. Water Policy, *24*(4), 608-625. https://doi.org/10.2166/wp.2022.149
38. Panel, U., Lele, P.U., Klousia-Marquis, M., & Goswami, S. (2013). Good governance for food, water and energy security. *Aquatic Procedia*, *1*, 44-63. https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2013.07.005
39. Pourkhosravani, A., Tohidfam, M., Amini, A., & Jalali, R. (2019). Factors affecting the ineffectiveness of water resources policy in Iran. *Political Studies Quarterly*, *13*(50), 87-109. (In Persian)
40. Raja, O., Parsinejad, M., & Sohrabi, T. (2019). Evaluation of management strategies to reduce water use in Marvdasht-Kharameh study area. *Journal Water and Soil Resources Conservations*, *8*(4), 67-86. (In Persian)
41. Rastogi, M., Kolur, S.M., Burud, A., Sadineni, T., Sekhar, M., Kumar, R., & Rajput, A. (2024). Advancing water conservation techniques in agriculture for sustainable resource management: A review. *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*, *28*(3), 41-53. https://doi.org/10.9734/jgeesi/2024/v28i3755
42. Regional Water Company of Mazandaran Province. (2023). Report on the status of water resources in Mazandaran province from 1395 to 1402. https://www.mzrw.ir/st/198
43. Rob, D.F., Rossotto Ioris, A.A., & Watson, N. (2017). Water governance and agricultural management: Collaboratively dealing with complex policy problems. In book: Agriculture, Environment and Development (pp.33-58)
44. Sadeghi, S.H., Bahlekeh, M., Zare, S., Zabihi Seilabi, M., Khorshid Sokhangouy, F., & Mumzai, A. (2022). Necessity of strengthening the resilience of the agricultural sector for soil and water conservation. *Extension and Development of Watershed Management*, *10*(37), 67-77. (In Persian)
45. Sakhdari, H., Ziaee, S., Ahmadpour Borazjani, M., & Mohammadi, H. (2023). The effects of adaptation strategies on water resources management in Mashhad plain: The application of hydro-economicbehavioural modeling. *Journal of Agricultural Economics & Development*, *36*(4), 431-445. https://dorl.net/dor/20.1001.1.20084722.1401.36.4.7.0
46. Salami, H., & Taheri, E. (2019). Assessing the state of water security in provinces of Iran. *Journal of Agricultural Economics and Development*, *33*(1), 75-94. (In Persian). https://doi.org/10.22067/jead2.v0i0.77072
47. Salemi Sarmast, S., & Zahraie, B. (2021). Assessment of water security in Iran at provincial level using a hybrid index. *Water and Irrigation Management*, *11*(3), 617-632. (In Persian). https://doi.org/10.22059/jwim.2021.327554.903
48. Sangtarashan, A., Mirlatifi, M., & Dehghani Sanij, H. (2021). Effects of improved agricultural field practices on water productivity and water use efficiency indices in the eastern basin of Lake Urmia. *Journal of Water Research in Agriculture*, *35*(1), 35-46. (In Persian). https://doi.org/10.22092/jwra.2021.123952
49. Savari, M., & Shokati Amghani, M. (2019). Adaptation strategies of small scale farmers in confronting droughts in West Azerbaijan Province. *Spatial Planning*, *9*(4), 17-42. https://doi.org/10.22108/sppl.2019.116467.1373
50. Sharaunga, S., & Mudhara, M. (2016). Factors influencing water-use security among smallholder irrigating farmers in Msinga, KwaZulu-Natal Province. *Water Policy*, *18*(5), 1209–1228. https://doi.org/10.2166/wp.2016.242
51. Solimani, M. (2023). Adaptation to climate change from the perspective of farmers and experts (Rostam City). *Spatial Planning*, *13*(2), 91-106. (In Persian). https://doi.org/10.22108/sppl.2023.138568.1740
52. Yu, L., Liu, W., Yang, S., Kong, R., & He, X. (2022). Impact of environmental literacy on farmers' agricultural green production behavior: Evidence from rural China. *Frontiers in Environmental Science*, *10*, 990981. https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.990981
53. Zinati fakhrabad, M.M., & Asghari Moghadam, M. (2021). Future study of security consequences of water resources crisis in border areas of Iran. *Geography and Human Relationships*, *4*(3), 1-17. (In Persian). https://doi.org/10.22034/gahr.2021.301648.1602

Journal of Agricultural Economics and Development

Homepage: https://jead.um.ac.ir

Research Article

Vol. 38, No. 3, Fall 2024, p. 295-314

Investigating the Factors Influencing the Resilience Capacity of Rural Households Affected by Drought: A Case Study of the Villages of Zehak City

A. Sani Heidary[1], M. Daneshvar Kakhki[2*], M. Sabouhi Sabouni[2], & H. Mohammadi[3]

1, 2 and 3- Ph.D. Candidate, Professor and Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: daneshvar@um.ac.ir)

Received: 28-05-2024 Revised: 08-07-2024 Accepted: 01-09-2024 Available Online: 01-09-2024	**How to cite this article:** Sani Heidary, A., Daneshvar Kakhki, M., Sabouhi Sabouni, M., & Mohammadi, H. (2024). Investigating the factors affecting the resilience capacity of rural households against drought: a case study of the villages of Zehak city. *Journal of Agricultural Economics & Development, 38*(3), 295-314. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jead.2024.88277.1272

Introduction

Considering being located in arid and semi-arid regions of the world, Iran is influenced by the most severe impacts of drought. Drought is considered a major threat to the livelihood of rural households. During the recent drought, rural households faced significant losses and hardships, underscoring their lack of preparedness for this natural hazard. Consequently, every society must take proactive measures to manage changes, mitigate threats, and respond effectively. A review of the country's drought management programs reveals that policymakers have consistently prioritized increased production, even amid the critical conditions of recent droughts. This focus on boosting production to meet the basic needs of a growing population has taken precedence over enhancing rural households' livelihoods and resilience. However, improving rural households' resilience in drought conditions hinges on prioritizing their capacity for adaptability and flexibility. Therefore, considering the sensitivity of the issue of resilience as a dominant approach effective on the dimensions of life and livelihood of rural households on the one hand and the lack of a comprehensive study on its underlying factors, on the other hand, this research seeks to answer two questions: First, what is the resilience level of rural households against drought? Second, what factors influence the resilience levels of rural households in drought conditions?

Materials and Methods

The statistical population of this study is 16,817 rural households in Zehak city, located in Sistan and Baluchistan province, which are strongly influenced by different climatic events such as drought, excessive heat, low rainfall and 120-day winds. A stratified random sampling method was used to determine the sample size. According to Cochran's formula, the sample size is estimated to be 376 households. Data were collected by completing multidimensional questionnaires along with semi-structured interviews from households in 2023. To measure the resilience capacity of rural households, the theoretical framework of TANGO based on the estimation of the three capacities of absorption, adaptation and transfer was used through the factor analysis method, in which attitudinal and mental aspects of resilience are also taken into account. Finally, partial proportional odds model has been used to evaluate the influencing factors on the resilience capacity of rural households.

Results and Discussion

https://doi.org/10.22067/jead.2024.88277.1272

The results of the state of resilience capacity of rural households in the region indicated that the average value of their resilience capacity is 26.27, which shows the low level of resilience capacity in the region. Also, the households of the region are in a bad situation based on the absorption, adaptation and transmission capacities, and the households of the region have a stronger transmission capacity than the absorption and adaptation capacity against drought. The results of grouping the resilience capacity of households reveal that 32.45% are in the vulnerable group, 28.19% are in the relative resilience group, 22.61% are in the resilient group and 16.76% are in the high resilience group. The results show that more than 60% of households are at very low levels of resilience. Finally, the partial proportional odds model results demonstrated that the variables of education of the head of the household, skill level in agricultural activities, savings, household income, number of household contacts with agricultural extension, membership of the head of the household in social groups and access to microcredits have a positive effect and variables of the value of the loss of agricultural products and the number of livestock lost have a negative effect on the resilience capacity of rural households against drought.

Conclusion

According to the findings, policy-makers should prioritize strengthening the variables that determine the resilience capacity and its dimensions in the implementation of drought management programs so that households can absorb drought shocks without damaging their basic components. Policy-makers should also target specific categories of risks, dimensions of vulnerability and resilience in different time periods (before, during, and after shock) in order to choose comprehensive strategies to build and increase resilience. For instance, before a shock, better access to early detection of emerging climate risks could help farmers plan their cropping activities accordingly. Access to climate information allows for forward-looking adaptation that reduces the impact of shocks and increases resilience.

Keywords: Absorption capacity, Adaptation capacity, Partial proportional odds model, TANGO theoretical framework, Transfer capacity

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
https://jead.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۸، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، ص. ۲۹۵-۳۱۴

ارزیابی عوامل مؤثر بر ظرفیت تاب‌آوری خانوارهای روستایی تحت تأثیر خشکسالی: مطالعه موردی روستاهای شهرستان زهک

علیرضا ثانی حیدری[۱]- محمود دانشور کاخکی[۲*]- محمود صبوحی صابونی[۲]- حسین محمدی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۱۱

چکیده

خشکسالی یک تهدید عمده برای امنیت معیشت خانوارهای روستایی کشور به‌حساب می‌آید و خسارت وارد شده به آنها طی سال‌های اخیر، گواه عدم درک وضعیت تاب‌آوری آنها بوده است. همچنین، ارزیابی شیوه‌های مدیریت خشکسالی کشور نشان می‌دهد که مداخلات فنی و مالی اجرا شده فقر و بی‌عدالتی را در برخی مناطق گسترش داده است. بنابراین، با توجه به حساسیت موضوع تاب‌آوری به‌عنوان یک رویکرد غالب مؤثر بر ابعاد زندگی و معیشت خانوارهای روستایی و عدم مطالعه جامع به عوامل زیربنایی آن، این پژوهش به دنبال سنجش ظرفیت تاب‌آوری خانوارها در برابر خشکسالی و ارزیابی عوامل اثرگذار آن است. داده‌ها از طریق تکمیل پرسشنامه چند بعدی از ۳۷۶ خانوار در سال ۱۴۰۲ جمع‌آوری شد. برای سنجش ظرفیت تاب‌آوری خانوار از چارچوب نظری TANGO و برای ارزیابی عوامل اثرگذار از الگوی شانس متناسب جزئی استفاده شد. نتایج نشان داد میانگین ارزش ظرفیت تاب‌آوری خانوارهای روستایی ۲۷/۲۶ است که حاکی از سطح پایین ظرفیت تاب‌آوری آنها است. همچنین، نتایج الگوی شانس متناسب جزئی نشان داد متغیرهای تحصیلات سرپرست خانوار، سطح مهارت در فعالیت‌های کشاورزی، پس‌انداز، درآمد خانوار، تعداد تماس‌های خانوار با ترویج کشاورزی، عضویت سرپرست خانوار در گروه‌های اجتماعی و دسترسی به اعتبارات خرد دارای اثر مثبت و متغیرهای ارزش زیان محصولات کشاورزی و تعداد دام‌های تلف شده خانوارها دارای اثر منفی و قابل توجهی بر ظرفیت تاب‌آوری خانوارهای روستایی در برابر خشکسالی داشته است. در نهایت، با توجه به اینکه یکی از عوامل کلیدی اثرگذار بر ظرفیت تاب‌آوری خانوارها دسترسی به اعتبارات خرد است؛ لذا سیاست‌گذاران بایستی در گام اول به ترویج و تقویت نهادهای پرداخت کننده آن بپردازند؛ در گام دوم با ارائه اطلاعات و کاهش محدودیت‌های وثیقه‌ای سطح دسترسی خانوارها به اعتبارات خرد را بهبود دهند و در گام سوم، ایجاد گزینه‌های سازگاری، ارتقای آگاهی و آموزش مهارت‌های کسب و کار را در اولویت قرار دهد تا خانوارها برای مدیریت اعتبارات دریافتی آماده شوند.

واژه‌های کلیدی: الگوی شانس متناسب جزئی، چارچوب نظری TANGO، ظرفیت انتقال، ظرفیت جذب، ظرفیت سازگاری

مقدمه

خشکسالی به‌عنوان یکی از رویدادهای تغییرات اقلیم، یک تهدید عمده برای امنیت معیشت خانوارهای روستایی به‌حساب می‌آید. به‌عبارتی، اثرات خشکسالی بر جوامع بشری بسیار متنوع و گسترده بوده ولی به‌طور کلی اثرات آن در دو دسته اقتصادی- اجتماعی و موضوعات رواشناختی که تمام جنبه‌های معیشت خانوارها را در بر می‌گیرد، تقسیم می‌شود (Udmale *et al*., 2014; Molla *et al*., 2024). ایران به‌دلیل قرار گرفتن در مناطق خشک و نیمه خشک جهان تحت تأثیر شدیدترین اثرات خشکسالی نیز می‌باشد (Savari *et al*., 2023). به‌عنوان مثال، طی ۵۰ سال گذشته، ایران حدود ۲۷ رویداد خشکسالی را تجربه کرده که منجر به افزایش فشار بر منابع طبیعی و تشدید آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی شده است و پیش‌بینی می‌شود فراوانی، زمان مدت و شدت خشکسالی را در

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری، استاد و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: daneshvar@um.ac.ir)
https://doi.org/10.22067/jead.2024.88277.1272

بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک آن افزایش یابد (Keshavarz et al., 2017). همچنین انتظار می‌رود که این پدیده باعث کاهش رشد اقتصادی، گسترش تله‌های فقر و کاهش تاب‌آوری جوامع آسیب‌پذیر به‌ویژه جوامع روستایی شود (Savari et al., 2023). در بسیاری از مناطق روستایی، کشاورزی، مهمترین منبع امرار و معاش مستقیم خانوارها روستایی است که بیشترین حساسیت را نسبت به خشکسالی دارد و بر تولیدات و جوامع آنها تأثیر می‌گذارد (Menike et al., 2016; Jamshidi et al., 2019). در نتیجه خشکسالی گذشته، خانوارهای روستایی متحمل خسارات و پیامدهای قابل توجهی شده‌اند که این موضوع عدم آمادگی آنها برای مقابله با این خطر طبیعی را برجسته می‌کند. به‌تبع، بدون سیستم‌هایی برای کاهش خطر، این خانوارها به شدت آسیب خواهند دید (Savari et al., 2023; Molla et al., 2024). بهبود امنیت غذایی و تاب‌آوری خانوارهای روستایی با مدیریت بهتر خطرات و فرصت‌های مرتبط با خشکسالی امکان‌پذیر است. ازاین‌رو، مدیریت خشکسالی برای سیاست‌گذاران در سراسر جهان اولویت اصلی محسوب می‌شود (Savari et al., 2023).

کلید بهبود وضعیت خانوارهای روستایی در شرایط خشکسالی توجه بیشتر به ظرفیت تاب‌آوری آنها می‌باشد که بیانگر توانایی سازگاری و انعطاف‌پذیری است (Savari et al., 2023). هدف تاب‌آوری کاهش اثرات منفی خشکسالی و بهبود عملکرد خانوارهای روستایی است (Ahmadalipour et al., 2019). براین‌اساس، توانایی جوامع روستایی در رویارویی با خشکسالی به سه اصل توانایی مقابله‌ای، توانایی بهبود و توانایی سازگاری آنها با سناریوهای کوتاه مدت و بلندمدت بستگی دارد (Savari et al., 2023). درحقیقت، تأثیرات خشکسالی بر اساس منطقه، گروه و بسته به میزان انعطاف‌پذیری و تاب‌آوری جوامع روستایی متفاوت است (Savari et al., 2023; Molla et al., 2024).

بنابراین، برای تعامل پایدار انسان و طبیعت در یک منطقه، ارزیابی تاب‌آوری از منظر تولید اجتماعی و محیطی ضروری است (Jalili-Bak et al., 2023; Savari et al., 2023). تاب‌آوری روستایی توصیف می‌کند که خانوارهای روستایی چقدر آسیب و تهدید را می‌تواند تحمل کند. همچنین، معیشت خانوارهای روستایی یک عنصر کلیدی از سیستم اجتماعی است که می‌تواند توسط آسیب‌پذیری‌های محیطی، مالی و طبیعی مختل شود. بنابراین، معیشت پویا نیازمند استراتژی‌های مناسب و افزایش تاب‌آوری در جوامع روستایی است. به‌عبارتی، جهت افزایش تاب‌آوری خانوارهای روستایی در برابر مخاطرات طبیعی و سایر شوک‌ها و بلایای اقتصادی، اجتماعی و محیطزیستی نیازمند برنامه‌ریزی اولیه مناسب برای ساخت تاب‌آوری، طراحی راهبردهای پیشگیرانه، جذب کننده، سازگار و تحول‌پذیر کارآمد، ارائه خدمات پشتیبانی مالی و فنی و افزایش سطح دانش و اطلاعات برای مدیریت پایدار سیستم اجتماعی است (Jalili-Bak et al., 2023; Savari et al., 2023).

با این حال، کمبود اطلاعات در مورد سطح تاب‌آوری و عوامل زیربنایی به آسیب‌پذیری بیشتر خانوارهای روستایی منتج شده است (Savari et al., 2023; Han et al., 2024; Zhang et al., 2024). شهرستان زهک در استان سیستان و بلوچستان به‌عنوان محرومترین شهر واقع در دشت سیستان، به شدت تحت تأثیر رویدادهای اقلیمی متفاوتی چون خشکسالی، گرمای بیش از حد، بارش کم و وزش بادهای ۱۲۰ روزه قرار داشته و مبتنی بر پهنه‌بندی شاخص بارش- تبخیر و تعرق استاندارد شده[1] (SPEI) در سال ۱۴۰۱، ۱۰۰ درصد مساحت مناطق این شهرستان تحت تأثیر خشکسالی بسیار شدید بوده است (Iran National Drought Warning and Monitoring Center, 2022). در حقیقت، اثرات رویدادهای اقلیمی مختلف در شهرستان زهک در هم افزایی با سطح محرومیت، فقر و کمبود منابع مالی منجر به افزایش بیشتر آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی شده و به‌تبع، خسارت وارد شده به خانوارهای روستایی آن در سال‌های اخیر و پیامدهای خشکسالی‌های قبلی، گواه عدم درک وضعیت تاب‌آوری آنها است. تحقیقات قبلی به ندرت به افزایش تاب‌آوری پرداخته‌اند (Dawid et al., 2022; Han et al., 2024; Zhang et al., 2024). از این‌رو، برای برنامه‌ریزی برای حفاظت و بهبود معیشت خانوارهای روستایی در شرایط خشکسالی، علاوه بر سنجش آن، باید به ارتقای تاب‌آوری آنها نیز توجه جدی شود. این در حالی است که بررسی برنامه‌های مدیریت خشکسالی کشور نشان می‌دهد که سیاست‌گذاران توسعه همواره بر افزایش تولید حتی در شرایط بحرانی خشکسالی‌های اخیر متمرکز شده است. یعنی سیاست افزایش تولید و تأمین نیازهای اساسی جمعیت روبه رشد بر تأمین معیشت و بهبود تاب‌آوری خانوارهای روستایی ارجحیت یافته است. افزون‌براین، مطالعه آسیب‌پذیری شیوه‌های مدیریت خشکسالی اعمال شده توسط سازمان‌های دولتی در کشور نیز نشان می‌دهد که مداخلات فنی و مالی اجرا شده فقر و بی‌عدالتی را در برخی مناطق گسترش داده است (Keshavarz et al., 2017; Savari et al., 2023). ازاین‌رو، ایجاد معیاری مناسب از تاب‌آوری در حمایت از استراتژی‌های سازگاری که تأثیر خشکسالی را در میان خانوارهای روستایی کاهش می‌دهد، حیاتی است. همچنین، شناسایی علل بهبود تاب‌آوری می‌تواند به اصلاح ساختاری اساسی برنامه‌های مدیریت خشکسالی کمک کند و درک تاب‌آوری می‌تواند راهنمایی کند که منابع برای تغییر اساسی به کجا هدایت شوند.

بنابراین، با توجه به حساسیت موضوع تاب‌آوری به‌عنوان رویکرد

1- Standardized Precipitation Evapotranspiration Index

غالب مؤثر بر ابعاد زندگی و معیشت خانوارهای روستایی از یک سو و عدم اطلاعات جامع در مورد عوامل زیربنایی آن، از سوی دیگر، سنجش تاب‌آوری و عوامل مؤثر بر آن در جوامع آسیب‌پذیر و محروم از اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی تاب‌آوری خانوارهای روستایی و عوامل مؤثر بر آن در جنوب شرق ایران (منطقه درگیر خشکسالی) به دنبال پاسخ به این سوالات است که سطح تاب‌آوری خانوارهای روستایی در برابر خشکسالی به چه میزان است؟ چه عواملی سطوح تاب آوری خانوارهای روستایی در شرایط خشکسالی را تحت تاثیر قرار می‌دهد؟ در واقع این مطالعه با در اختیار قرار دادن شواهد تجربی به سیاست‌گذاران، به آنها در تدوین سیاست‌ها و استراتژی‌های سازگاری برای مدیریت خطر خشکسالی، کاهش آسیب‌پذیری و افزایش تاب‌آوری خانوارها کمک کند.

در حوزه تاب‌آوری مطالعات خارجی مختلفی صورت گرفته که در ادامه به آنها پرداخته می‌شود. برخی از مطالعات صورت گرفته، ظرفیت تاب‌آوری خانوارها را مبتنی بر شاخص تاب‌آوری فائو RIMA-II[1] در برابر بسیار از شوک‌های طبیعی و غیرطبیعی مورد سنجش قرار دادند (Chiwaula et al., 2022; Haile et al., 2022; Mondal et al., 2023; Egamberdiev et al., 2023; Debie & Ayele, 2023; Moradian et al., 2023). نتایج آنها بیانگر آن است که شبکه‌های ایمن اجتماعی (Egamberdiev et al., 2023; Moradian et al., 2023)، دارایی‌ها (Haile et al., 2022; Moradian et al., 2023; Debie & Ayele, 2023)، دسترسی به خدمات اساسی (Chiwaula et al., 2022; Haile et al., 2022; Mondal et al., 2023) و ظرفیت سازگاری (Chiwaula et al., 2022; Haile et al., 2022; Mondal et al., 2023; Egamberdiev et al., 2023; Debie & Ayele, 2023; Moradian et al., 2023) مهم‌ترین ابعاد ایجاد ظرفیت تاب‌آوری در خانوارهای مورد هدف است. همچنین، برخی دیگر از مطالعات از چارچوب اصلاح شده مدل RIMA تحت عنوان چارچوب نظری TANGO[2] ظرفیت تاب‌آوری خانوارها را مبتنی به برآورد سه ظرفیت جذب، سازگاری و انتقال مورد ارزیابی قرار دادند و به نوعی ابعاد نگرشی و ذهنی تاب‌آوری را نیز در محاسبات خود در نظر گرفتند (Smith et al., 2016; Smith & Frankenberger, 2018; Dawid et al., 2022; Calloway et al., 2022; Han et al., 2024; Zhang et al., 2024). نتایج این مطالعات تاکید بر نقش اساسی ظرفیت‌های جذب (Han et al., 2024; Zhang et al., 2024)، سازگاری (Smith et al., 2016; Dawid et al., 2022; Calloway et al., 2022; Han et al., 2024) و انتقال (Han et al., 2024; Zhang et al., 2024) بر تقویت ظرفیت تاب‌آوری خانوارها در برابر شوک‌های طبیعی و غیرطبیعی چون خشکسالی تاکید دارند.

1- Resilience Index Measurement and Analysis-II
2- Technical Assistance to NGO's

در نهایت، تعداد محدودی از مطالعات افزون بر سنجش تاب‌آوری خانوارها مبتنی بر شاخص‌های ترکیبی (سرمایه‌های معیشتی، درآمد، بهره‌وری کل)، به تعیین عوامل مؤثر بر تاب‌آوری نیز پرداخته‌اند. نتایج آنها بیانگر آن است که متغیرهای مدیریت کشاورزی، تنوع منابع درآمدی، مهارت و آشنایی با فناوری کشاورزی، پس‌انداز، مبادله نیروی کار، دارایی‌های فیزیکی، دسترسی به اعتبارات خرد، اندازه خانواده، مالکیت دام، استفاده از بذرهای اصلاح‌شده و کود، دسترسی به خدمات اعتباری، کمک‌های دریافتی، عملکرد محصول، تنوع محصولات، خانوار، تجربه کشاورزی، وضعیت تحصیلی خانوار، اعتماد اجتماعی، تجربه شوک، امنیت اجتماعی، خدمات حمایتی، دسترسی به وام‌های غیررسمی، عضویت در گروه‌های اجتماعی، سطح همکاری، سطح تحصیلات سرپرست خانوار، مهارت در فعالیت‌های کشاورزی و استفاده از خدمات ICT نقش مثبت و تعیین کننده‌ای در افزایش تاب‌آوری خانوارهای روستایی دارد (Kumar et al., 2020; Beyene et al., 2023; Debie & Ayele, 2023; Savari et al., 2023; Molla et al., 2024; Wang et al., 2024).

در مطالعات داخلی سنجش تاب‌آوری خانوارها بیشتر به‌صورت روش‌های توصیفی و در حوزه‌ی برنامه‌ریزی روستایی و جغرافیایی صورت گرفته است. در واقع این مطالعات تاب‌آوری خانوارها را ترکیبی از ابعاد اقتصادی، اجتماعی و نهادی و یا به‌صورت مستقل تعریف کردند که در نهایت با استفاده از آزمون مقایسه میانگین به تحلیل این ابعاد پرداخته‌اند (Ronizi & Lasboyee, 2019; Mododi Arkhodi et al., 2020; Ghasemi et al., 2020; Safari Aliakbari, 2022). همچنین مطالعات داخلی محدودی تنها به شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری به‌صورت کیفی پرداختند. آنها نشان دادند که متغیرهای سن، تحصیلات، اندازه خانوار، سطح درآمد، سطح اراضی محصولات کشاورزی، دریافت اعتبارات، پس انداز، تنوع فعالیت‌های کشاورزی، برخورداری از خدمات آموزشی و سلامتی، سرمایه اجتماعی، حمایت دولت، افزایش دانش خانوار، توسعه بیمه محصولات کشاورزی، توسعه تشکل‌های محلی و تقویت مشارکت محلی خانوارها همبستگی معناداری با شاخص تاب‌آوری خانوار دارد (Babaei et al., 2021; Mozaffari et al., 2023; Akhgari & Ghasemian Moghaddam, 2023). تنها یک مطالعه داخلی ظرفیت تاب‌آوری خانوارهای روستایی در برابر خشکسالی را مبتنی بر شاخص تاب‌آوری فائو RIMA-II ارزیابی کرد و نتایج آنها نشان داد دسترسی به خدمات اساسی، دارایی‌ها، شبکه‌های ایمنی اجتماعی و ظرفیت سازگاری عوامل مؤثر بر تاب‌آوری هستند که در بین آنها، دارایی خانوار مهم‌ترین می‌باشد. همچنین، ظرفیت سازگاری و شبکه‌های ایمن اجتماعی بعد از دارایی نقش بسزایی در ایجاد تاب‌آوری خانوارهای روستایی دارد (Zarif Moradian et al., 2023).

مرور ادبیات موضوع نشان می‌دهد اولاً مطالعات محدودی چه در داخل و خارج بر روی عوامل مؤثر بر ظرفیت تاب‌آوری خانوارهای روستایی پرداخته شده است. دوماً تا آنجایی که نویسندگان می‌دانند تاکنون مطالعه‌ای در کشور به موضوع سنجش تاب‌آوری و عوامل مؤثر بر آن با در نظر گرفتن ابعاد نگرشی و ذهنی در برابر خشکسالی نپرداخته است. بنابراین این مطالعه برای اولین بار در ایران در گام اول ظرفیت تاب‌آوری خانوارهای روستایی در برابر خشکسالی را با در نظر گرفتن ابعاد نگرشی و ذهنی تاب‌آوری مبتنی بر چارچوب نظری TANGO و برآورد سه ظرفیت جذب، سازگاری و انتقال مورد ارزیابی قرار می‌دهد. در گام دوم مبتنی بر الگوهای اقتصادسنجی به تحلیل عوامل مؤثر ظرفیت تاب‌آوری خانوارهای روستایی پرداخته می‌شود.

چارچوب نظری تحقیق

مفهوم تاب‌آوری که در دهه ۱۹۷۰ توسط هالینگ[1] معرفی شد از اکولوژی نشأت می‌گیرد و به‌عنوان ظرفیت یک سیستم برای متحمل شدن اختلال، جذب تغییرات و تداوم تعریف می‌شود (Holling, 1973). تاب‌آوری در هسته مفهومی خود، اشاره به فرآیندهای پویا پیچیده‌ای دارد که به درستی ماهیت و پویایی آسیب‌پذیری و تغییرات را توصیف می‌کند. اصطلاح «تاب‌آوری» به قدرت و مقاومت اشاره دارد، اما کاربردهای جدیدتر در سیستم‌های اجتماعی–اکولوژیکی، مدیریت بلایای طبیعی و پایداری تأکید می‌کند که تاب‌آوری مستلزم انعطاف، یادگیری و انتقال است (Dhraief *et al.*, 2019; Han *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2024). به‌عبارتی، تاب‌آوری را می‌توان به‌عنوان توانایی مقابله با اثرات تغییرات نامطلوب و شوک‌ها تعریف کرد. بنابراین، این توانایی شامل ویژگی‌هایی مانند تأثیرات بافر، بازگشت به موقعیت قبل از شوک یا بازگشت به عقب، در چارچوب سه ظرفیت "جذب[2]"، "سازگاری[3]" و "انتقال[4]" است (Béné *et al.*, 2012; Smith *et al.*, 2016; Upton *et al.*, 2022; Dawid *et al.*, 2022; Han *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2024). در حقیقت، ظرفیت تاب‌آوری مبتنی بر چارچوب نظری TANGO با اصلاح قابل توجه در روش RIMA و در نظر گرفتن ابعاد نگرشی و ذهنی تاب‌آوری توسعه یافته است و بر این سه ظرفیت خانوارها تمرکز دارد (Béné *et al.*, 2012). در این چارچوب، ظرفیت جذب به‌عنوان توانایی سیستم‌های اجتماعی در جذب و کنار آمدن با تأثیرات شوک‌ها و استرس‌ها تعریف شده که اندازه، نوع و شدت آثار ناشی از وقوع شوک‌ها را مورد تحلیل قرار می‌دهد. در واقع، خانوارها مبتنی بر این ظرفیت به مقابله با اثرات شوک‌ها می‌پردازند و در برابر آن مقاومت می‌کنند. به این معنی که منابع موجود خانوارها به طور مؤثر عامل استرس‌زا را مسدود می‌کند و براین‌اساس، در عمل هیچ اختلالی، هر چقدر هم موقتی باشد، وجود ندارد. با این حال، وقتی اثرات شوک‌ها، از ظرفیت جذب خانوارها فراتر رود، آنها ظرفیت سازگاری خود را اعمال خواهند کرد. این ظرفیت به یادگیری، تنظیم و تعدیل‌های مختلفی اشاره دارد که خانوارها برای ادامه عملکرد خود، بدون تغییرات کیفی عمده در هویت ساختاری آن، متحمل می‌شوند. این تعدیل‌ها و تغییرات تدریجی می‌توانند اشکال مختلفی داشته باشند (مانند اتخاذ تکنیک‌های کشاورزی جدید، تغییر در شیوه‌های کشاورزی، متنوع کردن پایه‌های معیشت، مشارکت در شبکه‌های اجتماعی جدید و غیره). در نهایت، اگر تغییر مورد نیاز آنقدر زیاد باشد که ظرفیت سازگاری خانوارها را تحت تأثیر قرار دهد، تحول باید اتفاق بیفتد. در این صورت، تغییرات متحول‌کننده هستند و در ساختار و کارکرد اولیه عملکرد خانوارها تغییرات اساسی ایجاد می‌کنند. این تغییرات متحول‌یافته اغلب شامل تغییر در ماهیت سیستم و معرفی متغیرهای حالت جدید در بلندمدت است. مانند زمانی که یک خانوار برای امرار معاش مسیر جدیدی را اتخاذ می‌کند. این می‌تواند یک فرآیند عمدی باشد که توسط خانوارها آغاز شده باشد، یا می‌تواند با تغییر شرایط محیطی یا اقتصادی–اجتماعی به آنها تحمیل شود. این تغییرات ممکن است شامل ترکیبی از نوآوری‌های فناوری، اصلاحات نهادی، تغییرات رفتاری و تغییرات فرهنگی باشد (Béné *et al.*, 2012; Calloway *et al.*, 2022; Han *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2024). هر یک از سه ظرفیت–جذب، سازگاری و انتقال– از چندین مؤلفه فرعی تشکیل شده که برخی از آنها خود ترکیبی از چندین شاخص هستند که در ادامه به آنها پرداخته می‌شود.

سرمایه اجتماعی: سرمایه اجتماعی را می‌توان به‌عنوان کمیت و کیفیت منابع اجتماعی (به‌عنوان مثال، شبکه‌ها، عضویت در گروه‌ها، روابط اجتماعی و دسترسی به نهادهای گسترده‌تر در جامعه) توصیف کرد که خانوارها از آن‌ها برای دستیابی به معیشت استفاده می‌کنند و نقش مهمی در توانایی خانوارها برای مقاومت در برابر بلایای طبیعی ایفا می‌کند (Smith & Frankenberger, 2018; Dhraief *et al.*, 2019). سه نوع سرمایه اجتماعی یعنی پیوندی، اتصالی و ارتباطی[5] ظرفیت تاب‌آوری خانوارها را بهبود می‌دهند. سرمایه اجتماعی پیوندی از ارتباطات بین اعضای جامعه شکل می‌گیرد و شامل اصول و هنجارهایی مانند اعتماد، همکاری متقابل و مشارکت است که به صورت مستقیم منجر به بهبود ظرفیت جذب خانوارها می‌شود. سرمایه اجتماعی اتصالی به ارتباطات اعضای یک جامعه یا گروه به جامعه یا گروه‌های دیگر اشاره دارد. سرمایه اجتماعی ارتباطی به ارتباطات در

1- Holling
2- Absorptive
3- Adaptive
4- Transformative

5- Bonding, Bridging and Linking

شبکه‌های اجتماعی قابل اعتماد بین افراد و گروه‌های موجود در جامعه اشاره دارد. سرمایه اجتماعی اتصالی و ارتباطی نقش تعیین کننده‌ای در ظرفیت سازگاری و انتقال خانوارها دارند. (Smith et al., 2016; Smith & Frankenberger, 2018; Upton et al., 2022; Han et al., 2024; Zhang et al., 2024).

انگیزه و اعتماد به نفس برای سازگاری: تصور می‌شود که قابلیت‌های روانی اجتماعی خانوارها، مانند آرزوها و اعتماد به نفس برای سازگاری، ویژگی‌های مهمی برای تقویت تاب‌آوری خانوارها در مواجهه با شوک‌ها هستند. تحقیقات اخیر در اتیوپی به اعتماد به نفس و آرزوهای پایین در میان فقرا اشاره کرده است که با ناتوانی آنها در انجام اقداماتی برای بهبود رفاه مادی مرتبط است. به ویژه آرزوها، که عبارتند از «باورها، ترجیحات، و ظرفیت‌های مرتبط به آینده و رفتار آینده‌نگر»، در تأثیرگذاری بر اینکه آیا خانوارها برای سرمایه‌گذاری در آینده خود گام بر می‌دارند یا خیر، مهم هستند. بنابراین برای سازگاری سریع به منظور مقابله موفقیت آمیز با شوک‌ها این قابلیت‌ها از اهمیت بالایی برخوردار هستند (Smith et al., 2016; Smith & Frankenberger, 2018; Béné et al., 2019; Upton et al., 2022; Han et al., 2024; Zhang et al., 2024).

منابع اقتصادی ظرفیت‌های تاب‌آوری: منابع اقتصادی ظرفیت‌های تاب‌آوری که بایستی مورد سنجش قرار گیرد شامل مالکیت دارایی‌ها، تنوع معیشت، دسترسی به نهادهای مالی، توانایی پس‌انداز و دسترسی به بازارها است که در ظرفیت‌های مختلف قرار دارند. این خدمات می‌تواند برای افزایش درآمد و مصرف خانوارها مورد استفاده قرار گیرد و تکیه بر آنها یکی از مهم‌ترین راهبردهای مقابله‌ای است که توسط خانوارها در واکنش به انواع شوک‌ها به کار گرفته می‌شود. دارایی‌ها یکی از مؤلفه‌های مهم ظرفیت جذب تاب‌آوری خانوارها در برابر شوک‌ها هستند؛ زیرا می‌توانند توسط خانوارها برای افزایش درآمد و حفظ خود در برابر شوک‌ها استفاده شوند. همه منابع معیشتی خانوارها به یک اندازه در برابر خطرات مختلف مرتبط با شوک‌ها و استرس‌های خاص آسیب‌پذیر نیستند. این نشان می‌دهد که تنوع در فعالیت‌های معیشتی مؤثرترین ظرفیت بافر را در برابر نااطمینانی‌های آینده فراهم می‌کند و یکی از ابعاد مهم ظرفیت سازگاری خانوارها به حساب می‌آید. افزون‌براین، دسترسی به نهادهای مالی از طریق ارائه خدمات مالی صحیح، ظرفیت سازگاری خانوارها را ارتقاء می‌دهد. توانایی پس انداز و اتکا به دارایی‌های پس انداز رایج‌ترین استراتژی مقابله‌ای خانوارها در برابر شوک‌ها است و به عنوان یکی از ارکان اصلی ظرفیت جذب خانوارها است. دسترسی به بازارها، خانوارهای آسیب‌پذیر را قادر می‌سازد تا با دسترسی به نهاده‌ها و خدمات مالی، ریسک خود را کاهش دهند. بنابراین تنوع دارایی‌ها و فعالیت‌های درآمدی را ارتقاء داده و بستر لازم برای ظرفیت انتقال خانوارها را فراهم می‌کند (Smith et al., 2016; Smith & Frankenberger, 2018; Dhraief et al., 2019; Upton et al., 2022; Han et al., 2024; Zhang et al., 2024).

سرمایه انسانی، دسترسی به اطلاعات و توانمندسازی زنان: سرمایه انسانی به افراد توانایی استفاده از اطلاعات و سایر منابع را برای مقابله با شوک‌ها و عوامل استرس‌زا می‌دهد. دسترسی به اطلاعات به افراد اجازه می‌دهد تا از چنین سرمایه انسانی استفاده کنند و همچنین اطلاعات مهمی را برای سازگاری در مواجهه با شوک‌ها به آنها می‌دهد. زنان در منطقه در فعالیت‌های مولد و درآمدزا شرکت می‌کنند و از طریق اقدامات مراقبتی خود سهم عمده‌ای در سلامت جسمانی خانواده دارند. انتظار می‌رود توانمندسازی آنها ظرفیت کلی خانوارها را برای پاسخگویی به شوک‌ها و عوامل استرس‌زا افزایش دهد و بستر لازم برای انتقال را فراهم کنند (Smith et al., 2016; Smith & Frankenberger, 2018; Upton et al., 2022; Han et al., 2024; Zhang et al., 2024).

دسترسی به خدمات: دسترسی به خدمات خانوارها را قادر می‌سازد تا سرمایه انسانی خود را حفظ کرده و تعدادی از نیازهای دیگر مانند دسترسی به زیرساخت‌ها را برآورده سازند. این خدمات شامل خدمات مراقبت‌های بهداشتی، مدرسه ابتدایی، پیش‌دبستانی، خدمات ترویج کشاورزی، تعاونی‌ها، شوراها و غیره هستند که نقش کلیدی در ظرفیت انتقال خانوارها دارند (Smith et al., 2016; Upton et al., 2022; Han et al., 2024; Zhang et al., 2024).

دسترسی به شبکه‌های ایمن اجتماعی: شبکه‌های ایمن رسمی اجتماعی به‌عنوان وسیله‌ای برای ایجاد تاب‌آوری شناخته می‌شوند که به‌طور گسترده از طریق ارائه پول نقد، غذا، بیمه و سایر منابع به خانوارها در مواجهه با شوک‌ها کمک می‌کنند. همچنین این شبکه‌ها منجر به توسعه سرمایه انسانی و فعالیت‌های درآمدزا خانوارها می‌شوند. افزون‌براین، شبکه‌های ایمن غیررسمی، مانند اتکا به سایر خانوارها، گروه‌های حمایتی محلی یا سازمان‌های غیردولتی برای دریافت غذا یا وام‌های نقدی، می‌توانند محافظ‌های مهمی در برابر تأثیرات منفی شوک‌ها باشند. در این زمینه ادبیات تاکید دارند که شبکه‌های ایمن رسمی از طریق بهبود ظرفیت انتقال و شبکه‌های ایمن غیررسمی از طریق بهبود ظرفیت جذب، منجر به بهبود ظرفیت تاب‌آوری خانوارهای روستایی می‌شود (Smith et al., 2016; Smith & Frankenberger, 2018; Dhraief et al., 2019; Upton et al., 2022; Han et al., 2024; Zhang et al., 2024).

مواد و روش‌ها

روش برآورد ظرفیت تاب‌آوری خانوارها

تمام مؤلفه‌های ظرفیت‌های سه گانه تاب‌آوری مبتنی بر روش تحلیل عاملی برآورد شده است. یک مدل تحلیل عاملی در حالت کلی برای N عامل و M متغیر (N<M) به‌صورت معادله (۱) است

:(Dhraief *et al.*, 2019)

$$Y_i = \theta_i + \sum \lambda_{ij} + f_j + e_i \quad (j = 1,2,3,\ldots,N \quad ,i = 1,2,3,\ldots,M) \qquad (۱)$$

در این معادله، θ_i میانگین متغیر iام روی کلیه مشاهده‌ها و λ_{ij} ضرایب همبستگی بین متغیر iام و عامل jام است. f_jها عامل مؤثر و e_i خطاها بوده که فرض می‌شوند که مستقل از یکدیگر و عامل‌ها هستند. این روش ابتدا ماتریس ضرایب همبستگی را برآورد می‌کند و سپس بارهای عامل‌ها محاسبه می‌شود. امتیاز عامل‌ها برای هر خانوار از طریق معادله (۲) برآورد شده است (Dhraief *et al.*, 2019). f_{jk} رقم عامل jام خانوار kام، l_{ij} بار عاملی j روی متغیر i و D_{ik} داده‌های استاندارد شده اولیه‌ی متغیر i در خانوار k بوده است.

$$f_{jk} = \sum_{i=1}^{m} l_{ij} D_{ik} \qquad (۲)$$

نحوه محاسبه ضرایب همبستگی در روش تحلیل عاملی از اهمیت بالایی برخوردار است. در واقع اگر در ساخت یک متغیر پنهان، متغیرهای مشاهده‌شده ترکیب ترتیبی و اسمی باشند، از همبستگی پلی‌کوریک[1]، اگر متغیرهای مشاهده‌شده دارای توزیع نرمال باشند از همبستگی پیرسون و اگر تمام متغیرهای مشاهده‌شده دوتایی باشند از همبستگی تتراکوریک[2] استفاده می‌شود (Watkins, 2021). در نهایت ظرفیت تاب‌آوری یا هر یک از ظرفیت‌ها و یا هر یک از مؤلفه‌های پنهان پس از استخراج عامل‌ها به وسیله معادله (۳) ساخته می‌شوند. در این معادله RI_k شاخص مدنظر خانوار kام، ∂_n واریانس توضیح داده شده توسط هر یک از عوامل برآوردی که توسط تحلیل عاملی برآورد می‌شوند (Dhraief *et al.*, 2019).

$$RI_k = \partial_1 Factor1 + \partial_2 Factor2 + \partial_3 Factor3 + \ldots + \partial_n \text{Factor n} \qquad (۳)$$

روش تعیین عوامل مؤثر بر ظرفیت تاب‌آوری خانوارها

برای یک متغیر وابسته ترتیبی با G گروه، الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم‌یافته[3] را می‌توان به‌صورت معادله (۴) تعریف کرد. در الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم‌یافته برای متغیر وابسته با ۴ گروه (آسیب‌پذیر، تاب‌آوری نسبی، تاب‌آور و تاب‌آوری زیاد)، سه معادله به‌طور همزمان برآورد می‌شوند. یک الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم‌یافته نامقید نتایجی را ارائه می‌دهد که مشابه الگوهای لاجیت دوتایی تفسیر می‌شود (Williams, 2006).

$$P(Y_i > j) = \frac{\exp(\alpha_j + X_i \beta_j)}{1 + [(\exp(\alpha_j + X_i \beta_j)]} \quad , j = 1, 2, \ldots, G-1 \qquad (۶)$$

در معادله (۴)، Y_i بیانگر ظرفیت تاب‌آوری خانوار iام، G تعداد گروه‌های متغیر وابسته ترتیبی، β_j بردار پارامترهای قابل برآورد، X_i بردار متغیرهای توضیحی خانوار iام و α_j جزء ثابت را نشان می‌دهند. با توجه به موارد فوق، احتمال اینکه متغیر وابسته Y_i در مقادیر گروه‌های ۱ تا G قرار بگیرد به صورت معادله (۵) تعیین می‌شود:

$$\begin{aligned} &P(Y_i = 1) = 1 - g(X_i \beta_1) \\ &P(Y_i = j) = g(X_i \beta_{j-1}) - g(X_i \beta_j) \quad j = 2,\ldots,G-1 \\ &P(Y_i = G) = g(X_i \beta_{G-1}) \end{aligned} \qquad (۴)$$

وقتی G= 2 باشد، الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم‌یافته معادل رگرسیون لجستیک است. وقتی G > 2، الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم‌یافته معادل یک سری رگرسیون لجستیک باینری می‌شود که در آن گروه‌های متغیر وابسته ترکیب می‌شوند. در این مطالعه که متغیر وابسته دارای ۴ گروه می‌باشد، برای J= 1 گروه ۱ با گروه‌های ۲، ۳، و ۴ مقایسه می‌شود. برای J= 2 مقایسه بین گروه‌های ۱ و ۲ در مقابل ۳ و ۴ است و در نهایت برای J= 3 گروه‌های ۱، ۲ و ۳ در مقابل گروه ۴ مقایسه می‌شوند. برخی از الگوهای شناخته شده مثل الگوی لاجیت ترتیبی[4] از موارد خاص مدل لاجیت ترتیبی تعمیم‌یافته هستند. ماهیت الگوی لاجیت ترتیبی مبتنی بر متغیر پنهان به‌صورت معادله (۶) تعریف می‌شود. در این معادله Y_i^* متغیر غیرقابل مشاهده و ε_i به‌عنوان جزء خطا است که دارای توزیع لاجستیک است (Beyene *et al.*, 2023):

$$Y_i^* = \sum_{i=1}^{i} \hat{\beta} x_i + \varepsilon_i \qquad (۴)$$

اگر فرض شود Y_i متغیر ترتیبی قابل‌مشاهده باشد که بیانگر میزان ظرفیت تاب‌آوری خانوار i است، ارتباط بین متغیر غیرقابل مشاهده Y_i^* و متغیر قابل‌مشاهده Y_i به‌صورت معادله (۷) تعریف می‌شود. در این معادله n اندازه نمونه مورد بررسی و μ ها آستانه‌هایی هستند که پاسخ‌های مشاهده‌شده را تعریف می‌کنند و بایستی برآورد شوند (Beyene *et al.*, 2023).

$$\begin{aligned} &y_i = 1 \quad if \quad \mu_0 = -\infty \le y_i^* < \mu_1, \; i = 1,\ldots,n \\ &y_i = 2 \quad if \quad \mu_1 \le y_i^* < \mu_2, \qquad i = 1,\ldots,n \\ &\vdots \\ &y_i = G \quad if \quad \mu_{G-1} \le y_i^* < \infty, \qquad i = 1,\ldots,n \end{aligned} \qquad (۵)$$

در الگوی لاجیت ترتیبی ضرایب برای تمام گروه‌های متغیر وابسته یکسان است. به‌عبارتی فرضیه رگرسیون‌های موازی در آن برقرار است. مبتنی بر آن، الگوی لاجیت ترتیبی به‌صورت معادله (۸) تعریف می‌شود (Williams, 2006):

1- Polychoric
2- Tetrachoric
3- Generalized ordered logit model
4- Ordered logit model

$$P(Y_i > j) = \frac{\exp(\alpha_j + X_i \beta)}{1+[(\exp(\alpha_j + X_i \beta)]} \quad , j = 1, 2, ..., G-1 \qquad (۶)$$

در میان دو الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم‌یافته و لاجیت ترتیبی، الگوی شانس متناسب جزئی[1] قرار دارد که یک حالت خاص از الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم‌یافته است. در این الگو، برخی از ضرایب مشابه الگوی لاجیت ترتیبی برای همه مقادیر j یکسان بوده، در حالی‌که برخی دیگر مشابه الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم‌یافته می‌توانند متفاوت باشند. در الگوی شانس متناسب جزئی ارائه شده در معادله (۹)، ضرایب X_1 و X_2 در مقادیر j (معادلات برآورد شده) یکسان است، اما ضریب X_3 متفاوت است. در واقع در این شرایط، کاربرد الگوی لاجیت ترتیبی منجر به نتایج گمراه کننده می‌شود و کاربرد الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم‌یافته به‌دلیل برآورد پارامترهای بیشتر می‌تواند باعث شود که برخی از اثرات مهم از نظر آماری بی‌اهمیت شوند. در چنین شرایطی که الگو به طور همزمان با محدودیت رگرسیون موازی و نقض آن مواجه است (یعنی آزمون رگرسیون موازی برای برخی از متغیرها معنادار و برای برخی دیگر بی‌معنا است)، کاربرد الگوهای لاجیت ترتیبی تعمیم‌یافته و لاجیت ترتیبی صحیح نیست و الگوی شانس متناسب جزئی می‌تواند بر این محدودیت غلبه کند. چرا که این الگو هر دو شرایط ثابت بودن و متفاوت بودن اثرات در بین گروهها را تأمین می‌کند (Williams, 2006).

$$P(Y_i > j) = \frac{\exp(\alpha_j + X_{1i}\beta_1 + X_{2i}\beta_2 + X_{3i}\beta_{3j})}{1+[(\exp(\alpha_j + X_{1i}\beta_1 + X_{2i}\beta_2 + X_{3i}\beta_{3j})]} \quad , j = 1, 2, ..., G-1 \qquad (۷)$$

در معادله (۱۰)، Y: ظرفیت تاب‌آوری خانوارها (ترتیبی)؛ Age: سن سرپرست خانوار (سال)؛ Edu: تحصیلات سرپرست خانوار (سال)؛ Size: اندازه خانوار (تعداد اعضا)؛ Skill1 و Skill2: طبقات متوسط و زیاد متغیر کیفی سطح مهارت خانوار در انتخاب فعالیت‌های کشاورزی سازگار با خشکسالی (باینری)؛ Dependency: نرخ وابستگی خانوارها (درصد)؛ Saving: میزان پس‌انداز نقدی (میلیون ریال)؛ Livestockshocks: تعداد دام‌های تلف شده ناشی از عوامل طبیعی؛ Shocks: تعداد شوک‌های طبیعی تجربه شده خانوارها در پنج سال گذشته؛ Extension: تعداد تماس‌های خانوار با ترویج کشاورزی؛ Income: مجموع درآمد کل (میلیون ریال)؛ Agrishocks: ارزش ریالی خسارت محصولات کشاورزی ناشی از عوامل طبیعی؛ Crops: شاخص تنوع محصولات کشاورزی (درصد)؛ Formalloans: دسترسی به وام‌های رسمی (باینری)؛ Informalloans: دسترسی به وام‌های غیررسمی مانند اعتبارات خرد، (باینری).

این تحقیق از لحاظ هدف یک تحقیق کاربردی است. جامعه آماری این پژوهش، ۱۶۸۱۷ خانوار روستایی شهرستان زهک واقع در استان سیستان و بلوچستان می‌باشند که به شدت تحت تاثیر رویدادهای اقلیمی متفاوتی چون خشکسالی، گرمای بیش از حد، بارش کم و وزش بادهای ۱۲۰ روزه قرار دارند. این شهرستان دارای دو بخش مرکزی و جزینک و چهار دهستان زهک، خواجه احمد، جزینک و خمک بوده که هریک از این دهستان دارای روستاهای متعددی می باشند. برای به تعیین حجم نمونه از روش نمونه گیری تصادفی طبقه‌ای[2] استفاده شده است. حجم نمونه طبق فرمول کوکران، ۳۷۶ خانوار برآورد شده است. در حقیقت، با استفاده از تکنیک تخصیص متناسب، ۲۱۲ خانوار از ۲۰ روستا دهستان زهک و ۶۶ خانوار از ۸ روستا دهستان خواجه احمد واقع در بخش مرکزی و همچنین ۵۳ خانوار از ۹ روستا دهستان خمک و ۴۵ خانوار از ۷ روستا دهستان جزینک واقع در بخش جزینک جهت جمع آوری داده‌های مطالعه به صورت تصادفی انتخاب شدند. به عبارتی، ۳۷۶ خانوار از ۴۴ روستا که در چهار دهستان و دو بخش واقع شدند. از پرسشنامه چندبعدی همراه با مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته برای به دست آوردن اطلاعات لازم برای محاسبه مؤلفه‌های ظرفیت‌های سه گانه تاب‌آوری خانوارها، ویژگی های اجتماعی–اقتصادی، جمعیت شناختی، تجربه انواع شوک‌ها و ویژگی‌های مزرعه و دام آنها استفاده شد. مبتنی بر مقدار ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۶۲، سؤالات طیف لیکرت پرسشنامه از پایایی مناسبی برخوردار است. در نهایت، برای تحلیل داده‌های خام پرسشنامه از نرم افزار Excel 2019 و برای برآورد الگوهای اقتصادسنجی از نرم‌افزار Stata17 استفاده شد.

نتایج و بحث

در جدول ۱ نتایج ضرایب همبستگی بین مؤلفه‌های تشکیل دهنده ظرفیت‌های جذب، سازگاری و انتقال مبتنی بر روش تحلیل عاملی ارائه شده است. نتایج معیار بسندگی نمونه‌گیری (KMO) و آزمون کرویت بارتلت حاکی از آن است که نتایج به دست آمده از روش تحلیل عاملی مناسب هستند. نتایج نشان داد شاخص مالکیت دارایی‌ها، توانایی پس‌انداز، تعداد افراد درآمدزای خانوار، سرمایه اجتماعی پیوندی، دسترسی به شبکه‌های ایمن غیررسمی دارای همبستگی مثبت بیشتری با ظرفیت جذب خانوارهای روستایی دارند. مؤلفه‌های شاخص سرمایه انسانی، تنوع فعالیت‌های معیشت، شاخص دسترسی به اطلاعات، سرمایه اجتماعی اتصالی و ارتباطی، دسترسی به نهادهای مالی و درآمد ناشی از انواع حواله و انواع یارانه‌ها به صورت مثبت و قابل توجه منجر به افزایش ظرفیت سازگاری خانوارها شده است. مؤلفه‌های شاخص دسترسی به خدمات اساسی، شاخص

1- Partial proportional odds model

2- Stratified Random Sampling

دسترسی زیرساخت، دسترسی بـه شـبکه‌های ایمـن رسـمی، سـرمایه اجتماعی اتصالی و ارتباطی، اعتقاد زنان بـرای جابـه‌جایی بـرای کـار، درآمد ناشی از انواع حواله و انواع یارانه‌ها، سفر داشتن مـردان و زنـان به خارج از روستا به‌صورت مثبت و معناداری ظرفیت انتقال خانوارها را افزایش می‌دهد.

جدول ۱- نتایج ضریب همبستگی مؤلفه‌های ظرفیت جذب، ظرفیت سازگاری و ظرفیت انتقال خانوارها

Table 1- Results of the correlation coefficient of the Absorption capacity, Adaptation capacity and Transformative capacity components of households

ظرفیت جذب Absorption capacity		ظرفیت سازگاری Adaptive capacity		ظرفیت انتقال Transformative capacity	
مؤلفه‌ها Components	ضریب همبستگی Correlation coefficient	مؤلفه‌ها Components	ضریب همبستگی Correlation coefficient	مؤلفه‌ها Components	ضریب همبستگی Correlation coefficient
شاخص مالکیت دارایی Asset Ownership index	0.873***	شاخص سرمایه انسانی Human capital index	0.875***	شاخص دسترسی به خدمات Access to Services index	0.846***
توانایی پس‌انداز (تعدادماه) Saving ability	0.758***	تنوع فعالیت‌های معیشت Diversity of Livelihoods	0.863***	ساخص دسترسی به زیرساخت Access to Infrastructure index	0.790***
افراد درآمدزا Adults income	0.744***	شاخص دسترسی به اطلاعات Access to Information index	0.845***	دسترسی به شبکه‌های ایمن Access Safety Nets	0.764***
سرمایه اجتماعی پیوندی Bonding social capital	0.690***	شاخص انگیزه و اعتماد Aspirations index	0.826***	سرمایه اجتماعی اتصالی Bridging social capital	0.741***
دسترسی به شبکه‌های ایمن غیررسمی Access to Informal Safety Nets	0.650***	سرمایه اجتماعی اتصالی Bridging social capital	0.623***	سرمایه اجتماعی ارتباطی Linking social capital	0.726***
تعداد کمک‌های داده شده Transfers Gave (N)	0.533***	سرمایه اجتماعی ارتباطی Linking social capital	0.583***	اعتقاد زنان به جابه جایی برای کار Believes move (woman hh)	0.704***
تعداد تعاونی‌ها Cooperatives	0.161	دسترسی به نهادهای مالی Access to Financial	0.540**	درآمد ناشی از حواله‌ها income from remittances	0.612***
مهاجرت فصلی Migrate seasonally	-0.221	درآمد ناشی از حواله‌ها Income from remittances	0.532**	سفر داشتن مردان به خارج روستا traveled outside (male)	0.563**
افرادی که درآمدشان از دست رفته Adults lost income	-0.211	تعداد تعاونی‌ها Cooperatives (No.)	0.194	سفر داشتن زنان به خارج روستا traveled outside (woman)	0.460**
تعداد کمک‌های دریافت شده Transfers received (N)	-0.254	-	-	زمان رسیدن به بازار Time to arrive at the market	0.330*
-	-	-	-	تعداد تعاونی‌ها Cooperatives (No.)	0.235
KMO Measure Bartlett's Test	0.930 4999.603***	KMO Measure Bartlett's Test	0.912 3405.877***	KMO Measure Bartlett's Test	0.846 3354.519***

مأخذ: یافته‌های پژوهش (***، ** و * به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و ۱۰ درصد)

Source: Research Findings (***, **, * imply 1%, 5% and 10% level of significance, respectively)

در جدول ۲، نتایج وضعیت ظرفیت تاب‌آوری خانوارهای روستایی بخش‌های شهرستان زهـک گـزارش شـده اسـت. نتـایج نشـان داد خانوارهای روسـتایی بخـش جزینـک از ظرفیـت تـاب‌آوری بـالاتری برخــوردار هســتند (۲۹/۰۸ در مقابــل ۲۵/۴۳). همچنــین در بــین دهستان‌ها، خانوارهای روستاهای دهستان زهـک و خمـک بـه‌ترتیب پایین‌ترین و بالاترین ظرفیت تـاب‌آوری را دارنـد (۲۴/۴۸ و ۳۰/۳۹). خانوارهای بخش جزینک به لحـاظ ظرفیت‌هـای جـذب، سـازگاری و انتقال وضعیت بهتـری از بخـش مرکـزی دارنـد. همچنـین، در بـین

دهستان، خانوارهای دهستان‌های زهک و خمک به‌ترتیب پایین‌ترین و بالاترین ظرفیت جذب، سازگاری و انتقال را دارند. ظرفیت جذب اشاره به توانایی خانوارها جهت مقابله با اثرات شوک‌های چون خشکسالی دارد. بالا بودن این ظرفیت برای خانوارهای روستایی به این شرح است که آنها به لحاظ منابع در اختیاری چون مالکیت دارایی، فعالیت‌های درآمدی، پس‌انداز و سرمایه اجتماعی روستایی وضعیت مناسبی دارند و لذا از توانایی بیشتری برای مقابله با اثرات خشکسالی برخوردار هستند. این موضوع منجر به خنثی شدن اثرات شوک‌ها می‌شود. همچنین، پایین بودن این ظرفیت برای خانوارهای روستایی بیانگر توانایی ضعیف آنها در جذب و خنثی کردن اثرات شوک‌ها است که به تبع در این وضعیت خانوارها از ظرفیت سازگاری و یا انتقال جهت مقابله استفاده می‌کنند. وقتی اثرات شوک‌ها به قدری باشد که از ظرفیت جذب خانوارها فراتر رود، آنها از ظرفیت سازگاری خود جهت مقابله استفاده می‌کنند. این ظرفیت به یادگیری، تنظیم و تعدیل‌های مختلفی اشاره دارند که خانوارها بدون تغییرات اساسی متحمل می‌شوند. بالا بودن این ظرفیت در خانوارهای روستایی بیانگر آن است که خانوارها به لحاظ مولفه‌های سرمایه انسانی، تنوع فعالیت‌های معیشتی، دسترسی به اطلاعات و نهادها، شاخص انگیزه و اعتماد و سرمایه اجتماعی در وضعیت مناسبی هستند و در مقابل اثرات شوک‌های توانایی بالایی در یادگیری و تعدیل خود با آنها بدون تغییرات اساسی دارند. همچنین پایین بودن این ظرفیت در خانوارها بیانگر توانایی ضعیف در تعدیل خود با اثرات است که در عمل منجر به تغییرات اساسی در عملکرد آنها خواهد شد. اگر تغییرات به دلیل مقابله با اثرات شوک‌ها آنقدر زیاد باشد که ظرفیت سازگاری خانوارها را تحت تأثیر قرار دهد، ساختار و کارکرد اولیه عملکرد خانوارها دچار تغییرات زیادی می‌شود. بالا بودن این ظرفیت، توانایی زیاد خانوارها در انتخاب و پذیرش تغییرات در برابر اثرات خشکسالی را نشان می‌دهد؛ طی این ظرفیت خانوارهای از منابع موجودی چون خدمات، زیرساخت‌ها، شبکه‌های ایمن اجتماعی و سرمایه اجتماعی به درستی برای تغییرات اساسی در عملکرد خود جهت مقابله با اثرات شوک‌ها استفاده کرده‌اند.

در نهایت، نتایج مقایسه نسبی نمرات ظرفیت‌های جذب، سازگاری و انتقال خانوارهای مورد مطالعه بیانگر آن است که خانوارهای منطقه ظرفیت انتقال قوی‌تری نسبت به ظرفیت جذب و سازگاری در برابر خشکسالی دارد. این امر منطقی است؛ زیرا خانوارهای روستایی مورد مطالعه به لحاظ فقر و محرومیت در وضعیت بحرانی هستند و هرگونه اثرات خشکسالی از ظرفیت‌های جذب و سازگاری آنها فراتر خواهد بود. در واقع، ظرفیت انتقال بر ایجاد محیطی توانمند برای تاب‌آوری متمرکز است که به طور گسترده برای همه خانوارهای یک منطقه قابل استفاده است.

شاخص ظرفیت تاب‌آوری خانوار بعد از برآورد با استفاده از روش حداقل-حداکثر استاندارد شده و نمرات آن مبتنی بر مطالعه درایف و همکاران (Dhraief *et al.*, 2019) گروه‌بندی شدند که نتایج توزیع فراوانی گروه‌های آن در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج بیانگر آن است که ۳۲/۴۵ درصد خانوارها در گروه آسیب‌پذیر، ۲۸/۱۹ در گروه تاب‌آوری نسبی، ۲۲/۶۱ درصد در گروه تاب‌آور و ۱۶/۷۶ درصد باقی در گروه تاب‌آوری زیاد قرار دارند. در واقع نتایج نشان می‌دهد بیش از ۶۰ درصد خانوارها در سطوح بسیار پایین تاب‌آوری هستند.

مؤلفه‌های اثرگذار بر گروه‌های ظرفیت تاب‌آوری خانوارهای روستایی منطقه با استفاده از الگوهای لاجیت ترتیبی بررسی شده که نتایج آن در جدول الف در قسمت پیوست‌ها ارائه شده است. به‌منظور انتخاب الگوی مناسب فرضیه رگرسیون‌های موازی مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج آزمون والد برای کل الگو نشان داد که فرضیه صفر رگرسیون موازی مبنی بر یکسان بودن پارامترها میان سطوح مختلف متغیر وابسته برقرار است و استفاده از الگوی لاجیت ترتیبی مناسب است. با این حال، بررسی جزئیات آزمون والد برای هر متغیر بیانگر این است که فرضیه صفر رگرسیون موازی در تعدادی از متغیرها همانند تعداد تماس با ترویج کشاورزی، عضویت سرپرست خانوار در گروه‌های اجتماعی، شوک‌های دامداری، شوک‌های کشاورزی، تنوع محصولات کشاورزی دسترسی به وام‌های رسمی و غیررسمی نقض می‌شود و برای برخی دیگر بر قرار است. به عبارتی در این حالت که ضرایب برآوردی برای برخی از متغیرها متفاوت و برای برخی دیگر ثابت بوده، ضرورت دارد جهت برآورد آنها از حالت خاصی از الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم‌یافته یعنی الگوی شانس متناسب جزئی استفاده شود.

نتایج الگوی شانس متناسب جزئی و ارزیابی همخطی متغیرهای مستقل در جدول ۵ ارائه شده است. همخطی بین متغیرهای مستقل، به‌وسیله آماره‌های عامل تورم واریانس[1] (VIF) و تلورانس[2] (1/VIF) بررسی شد. نتایج آن گویای نبود هم‌خطی بین متغیرهای توضیحی الگو است؛ زیرا که مقدار عددی آماره VIF برای تمام متغیرها کمتر از ۵ است. در این الگو برای متغیرهای که فرضیه رگرسیون موازی تایید شده یک ضریب و برای متغیرهای دیگر برای هر الگو یک ضریب ارائه شده است. همچنین در الگوهای با متغیر وابسته محدود شده ضرایب برآوردی نشان دهنده‌ی جهت تأثیر متغیرهای مستقل بر احتمال قرار گرفتن در سطوح مختلف ظرفیت تاب‌آوری خانوارها است. نتایج نشان داد که متغیرهای تحصیلات سرپرست خانوار، میزان مهارت در فعالیت‌های کشاورزی (سطح متوسط و زیاد)، پس‌انداز نقدی و مجموع درآمد دارای اثر مثبت و معناداری بر احتمال قرار

1- Variance Inflation Factor (VIF)
2- Tolerance

گرفتن خانوار در سطوح ظرفیت تـاب‌آوری بـالاتر هسـتند. همچنـین، تعداد تماس با تـرویج کشـاورزی و عضـویت در گروه‌هـای اجتمـاعی احتمال قرار گـرفتن خانوارهـا در گـروه تـاب‌آور و تـاب‌آوری زیـاد را افزایش می‌دهد. این در حالی است که افـزایش تعـداد دام‌هـای تلـف شده و خسارت محصولات کشاورزی ناشـی از عوامـل طبیعـی چـون خشکسالی احتمال قرار گرفتن خانوارها در گروه‌های تاب‌آوری نسـبی، تاب‌آور و تاب‌آوری زیاد را به صـورت معنـاداری کـاهش می‌دهـد. در نهایت دسترسی به اعتبارات خرد احتمال قرار گرفتن خانوار در هر سه گروه تاب‌آوری نسبی، تاب‌آور و تـاب‌آوری زیـاد را بـه صـورت قابـل توجهی افزایش می‌دهد و تنوع محصولات کشاورزی تنها احتمال قرار گرفتن خانوارها در گروه تاب‌آوری زیاد را افزایش داده است.

جدول ۲- خلاصه مقادیر شاخص ظرفیت تاب‌آوری و ابعاد آن در منطقه مورد مطالعه

Table 2- Summary of estimated values RCI and its components in the study area

منطقه Region	تعداد روستاها Number of villages	تعداد خانوارها Number of households	شاخص ظرفیت تاب‌آوری RCI	جذب Absorptive	سازگاری Adaptive	انتقال Transformative
بخش مرکزی Central District	**28**	**278**	**25.43**	**27.38**	**28.41**	**29.65**
دهستان زهک Zahak Rural District	20	212	24.48	25.39	26.35	28.31
دهستان خواجه احمد Khajeh-Ahmad Rural District	8	66	26.37	29.38	30.47	30.99
بخش جزینک Jazink District	**16**	**98**	**29.08**	**32.78**	**33.65**	**34.82**
دهستان خمک Khamak Rural District	9	53	30.39	33.83	34.16	35.92
دهستان جزینک Jazink Rural District	7	45	28.78	30.72	32.13	31.71
کل روستا Total rural	44	376	-	-	-	-
میانگین کل مشاهدات Average of total observations	44	376	27.26	29.38	30.53	32.63
حداقل امتیاز کل مشاهدات Minimum scores of total observations	44	376	0.00	0.00	0.00	0.00
حداکثر امتیاز کل مشاهدات Maximum scores of total observations	44	376	100.00	100.00	100.00	100.00

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Source: Research findings

جدول ۳- توزیع فراوانی سطوح تاب‌آوری خانوار

Table 3- The frequency distribution of household Resilience levels

سطوح تاب‌آوری خانوار The household Resilience levels	فراوانی Freq.	فراوانی نسبی Percent	فراوانی تجمعی Cum.
آسیب‌پذیر Vulnerable (RCI < 10)	122	32.45	32.45
تاب‌آوری نسبی Moderately resilient (10<=RCI < 25)	102	28.19	60.64
تاب‌آور Resilient (25<=RCI < 50)	85	22.61	83.24
تاب‌آوری زیاد Highly resilient (RCI > 50)	63	16.76	100
کل Total	400	100	-

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Source: Research findings

جدول ۴- نتایج فرضیه رگرسیون موازی (آزمون والد)
Table 4- Results of Parallel Regression Assumption (Wald test)

متغیرها Variables	سطح معناداری Significance level	فرضیه صفر Null hypothesis	الگوی مناسب برآورد The appropriate estimation model
سن سرپرست خانوار Age of household head	0.890	تایید Acceptance	الگوی لاجیت ترتیبی Ordered logit model
تحصیلات سرپرست خانوار Education of household head	0.785	تایید Acceptance	الگوی لاجیت ترتیبی Ordered logit model
اندازه خانوار Family size	0.940	تایید Acceptance	الگوی لاجیت ترتیبی Ordered logit model
مهارت در فعالیت‌های کشاورزی (سطح متوسط) Skill in agricultural activities (Moderate level)	0.930	تایید Acceptance	الگوی لاجیت ترتیبی Ordered logit model
مهارت در فعالیت‌های کشاورزی (سطح زیاد) Skill in agricultural activities (High level)	0.532	تایید Acceptance	الگوی لاجیت ترتیبی Ordered logit model
نرخ وابستگی Dependency ratio	0.900	تایید Acceptance	الگوی لاجیت ترتیبی Ordered logit model
پس انداز saving	0.616	تایید Acceptance	الگوی لاجیت ترتیبی Ordered logit model
درآمد خانوار Household income	0.385	تایید Acceptance	الگوی لاجیت ترتیبی Ordered logit model
تجربه شوک‌ها Experiencing shocks	0.376	تایید Acceptance	الگوی لاجیت ترتیبی Ordered logit model
تعداد تماس با ترویج کشاورزی Frequency of agricultural extension Contact	0.000	رد Reject	الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم یافته Generalized ordered logit model
عضویت سرپرست خانوارها در گروه‌های اجتماعی Membership of HH in social groups	0.005	رد Reject	الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم یافته Generalized ordered logit model
شوک‌های دامداری Livestock shocks	0.012	رد Reject	الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم یافته Generalized ordered logit model
شوک‌های کشاورزی Agricultural shocks	0.039	رد Reject	الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم یافته Generalized ordered logit model
تنوع محصولات زراعی Cultivated crops	0.034	رد Reject	الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم یافته Generalized ordered logit model
دسترسی به وام‌های رسمی Access to formal loans	0.000	رد Reject	الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم یافته Generalized ordered logit model
دسترسی به وام‌های غیررسمی Access to informal loans	0.040	رد Reject	الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم یافته Generalized ordered logit model
کل الگو All	0.958	تایید Acceptance	الگوی لاجیت ترتیبی Ordered logit model

مأخذ: یافته‌های پژوهش
Source: Research findings

نتایج اثر نهایی الگوی شانس متناسب جزئی در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج نشان داد، یک سال افزایش در تحصیلات سرپرست خانوار، احتمال قرار گرفتن خانوار در گروه آسیب‌پذیر را به میزان ۰/۰۳۱۳ واحد کاهش و احتمال قرار گرفتن آنها در گروه‌های تاب‌آور و تاب‌آوری زیاد را به‌ترتیب به میزان ۰/۰۱۰۱ و ۰/۰۲۱۵ واحد افزایش می‌دهد. در واقع سرپرست خانوار تحصیل کرده از دانش و آگاهی بیشتری در خصوص راهبردهای سازگاری در برابر خشکسالی دارند؛ لذا از نوآوری جدید در جهت افزایش ظرفیت کاری خود بهره گرفته و با توسعه راهبردهای معیشتی جدید سطح تاب‌آوری خود را بهبود می‌دهند. این یافته با نتایج مطالعات مختلف انجام شده (Sina et al., 2019; Beyene et al., 2023; Savari et al., 2023; Molla et al., 2024) همسو است. مبتنی بر نتایج، با تغییر مهارت کشاورزی سرپرست خانوار از سطح کم به متوسط، احتمال قرار گرفتن خانوار در گروه آسیب‌پذیر به میزان ۰/۰۲۴۷ واحد کاهش یافته و احتمال قرار گرفتن آنها در گروه‌های تاب‌آور و تاب‌آوری زیاد به ترتیب به میزان ۰/۰۷۴۳ و ۰/۰۹۶۲ واحد افزایش می‌یابد. این در

حالی است که برای تغییر مهارت به سطح زیاد، احتمال قرار گرفتن خانوار در گروه آسیب‌پذیر به میزان ۰/۰۳۷۳ واحد کاهش و احتمال قرار گرفتن آنها در گروه‌های تاب‌آوری نسبی، تاب‌آور و تاب‌آوری زیاد به ترتیب به میزان ۰/۰۳۸۳، ۰/۰۱۳۷ و ۰/۰۱۹۸ واحد افزایش یافته است. در واقع نتایج بیانگر آن است که سرپرست خانوار با سطح مهارت بالای کشاورزی قابلیت استفاده بیشتری در به کارگیری رویکردهای سازگاری مانند استفاده از ارقام مقاوم، شیوه‌های حفاظتی جدید، روش‌های آبیاری هوشمند و تغییر تاریخ کاشت جهت مقابله با خشکسالی دارند و به تبع آن از ظرفیت تاب‌آوری بالایی برخوردار هستند. این یافته توسط نتایج مطالعات مختلف (Sina *et al.*, 2019; Savari et al., 2023; Molla et al., 2024; Wang et al., 2024) پشتیبانی می‌شود. برای دو متغیر پس انداز و درآمد، به ازای افزایش هریک میلیون ریال در این متغیرها، احتمال قرار گرفتن خانوار در گروه آسیب‌پذیر به‌ترتیب به میزان ۰/۰۲۴۴ و ۰/۰۷۵۵ واحد کاهش، در گروه تاب‌آور به‌ترتیب به میزان ۰/۰۷۸۹ و ۰/۰۲۴۴ واحد و در گروه تاب‌آوری زیاد به‌ترتیب به میزان ۰/۰۱۶۸ و ۰/۰۵۱۸ واحد افزایش یافته است. این یافته حاکی از آن است که درآمد و پس‌انداز خانوارها اولین منابعی هستند که خانوارها در برابر انواع شوک‌ها از آنها استفاده می‌کنند. در واقع خانوارها برای حفظ شرایط فعلی خود در مواجه با خشکسالی افزون بر کشاورزی و دامداری به فعالیت‌های غیرکشاورزی روی می‌آورند تا سطح درآمد خود را حفظ کنند. افزون برآن، توانایی پس انداز و اتکا به دارایی‌های پس انداز رایج‌ترین استراتژی مقابله‌ای خانوارها در برابر شوک‌ها است. در حقیقت، خانوارهای روستایی بخشی از درآمد سالانه خود را برای مواجه با شرایط بحرانی پس انداز می‌کنند و آنها را قبل از هر تغییری برای مقابله استفاده می‌کنند. بنابراین خانوارهایی که از درآمد و پس انداز بیشتری برخوردار باشند، در برابر بسیار از شوک‌ها از جمله خشکسالی تاب‌آوری بیشتری خواهند داشت. این یافته با نتایج مطالعات انجام شده (Sina *et al.*, 2019; Akhgari & Ghasemian Moghaddam, 2023; Beyene *et al.*, 2023; Savari *et al.*, 2023; Molla *et al.*, 2024) همسو است و با یافته مطالعه کومار و همکاران (Kumar *et al.*, 2020) در خصوص اثر مثبت پس انداز بر تاب‌آوری همسو نیست. آنها نشان دادند پس اندازهای خانوار ممکن است به سمت مصرف هدایت شوند و بنابراین از بازگشت آنها به سطوح درآمد قبل از خشکسالی جلوگیری می‌کند.

بنابر نتایج، هر واحد افزایش در تعداد تماس‌های خانوار با ترویج کشاورزی، احتمال قرار گرفتن آنها در گروه تاب‌آور و تاب‌آوری زیاد را به ترتیب به میزان ۰/۰۲۰۱ و ۰/۰۴۲۶ واحد افزایش داده است؛ در حالی که احتمال قرار گرفتن آنها در گروه آسیب‌پذیر را به میزان ۰/۰۶۱۹ واحد کاهش می‌دهد. همچنین نتایج نشان داد به ازای هر واحد افزایش در تعداد عضویت‌های سرپرست خانوارها در گروه‌های اجتماعی، احتمال قرار گرفتن خانوار در گروه آسیب‌پذیر را به میزان ۰/۰۰۱۱ واحد کاهش و احتمال قرار گرفتن آنها در گروه‌های تاب‌آور و تاب‌آوری زیاد را به ترتیب به میزان ۰/۰۳۶۰ و ۰/۰۷۶۴ واحد افزایش می‌دهد. سطح تعامل با نهادهای ترویج کشاورزی و عضویت بیشتر در گروه‌های اجتماعی مثل گروه‌های کشاورزی، در بهبود تاب‌آوری خانوارهای روستایی از اهمیت زیادی دارند؛ چرا که دانش سرپرست خانوار را بهبود می‌بخشد و آنها را برای تغییر آماده می‌کند. افزون‌براین، تعامل و عضویت با نهادهای مختلف اجتماعی به سرپرست خانوارها اجازه می‌دهند تا دانش را از طریق شبکه‌ها به اشتراک بگذارند، که ظرفیت یادگیری آنها را تقویت می‌کند و به‌طور بالقوه تاب‌آوری را افزایش می‌دهد. مشارکت در هر شبکه اجتماعی، به خانوارها کمک می‌کند تا برخی از سرمایه‌های معیشتی خود را هدایت کنند. آنها ابزار مهمی برای کاهش بحران هستند. این یافته با نتایج مطالعات مختلف (Sina *et al.*, 2019; Akhgari & Ghasemian Moghaddam, 2023; Beyene *et al.*, 2023; Savari *et al.*, 2023; Molla *et al.*, 2024) سازگار است.

برای متغیرهای ارزش زیان محصولات کشاورزی و دام‌های تلف شده خانوارها، نتایج نشان داد که به ازای هر یک میلیون ریال زیان در محصولات کشاورزی و به ازای هر یک رأس دام تلف شده، احتمال قرار گرفتن خانوار در گروه آسیب‌پذیر را به‌ترتیب به میزان ۰/۰۴۷۷ و ۰/۰۰۲۹ واحد افزایش و احتمال قرار گرفتن آنها در گروه تاب‌آور را به‌ترتیب به میزان ۰/۰۱۵۴ و ۰/۰۰۹۴ واحد کاهش داده است. همچنین احتمال قرار گرفتن خانوارها در گروه تاب‌آوری زیاد را به‌ترتیب به میزان ۰/۰۳۲۸ و ۰/۰۲۰۰ واحد کاهش می‌دهد. این یافته حاکی از آن است که شوک‌های کشاورزی و دامداری منجر به کاهش منابع خانوارها برای مقابله با شوک‌ها می‌شود. در واقع هر چه میزان خسارت ناشی از انواع شوک‌ها به خانوارها بیشتر باشد منابع درآمدی و سرمایه‌ای خانوار کاهش یافته است؛ با استمرار آن سطح آسیب‌پذیری خانوار افزایش یافته و در نهایت منجر به کاهش تاب‌آوری آنها می‌شود. این یافته با نتایج مطالعات (Zarif Moradian *et al.*, 2022; Beyene *et al.*, 2023) همسو است.

یکی دیگر از متغیرهای اثرگذار بر ظرفیت تاب‌آوری خانوارها، تأثیر شاخص تنوع محصولات زراعی است. نتایج نشان داد به ازای یک واحد افزایش در شاخص تنوع محصولات زراعی، احتمال قرار گرفتن خانوارها در گروه تاب‌آور و تاب‌آوری زیاد به‌ترتیب به میزان ۰/۰۰۷۵ و ۰/۰۱۶۰ واحد افزایش می‌یابد. این یافته نشان می‌دهد که انواع گونه‌ها و ارقام زراعی به‌دلیل شرایط مختلف رشد و تاریخ برداشت در مراحل مختلف چرخه رشد قرار دارند. در نتیجه زمانی‌که آب کمیاب است، برخی از آنها آسیب کمتری می‌بینند و برخی دیگر آسیب بیشتری می‌بینند. بنابراین، محصولاتی که آسیب کمتری می‌بینند، حداقل درآمد را برای معیشت کشاورزان فراهم می‌کنند. در

واقع، یافته‌ها از تنوع محصولات زراعی به‌عنوان یکی از مکانیسم‌های مهم مقابله با خطرات خشکسالی حمایت می‌کند. این یافتـه بـا نتـایج مطالعـات مختلـف (Kumar *et al*., 2020; Savari *et al*., 2023; Molla *et al*., 2024) نیز همسو است.

جدول ۵- نتایج الگوی شانس متناسب جزئی

Table 5- Results of partial proportional odds model

متغیرها **Variables**	الگوی ۱ **Model 1**	الگوی ۲ **Model 2**	الگوی ۳ **Model 3**	آزمون هم خطی Multicollinearity test **VIF**	 **1/VIF**
سن سرپرست خانوار Age of household head		-0.045 (0.030)		1.150	1.070
تحصیلات سرپرست خانوار Education of household head		0.247*** (0.076)		1.420	1.190
اندازه خانوار Family size		-0.367 (0.222)		1.090	1.050
مهارت در فعالیت‌های کشاورزی (سطح متوسط) Skill in agricultural activities (Moderate level)		0.345*** (0.109)		1.904	1.525
مهارت در فعالیت‌های کشاورزی (سطح زیاد) Skill in agricultural activities (High level)		0.672*** (0.112)		2.810	1.680
نرخ وابستگی Dependency ratio		-0.145 (0.172)		1.06	1.030
پس انداز Saving		0.206*** (0.050)		1.150	1.070
درآمد خانوار Household income		0.390*** (0.064)		2.870	1.690
تجربه شوک‌ها Experiencing shocks		-0.184 (0.212)		1.310	1.140
تعداد تماس با ترویج کشاورزی Frequency of agricultural extension Contact	0.162 (0.185)	0.046*** (0.012)	0.219*** (0.057)	1.052	1.022
عضویت سرپرست خانوارها در گروه‌های اجتماعی Membership of HH in social groups	0.334 (0.438)	0.103*** (0.034)	0.169*** (0.035)	1.311	1.142
شوک‌های دامداری Livestock shocks	-0.327** (0.162)	-0.240*** (0.093)	-0.700*** (0.255)	1.410	1.190
شوک‌های کشاورزی Agricultural shocks	-0.123** (0.053)	-0.021*** (0.008)	-0.052*** (0.017)	1.090	1.050
تنوع محصولات زراعی Cultivated crops	0.123 (0.379)	0.212* (0.110)	0.766** (0.325)	1.040	1.020
دسترسی به وام‌های رسمی Access to formal loans	0.377 (0.250)	0.459 (0.328)	0.578* (0.296)	1.050	1.030
دسترسی به وام‌های غیررسمی Access to informal loans	0.235** (0.104)	0.224** (0.100)	0.402*** (0.142)	1.510	1.230
جزء ثابت Constant	-2.314*** (0.586)	-4.317*** (0.779)	-5.950*** (1.069)	-	-
میانگینVIF Mean VIF	-	-	-	1.42	-
آزمون والد Wald test		58.97***			
شبه ضریب تعیین Pseudo R^2		0.354			
تعداد مشاهدات Number of observations		376			

مأخذ: یافته‌های پژوهش (***، ** و * به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و ۱۰ درصد)

Source: Research Findings (***, **, * imply 1%, 5% and 10% level of significance, respectively)

جدول ۶- نتایج اثرات نهایی الگوی شانس متناسب جزئی

Table 6- Results Marginal effects of partial proportional odds model

متغیرها Variables	تغییرات Changes	سطوح تاب‌آوری Resilience levels آسیب‌پذیر Vulnerable	تاب‌آوری نسبی Moderately resilient	تاب‌آور Resilient	تاب‌آوری زیاد Highly resilient
سن سرپرست خانوار Age of household head	اثرنهایی Marginal Effect	-0.0724	-0.0085	-0.0234	-0.0498
تحصیلات سرپرست خانوار Education of household head	اثرنهایی Marginal Effect	-0.0313**	-0.0037	0.0101**	0.0215**
اندازه خانوار Family size	اثرنهایی Marginal Effect	0.0591	0.0070	-0.0191	-0.0406
مهارت در فعالیت‌های کشاورزی (سطح متوسط) Skill in agricultural activities (Moderate level)	1(0) →2(1)	-0.0247**	0.0766	0.0743**	0.0962***
مهارت در فعالیت‌های کشاورزی (سطح زیاد) Skill in agricultural activities (High level)	1(0) →3(1)	-0.0373**	0.0383***	0.0137***	0.0198***
نرخ وابستگی Dependency ratio	اثرنهایی Marginal Effect	0.0111	-0.0013	-0.0036	-0.0076
پس انداز Saving	اثرنهایی Marginal Effect	-0.0244**	0.0029	0.0789***	0.0168***
درآمد خانوار Household income	اثرنهایی Marginal Effect	-0.0753***	0.0089***	0.0244***	0.0518***
تجربه شوک‌ها Experiencing shocks	اثرنهایی Marginal Effect	0.0167	-0.0020	-0.0054	-0.0115
تعداد تماس با ترویج کشاورزی Frequency of agricultural extension Contact	اثرنهایی Marginal Effect	-0.0619**	-0.0073	0.0201**	0.0426**
عضویت سرپرست خانوارها در گروه‌های اجتماعی Membership of HH in social groups	اثرنهایی Marginal Effect	-0.0011**	0.0131	0.0360**	0.0764**
شوک‌های دامداری Livestock shocks	اثرنهایی Marginal Effect	0.0477**	-0.0056	-0.0154**	-0.0328**
شوک‌های کشاورزی Agricultural shocks	اثرنهایی Marginal Effect	0.0029***	-0.0034	-0.0094**	-0.0200***
تنوع محصولات زراعی Cultivated crops	اثرنهایی Marginal Effect	-0.0232	-0.0027	0.0075**	0.0160**
دسترسی به وام‌های رسمی Access to formal loans	0→1	-0.0135	0.0016	0.0044	0.0929
دسترسی به وام‌های غیررسمی Access to informal loans	0→1	-0.0497***	0.0059	0.0161***	0.0342***

مأخذ: یافته‌های پژوهش (***، ** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و ۱۰ درصد)

Source: Research Findings (***, **, * imply 1%, 5% and 10% level of significance, respectively)

در نهایت، نتایج نشان داد افزایش هر یک واحد در استفاده از اعتبارات خرد توسط خانوارها احتمال قرار گرفتن آنها در گروه آسیب‌پذیر را به میزان ۰/۰۴۹۷ واحد کاهش و احتمال قرار گرفتن آنها در گروه‌های تاب‌آور و تاب‌آوری زیاد را به‌ترتیب به میزان ۰/۰۱۶۱ و ۰/۰۳۴۲ واحد افزایش می‌دهد.

دسترسی به خدمات اعتبارات خرد یکی از مهم‌ترین ابزارهای توسعه اقتصادی و بهبود بهره‌وری کشاورزی است. چرا که امکان سرمایه‌گذاری در گزینه‌های متنوع معیشتی و خرید نهاده‌های کشاورزی را برای خانوارها فراهم می‌کند. این اعتبارات به‌عنوان دارایی‌های نقدی محسوب می‌شوند که شاید خانوارها برای حفظ سطح مصرف از آن‌ها استفاده می‌کنند؛ لذا معیشت آن‌ها در شرایط خشکسالی کمتر متزلزل می‌شود و این ممکن است به این معنی باشد که آنها به تلاش کمتری برای بازگشت نیاز دارند. به‌عبارتی، اعتبارات خرد، تسهیلات حیاتی را برای بسیاری از خانوارها در مدیریت ریسک، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های جدید، تنوع محصولات غذایی و ایجاد فرصت‌هایی برای فعالیت‌های درآمدزای مزرعه فراهم می‌کند (Dhraief *et al.*, 2019). افزون براین اعتبارات دریافتی خانوارها از طریق نرخ‌های بهره بالا منجر به ایجاد بدهی و ناسازگاری برای خانوارها می‌شود و از این حیث دارای اثر منفی بر تاب‌آوری خانوارها است (Kumar *et al.*, 2020). با این حال این مطالعه، اثر مثبت و قابل توجه دسترسی به اعتبارات خرد بر ظرفیت تاب‌آوری خانوارهای روستایی را برجسته می‌کند. این یافته با نتایج مطالعات مختلف (Sina *et al.*, 2019; Beyene *et al.*, 2023; Savari *et al.*, 2023; Molla *et al.*, 2024) سازگار است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

خشکسالی یک تهدید عمده برای امنیت معیشت خانوارهای روستایی کشور به حساب می‌آید و خسارت وارد شده به آنها طی سال‌های اخیر، گواه عدم درک وضعیت تاب‌آوری آنها بوده است. این در حالی است که بررسی برنامه‌های مدیریت خشکسالی کشور نیز نشان می‌دهد که سیاست‌گذاران توسعه همواره بر افزایش تولید حتی در شرایط بحرانی خشکسالی‌های اخیر متمرکز شده است. افزون‌براین، بررسی شیوه‌های مدیریت خشکسالی اعمال شده توسط سازمان‌های دولتی کشور نیز نشان می‌دهد که مداخلات فنی و مالی به‌قدری برنامه‌ریزی و اجرا شده‌اند که فقر و بی‌عدالتی را در برخی مناطق گسترش داده است. بنابراین، با توجه به حساسیت موضوع تاب‌آوری به‌عنوان رویکرد غالب مؤثر بر ابعاد زندگی و معیشت خانوارهای روستایی و نبود اطلاعات جامع در مورد عوامل زیربنایی آن، این پژوهش به‌دنبال سنجش ظرفیت تاب‌آوری خانوارها در برابر خشکسالی و ارزیابی عوامل اثرگذار آن است که بتواند تصویر شفاف و روشنی برای سیاست‌گذاران توسعه جهت انتخاب برنامه‌های توسعه‌ای ارائه کند. از این‌رو، برای محاسبه ظرفیت تاب‌آوری خانوار از چارچوب نظری TANGO مبتنی بر روش تحلیل عاملی و برای ارزیابی عوامل مؤثر از الگوی شانس متناسب جزئی استفاده شد.

نتایج نشان داد سطوح ظرفیت تاب‌آوری خانوارهای منطقه در شرایط خشکسالی در وضعیت نامطلوبی قرار دارند. همچنین، در بین مؤلفه‌های تشکیل دهنده ظرفیت جذب، شاخص مالکیت دارایی، توانایی پس‌انداز، تعداد افراد درآمدزای خانوار، در بین مؤلفه‌های تشکیل دهنده ظرفیت سازگاری، شاخص سرمایه انسانی، تنوع فعالیت‌های معیشت، شاخص دسترسی به اطلاعات و شاخص انگیزه و اعتماد، و در نهایت در بین مؤلفه‌های تشکیل دهنده ظرفیت انتقال شاخص دسترسی به خدمات اساسی، شاخص دسترسی به زیرساخت‌ها، دسترسی به شبکه‌های ایمن رسمی، سرمایه اجتماعی اتصالی و ارتباطی مهم‌ترین مؤلفه‌های اثرگذار در تشکیل و ایجاد ظرفیت‌های سه گانه تاب‌آوری خانوارهای روستایی در برابر خشکسالی می‌باشند. افرون‌براین، نتایج الگوی شانس متناسب جزئی نشان داد متغیرهای تحصیلات سرپرست خانوار، سطح مهارت در فعالیت‌های کشاورزی، پس‌انداز، درآمد خانوار، تعداد تماس‌های خانوار با ترویج کشاورزی، عضویت سرپرست خانوار در گروه‌های اجتماعی و دسترسی به اعتبارات خرد دارای اثر مثبت و متغیرهای ارزش زیان محصولات کشاورزی و تعداد دام‌های تلف شده خانوارها دارای اثر منفی و قابل توجهی بر ظرفیت تاب‌آوری خانوارهای روستایی در برابر خشکسالی داشته است. با این حال، تمرکز بر درک ظرفیت تاب‌آوری خانوارها، توجه سیاست‌گذاران توسعه را به سمت مقابله و سازگاری معطوف خواهد کرد. به‌عبارتی، سنجش ظرفیت تاب‌آوری و ارزیابی عوامل اثرگذار بر آن در کنار درک رفتارهای سازگاری خانوارهای روستایی برای تدوین بسته‌های سیاستی خاص که توسعه پایدار، تاب‌آوری و سازگاری مرتبط با خشکسالی را هدف قرار می‌دهند، ضروری است. لذا مبتنی بر نتایج، راهکارهای عملی زیر را برای بهبود ظرفیت تاب‌آوری خانوارهای روستایی به ویژه در دوران خشکسالی پیشنهاد می شود:

۱) سیاست‌گذاران بایستی در اجرای برنامه‌های مدیریت خشکسالی، تقویت متغیرهای تعیین‌کننده ظرفیت تاب‌آوری و ابعاد آن را در اولویت قرار دهد تا خانوارها شوک‌های خشکسالی را بدون آسیب رساندن به مؤلفه‌های اساسی خود جذب کنند؛ ۲) سیاست‌گذاران برای انتخاب راهبردهای جامع برای ایجاد و افزایش تاب‌آوری باید دسته‌بندی‌های خاصی از خطرات، ابعاد آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در مقیاس‌های زمانی مختلف (از قبل، در هنگام شوک و پس از آن) را مورد هدف قرار دهند. به‌عنوان مثال، قبل از شوک، دسترسی بهتر به تشخیص زودهنگام خطرات آب و هوایی نوظهور می‌تواند به کشاورزان کمک کند تا فعالیت‌های زراعی خود را مطابق با آن برنامه‌ریزی کنند. دسترسی به اطلاعات و توصیه‌های آب و هوایی امکان سازگاری آینده‌نگر را فراهم می‌کند که منجر به کاهش تأثیر شوک و افزایش تاب‌آوری می‌شود؛ ۳) سیاست‌گذاران بایستی برای افزایش ظرفیت تاب‌آوری خانوارها بستر لازم برای تشکیل انجمن‌ها، گروه‌های اجتماعی و تعاونی‌های روستایی را فراهم نماید؛ چرا که تقویت سرمایه اجتماعی خانوار از طریق ایجاد شبکه‌های ایمن اجتماعی می‌توانند آگاهی مردم از راهبردهای سازگاری و روش‌های مقابله با خشکسالی را افزایش دهند؛ ۴) یکی از عوامل کلیدی اثرگذار بر ظرفیت تاب‌آوری خانوارها دسترسی به اعتبارات خرد است. لذا سیاست‌گذاران بایستی در گام اول به ترویج و تقویت نهادهای پرداخت‌کننده آن بپردازند؛ در گام دوم با ارائه اطلاعات و کاهش محدودیت‌های وثیقه‌ای سطح دسترسی خانوارها به اعتبارات خرد را بهبود داد و در گام سوم، ایجاد گزینه‌های سازگاری، ارتقای آگاهی و آموزش مهارت‌های کسب و کار را در اولویت قرار دهد تا خانوارها برای مدیریت اعتبارات دریافتی آماده شوند؛ ۵) در نهایت، یک سیاست مهم برای بهبود تاب‌آوری، تغییر شیوه‌های مدیریت خشکسالی کشور از مدیریت بحران به سمت مدیریت ریسک است که می‌تواند از استراتژی‌های مدیریت ریسک در سطح مزرعه پشتیبانی کند و بر بهبود ظرفیت‌های جذب و سازگاری خانوار نقش کلیدی داشته باشد. مانند انتخاب محصولات، تنوع محصول، دسترسی به زیرساخت آبیاری و دسترسی به اعتبارات.

در نهایت، علی‌رغم پوشش کامل اهداف تحقیق، چندین محدودیت در آن مشاهده می‌شود. اولین محدودیت مربوط به ادبیات موضوع می‌باشد، چرا که عدم وجود مطالعات مناسب در زمینه سنجش

تاب‌آوری و عوامل اثرگذار برآن سرعت پیشرفت پژوهش را با مشکل مواجه کرد. دومین محدودیت مربوط به روش محاسبه‌ی تاب‌آوری و شناسایی عوامل اثرگذار بر آن است که تغییر در روش محاسبه می‌تواند منجر به تغییر نتایج شود. سومین محدودیت مربوط به داده‌های مقطعی است که شرایط تحلیل پویای ظرفیت تاب‌آوری خانوارها در برابر خشکسالی را محدود کرده است. چهارمین محدودیت مربوط به عدم توجه به شوک‌های بازار و مالی است. لذا بهتر است محققان آتی به انتخاب روش‌های دیگر سنجش تاب‌آوری تمرکز نمایند و شوک‌های بازار و مالی را در قالب الگوهای داده‌های پانل ادغام کند تا محرک‌های ظرفیت تاب‌آوری خانوارها بهتر تبیین شود.

پیوست‌ها

جدول الف- نتایج برآورد الگوی لاجیت ترتیبی

Table A- Results of for Ordered Logit model

متغیرها Variables	ضرایب Coef.	خطای استاندارد Std. Err.	Z-value	سطح معناداری Significance level
سن سرپرست خانوار Age of household head	-0.030	0.015	-2.000	0.046
تحصیلات سرپرست خانوار Education of household head	0.129	0.037	3.480	0.001
اندازه خانوار Family size	-0.158	0.113	-1.400	0.161
مهارت در فعالیت‌های کشاورزی (سطح متوسط) Skill in agricultural activities (Moderate level)	0.419	0.067	6.253	0.000
مهارت در فعالیت‌های کشاورزی (سطح زیاد) Skill in agricultural activities (High level)	0.738	0.099	7.454	0.000
نرخ وابستگی Dependency ratio	-0.463	0.845	-0.550	0.583
پس انداز Saving	0.600	0.200	3.000	0.002
درآمد خانوار Household income	0.230	0.050	4.600	0.000
تجربه شوک‌ها Experiencing shocks	-0.575	0.109	-5.260	0.000
فراوانی تماس با ترویج کشاورزی Frequency of agricultural extension Contact	0.014	0.051	0.280	0.782
عضویت سرپرست خانوارها در گروه‌های اجتماعی Membership of HH in social groups	0.310	0.123	2.530	0.011
شوک‌های دامداری Livestock shocks	-0.262	0.064	-4.090	0.000
شوک‌های کشاورزی Agricultural shocks	-0.081	0.003	-3.170	0.002
تنوع محصولات زراعی Cultivated crops	-0.374	0.527	-0.710	0.478
دسترسی به وام‌های رسمی Access to formal loans	-0.400	0.338	-1.180	0.237
دسترسی به وام‌های غیررسمی Access to informal loans	0.445	0.106	4.190	0.000
آستانه اول /cut1	6.622	2.023	-	-
آستانه دوم /cut2	9.148	2.138	-	-
آستانه سوم /cut3	15.136	2.323	-	-
آزمونLR LR test	694.64***	-	-	-
شبه ضریب تعیین Pseudo R2	0.295	-	-	-
تعداد مشاهدات Number of observations	376	-	-	-

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Source: Research findings

References

1. Ahmadalipour, A., Moradkhani, H., Castelletti, A., & Magliocca, N. (2019). Future drought risk in Africa: Integrating vulnerability, climate change, and population growth. *Science of the Total Environment*, *662*, 672-686. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.278
2. Akhgari, M., & Ghasemian Moghaddam, A. (2023). Prioritization of the effective factors on increasing the economic resilience of rural households against drought (Study case: Dastgerdan section of Tabas county). *Village and Space Sustainable Development*, *4*(2), 112-129. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22077/VSSD.2023.5530.1121
3. Babaei, M., Jalalian, H., & Afrakhtehh, H. (2021). Spatial analysis of livelihood resilience in rural areas (Case study: villages around Lake Urmia, Urmia city). *Geographical Engineering of Territory*, *5*(1), 125-140. (In Persian with English abstract). https://doi.org/JGET-2009-1188(R1)
4. Béné, C., Frankenberger, T., Griffin, T., Langworthy, M., Mueller, M., & Martin, S. (2019). 'Perception matters': New insights into the subjective dimension of resilience in the context of humanitarian and food security crises. *Progress in Development Studies*, *19*(3), 186-210. https://doi.org/10.1177/1464993419850304
5. Béné, C., Wood, R.G., Newsham, A., & Davies, M. (2012). Resilience: new utopia or new tyranny? Reflection about the potentials and limits of the concept of resilience in relation to vulnerability reduction programs. *IDS Working Papers*, *2012*(405), 1-61. https://doi.org/10.1111/j.2040-0209.2012.00405.x
6. Beyene, F., Senapathy, M., Bojago, E., & Tadiwos, T. (2023). Rural household resilience to food insecurity and its determinants: Damot Pulasa district, Southern Ethiopia. *Journal of Agriculture and Food Research*, *11*, 100500. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100500
7. Calloway, E. E., Carpenter, L. R., Gargano, T., Sharp, J. L., & Yaroch, A. L. (2022). Development of three new multidimensional measures to assess household food insecurity resilience in the United States. *Frontiers in Public Health*, *10*, 1048501. https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1048501
8. Chiwaula, L.S., Chirwa, G.C., Simbeye, J., & Katundu, M. (2022). Household resilience among fish value chain actors during the COVID-19 pandemic in Malawi. *World Development Perspectives*, *26*, 100411. https://doi.org/10.1016/j.wdp.2022.100411
9. Dawid, I., Haji, J., & Aman, M. (2023). Evaluating farm household resilience and perceptions of the role of small-scale irrigation in improving adaptability to climate change stress: evidence from eastern Ethiopia. *Frontiers in Climate*, *5*, 1193910. https://doi.org/10.3389/fclim.2023.1193910
10. Debie, E., & Ayele, A.W. (2023). Perceived determinants of Smallholder households' resilience to livelihood insecurity in Goncha District, Northwest highlands of Ethiopia. *SAGE Open*, *13*(3), 21582440231184861. https://doi.org/10.1177/215824402311848
11. Dhraief, M. Z., Dhehibi, B., Daly Hassen, H., Zlaoui, M., Khatoui, C., Jemni, S., & Rekik, M. (2019). Livelihoods strategies and household resilience to food insecurity: A case study from rural Tunisia. *Sustainability*, *11*(3), 907. https://doi.org/10.3390/su11030907
12. Egamberdiev, B., Bobojonov, I., Kuhn, L., & Glauben, T. (2023). Household resilience capacity and food security: evidence from Kyrgyzstan. *Food Security*, *15*(4), 967-988. https://doi.org/10.1007/s12571-023-01369-1
13. Ghasemi, M., Sahebi, Sh., & Mehregan, J. (2020). Identify livelihood resilience strategies against drought risk from the point of view of rural households (case study: Dehestan Golmakan, Chenaran County). *Journal of Environmental Sciences* *18*(1), 117-136. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.29252/ENVS.18.1.117
14. Haile, D., Seyoum, A., & Azmeraw, A. (2022). Food and nutrition security impacts of resilience capacity: Evidence from rural Ethiopia. *Journal of Agriculture and Food Research*, *8*, 100305. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100305
15. Han, X., Lyu, K., Nie, F., & Chen, Y. (2024). Resilience effects for household food expenditure and dietary diversity in rural western China. *Journal of Integrative Agriculture*, *23*(2), 384-396. https://doi.org/10.1016/j.jia.2023.12.010
16. Holling, C.S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *4*(1), 1-23. https://doi.org/10.1017/9781009177856.038
17. Iran National Drought Warning and Monitoring Center (NDWMC). (2019). Iran Meteorological Organization, products, Drought percentage report of basins, Sistan and Baluchestan reports and maps.
18. Jalili-Bak, G., Bijani, M., Gholamrezai, S., & Momvandy, A. (2023). Analyzing rural people's resilience in the face of floodwater: Evidence from Iran. *Natural Hazards*, *118*(2), 1595-1618. https://doi.org/10.1007/s11069-023-06041-7
19. Jamshidi, O., Asadi, A., Kalantari, K., Azadi, H., & Scheffran, J. (2019). Vulnerability to climate change of smallholder farmers in the Hamadan province, Iran. *Climate Risk Management*, *23*, 146-159. https://doi.org/10.1016/j.crm.2018.06.002
20. Keshavarz, M., Maleksaeidi, H., & Karami, E. (2017). Livelihood vulnerability to drought: A case of rural Iran. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *21*, 223-230. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2016.12.012
21. Kumar, S., Mishra, A. K., Pramanik, S., Mamidanna, S., & Whitbread, A. (2020). Climate risk, vulnerability and

resilience: Supporting livelihood of smallholders in semiarid India. *Land Use Policy*, *97*, 104729. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104729
22. Menike, L.M.C.S., & Arachchi, K.K. (2016). Adaptation to climate change by smallholder farmers in rural communities: Evidence from Sri Lanka. *Procedia Food Science*, *6*, 288-292. https://doi.org/10.1016/j.profoo.2016.02.057
23. Mododi Arkhodi, M., Boroumand, R., & Akbari, E. (2020). Explaining the resilience of rural areas against natural hazards with emphasis on flood. *Journal of Natural Environmental Hazards*, *9*(23), 151-172. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22111/JNEH.2019.30067.1525
24. Molla, S.D., Zeleke, M.T., & Tamiru, S.M. (2024). Assessing livelihood resilience in drought-affected areas: Lessons from Raya Kobo district, northeast Ethiopia. *Heliyon*, *10*(1). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23399
25. Mondal, M., Biswas, A., Mandal, S., Bhattacharya, S., & Paul, S. (2023). Developing micro level resilience index for Indian Sundarban adopting Resilience Indicators for Measurement and Analysis (RIMA) methodology. *Geosystems and Geoenvironment*, *2*(1), 100129. https://doi.org/10.1016/j.geogeo.2022.100129
26. Moradian, S.Z., Kakhki, M.D., & Sabouni, M.S. (2023). Evaluation of household resilience capacity index to food insecurity case study: Hosein Abad Rekhneh Gol village–Iran. *New medit: Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment= Revue méditerranéenne d'economie, agriculture et Environment*, *22*(1), 115-127. https://doi.org/10.30682/nm2301h
27. Mozaffari, S., Mohammadi Yeganeh, B., & Cheraghi, M. (2023). Analysis of decision factors on coping strategies for rural households against insecurity with an emphasis on the pandemic case study of Urban Peripheral in Zanjan. *Preipheral Urban Spaces Development*, 5(2), 253-270. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22034/JPUSD.2023.386099.1263
28. Ronizi, S.R.A., & Lasboyee, M.R. (2019). Farmers' resilience against drought with an emphasis on economic factors and social capital in rural areas: a case study of Roniz in Estahban County. *Journal of Rural Research*, *10*(2), 230-243. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22059/JRUR.2018.230885.1090
29. Safari Aliakbari, M. (2022). Investigating factors affecting the economic and social resilience of rural areas (Case study, Kermanshah County). *Spatial Planning*, *12*(4), 43-64. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22108/SPPL.2023.137043.1710
30. Savari, M., Damaneh, H.E., & Damaneh, H.E. (2023). Effective factors to increase rural households' resilience under drought conditions in Iran. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *90*, 103644. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103644
31. Sina, D., Chang-Richards, A.Y., Wilkinson, S., & Potangaroa, R. (2019). What does the future hold for relocated community's post-disaster? Factors affecting livelihood resilience. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *34*, 173-183. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.11.015
32. Smith, L.C., Frankenberger, T.R., Aguiari, S., & Presnall, C. (2016). Resilience in the Sahel-Enhanced (RISE) Project Impact Evaluation: Baseline survey resilience analysis. Prepared for the feed the future FEEDBACK project of the United States Agency for International Development. TANGO. *International, Tucson, AZ*. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00MFFC.pdf
33. Smith, L.C., & Frankenberger, T.R. (2018). Does resilience capacity reduce the negative impact of shocks on household food security? Evidence from the 2014 floods in Northern Bangladesh. *World Development*, *102*, 358-376. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.07.003
34. Upton, J., Constenla-Villoslada, S., & Barrett, C.B. (2022). Caveat utilitor: A comparative assessment of resilience measurement approaches. *Journal of Development Economics*, *157*, 102873. https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2022.102873
35. Udmale, P., Ichikawa, Y., Manandhar, S., Ishidaira, H., & Kiem, A.S. (2014). Farmers′ perception of drought impacts, local adaptation and administrative mitigation measures in Maharashtra State, India. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *10*, 250-269. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2014.09.011
36. Wang, Y., Yan, J., & Wu, Y. (2024). Impact of policy measures on smallholders' livelihood resilience: Evidence from Hehuang Valley, Tibetan Plateau. *Ecological Indicators*, *158*, 111351. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111351
37. Watkins, M. (2021). *A step-by-step guide to exploratory factor analysis with Stata*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003149286
38. Williams, R. (2006). Generalized ordered logit/partial proportional odds models for ordinal dependent variables. *The Stata Journal*, *6*(1), 58-82. https://doi.org/10.1177/1536867X0600600104
39. Zarif Moradian, S., Sabouhi Sabouni, M., & Daneshvar Khakhki, M. (2022). The effect of drought on rural farmers households resilience index. *Journal of Agricultural Economics and Development*, *36*(3), 301-315. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jead.2022.75508.1124
40. Zhang, Q., Gong, J., & Wang, Y. (2024). How resilience capacity and multiple shocks affect rural households' subjective well-being: A comparative study of the Yangtze and Yellow River Basins in China. *Land Use Policy*, *142*, 107192. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2024.107192

Journal of Agricultural Economics and Development

Homepage: https://jead.um.ac.ir

Research Article

Vol. 38, No. 3, Fall 2024, p. 315-333

Explaining the Pattern of Effective Factors in Building the Capacity of Extension Experts in the Development of Smart Climate Agriculture in the Northwestern Provinces of the Country

M. Rafiee Sefid Dashti[1], S.M. Mirdamadi [2*], S.J. Farajollah Hosseini[2], S. Shokri[3]

1 and 2- Ph.D. Student and Associate Professor Department of Economic, Agricultural Extension and Education, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: mirdamadi.mehdi@gmail.com)
3- Assistant Professor, Depatment of Agricultural Economics, Factuly of Agriculture and Basic Science, Roudehen Branch, Islamic Azad University, Roudehen, Iran

Received: 20-06-2024 Revised: 01-09-2024 Accepted: 09-09-2024 Available Online: 09-09-2024	**How to cite this article:** Rafiee Sefid Dashti, M., Mirdamadi, S.M., Farajollah Hosseini, S.J., & Shokri, S. (2024). Explaining the pattern of effective factors in building the capacity of extension experts in the development of smart climate agriculture in the northwestern provinces of the country. *Journal of Agricultural Economics & Development, 38*(3), 317-333. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jead.2024.88543.1276

Introduction

Every country in the path of sustainable development needs capacity building and empowerment of human resources, organizations and environmental and ecological conditions, for this reason capacity building has a significant impact on the empowerment of people and groups. Smart climate agriculture is a method that focuses on agriculture and seeks to improve the productivity and income of farmers, in order to increase the productivity and adaptability of agricultural products in Iran, it is necessary to implement smart climate farming methods by building the capacity of human resources to make decisions and take action. Agricultural extension system is considered as one of the key tools for realizing sustainable development and has capabilities such as improving livelihoods, training farmers, establishing social justice, empowering farmers, and increasing production and productivity. Considering the importance of building capacity in the food supply and security sector, which is facing many threats day by day, the role of extension training in promoting agricultural innovations and new perspectives and training farmers in order to improve their knowledge, information and skills are considered the important and effective factors in capacity building and development of the agricultural sector of Iran.

Materials and Methods

In this research the statistical population of the research was formed by extension experts in the northwest of the country, which includes the three provinces of East Azarbaijan, West Azarbaijan and Ardabil, with 4256 people. The sample size was also calculated based on Cochran's formula (n=354). In this way, according to the number of centers in each province and proportionally to the size of the statistical population and the sample size from each province, the required sample was randomly selected according to the number of employees in that provinceTo address the research problem and objectives, a questionnaire was developed as the primary research tool, consisting of four sections, seven items, and 31 questions tailored for experts in agricultural promotion and development. Aside from questions on personal and professional characteristics (gender, age, major, education level, work history, organizational position, employment status), all items were presented on a five-point Likert scale (1: very low, 2: low, 3: moderate, 4: high, 5: very high). In this research, to determine the face validity of the questionnaire, it was approved

https://doi.org/10.22067/jead.2024.88543.1276

by the opinions of the research committee as well as managers and experts of agricultural extension and education after several stages of modification and revision. In order to measure construct validity, average variance extracted index (AVE) was used using SmartPLS software. To determine the reliability of the questionnaire, Cronbach's alpha and composite reliability coefficients were used, and for this purpose, 25 questionnaires were completed by a group identical to the research group. In this research, two main and secondary independent variables were investigated. Our dependent variable in this research is "smart climate agricultural development" (12 items) which are influenced by two independent variables including educational factors and promotion factors. Structural equation modeling (SEM) method was used in this research.

Results and Discussion

Education, promotion, and capacity building of human resources are essential strategies for sustainable development (Sulaiman, 2021). Therefore, building human resource capacity is critical for the economic growth and prosperity of any country (Notenbaert et al., 2017). In analyzing the eight hypotheses, Table 8 shows that the path coefficients for infrastructural, economic, social, organizational, cultural, educational, legal, and technical factors in the capacity building of extension experts for the development of smart climate agriculture are 0.120, 0.115, 0.114, 0.168, 0.143, 0.132, 0.147, and 0.104, respectively. Additionally, the t-statistics for these coefficients are 3.087, 3.120, 3.123, 7.17, 2.710, 2.468, 4.002, and 3.267, all exceeding the threshold of 1.96, indicating significance at the 5% error level. The model estimates suggest that infrastructural, economic, social, organizational, cultural, educational, legal, and technical factors have a positive and significant impact on capacity building among extension experts in developing smart climate agriculture. In general, based on the results obtained in the current research, it can be said that the identification of factors that create and facilitate the development of extension experts' capacities is very necessary and necessary for the development of smart climate agriculture. Research findings show that infrastructural factors, economic factors, social factors, organizational factors, cultural factors, educational factors, legal factors and technical factors have an effective and significant role in building the capacity of extension experts in the development of smart climate agriculture. In fact, increasing and improving the capacity of extension experts has direct and indirect benefits for the members of the Jihad Agricultural Organization and the villagers, and increases cooperation and interaction between them. The findings of this research help the policy makers and planners to identify the weaknesses and shortcomings to improve the performance of the Agricultural Jihad Organization and achieve the objectives of the Extension Unit. The analysis of the factors in this study helps to get a better understanding of improving the capacity of extension experts and consequently, it helps to increase the income, productivity and food security of the people with the development of smart climate agriculture.

Conclusion

For data analysis, the method of structural equation modeling with the approach of partial least squares based on PLS3 software was used. Therefore, first, in order to enter the structural equation modeling test, it is necessary to make sure that the data is normal or not. By using the Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests, the normality of the data can be checked, and this test is performed at the 95% confidence level, in other words, it is our significance level. According to the findings in Table 6, the significance level (p) for each variable is less than the threshold of 0.05 ($P < 0.05$), indicating that the null hypothesis (H0) is accepted, while the alternative hypothesis (H1) is rejected. This suggests that the research variables do not follow a normal distribution. To assess normality, the Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests were employed, conducted at a 95% confidence level, aligning with the significance level of the study. Before proceeding with factor analysis, it was necessary to confirm the adequacy of the data. The Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) index and Bartlett's Test of Sphericity were used for this purpose. As shown in Table 7, the sample size adequacy (KMO = 0.988) and the significance of Bartlett's test (652.537) both indicate that the sample is suitable for factor analysis. To investigate causal relationships between the research variables and assess the fit of the data to the conceptual model, structural equation modeling (SEM) was applied. Specifically, this research utilized partial least squares (PLS3) for hypothesis testing and model fitting. Figures 2 and 3 present the results from the software output, following the testing of the conceptual model. According to the results of Table 8, the results of the significant coefficients for each of the hypotheses, the standardized coefficients of the paths related to each of the hypotheses, and the results of the examination of the hypotheses are presented. According to Figures 2 and 3, it can be said that the standardized coefficient (path coefficient) between the variables (educational, infrastructural, economic, social, technical, organizational, legal, cultural factors with smart climate capacity building) is significant, so at the 99% confidence level Hypothesis H0 is rejected and hypothesis H1 is confirmed, and it can be concluded that educational factors; infrastructural; economic; social; technical, organizational; legal; culture have significant effects on the capacity building of extension experts in the development of smart climate agriculture, and therefore the eight hypotheses are confirmed. GOF criterion: To evaluate the model, the GOF criterion is used, which three values of 0.01, 0.25 and 0.36 are introduced as weak, medium and strong values for GOF. According to Table 6, the GOF is 0.865, confirming the very good fit of the overall model.

Keywords: Agricultural development, Capacity building of human resources, Smart climate

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
https://jead.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۸، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، ص. ۳۱۵-۳۳۳

تبیین الگوی عوامل مؤثر در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند در استان‌های شمال غرب کشور

محسن رفیعی سفیددشتی[۱]- سیدمهدی میردامادی[۲*]- سیدجمال فرج اله حسینی[۲]- شهاب الدین شکری[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۱۹

چکیده

کشاورزی یکی از حساس‌ترین بخش‌ها در مقابل تغییرات اقلیمی است که به علت وابستگی زیاد به شرایط اقلیمی، بیش از سایر بخش‌ها در معرض خطرهای تغییرات اقلیمی قرار دارد. این پژوهش با هدف تبیین الگوی عوامل مؤثر در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند در استان‌های شمال غرب کشور انجام شده است. این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی و از نظر روش، توصیفی- پیمایشی است. جامعهٔ آماری پژوهش دربرگیرندهٔ کارشناسان ترویج استان‌های آذربایجان‌شرقی، آذربایجان‌غربی و اردبیل به تعداد ۴۲۵۶ نفر است که از این تعداد ۳۵۴ نفر به‌عنوان نمونهٔ آماری براساس فرمول کوکران برآورد و به صورت تصادفی طبقه‌ای انتخاب شدند. داده‌ها از طریق پرسش‌نامه جمع‌آوری شدند. در این پژوهش جهت سنجش روایی پرسشنامه، از روایی صوری و روایی سازه و برای سنجش پایایی پرسشنامه از ضریب آلفای کرونباخ، ضریب پایایی ترکیبی و اشتراکی و آزمون اسپیرمن استفاده گردید. در پژوهش حاضر، از مدل‌یابی معادلات ساختاری و روش حداقل مربعات جزئی (PLS_3) جهت آزمون فرضیات و برازندگی مدل استفاده شده است. یافته‌های پژوهش نشان داد عوامل زیرساختی، اقتصادی، اجتماعی، سازمانی، فرهنگی، آموزشی، قانونی و فنی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند اثر مثبت و معناداری دارد.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، توسعه پایدار، ظرفیت‌سازی نیروی انسانی

مقدمه

کشاورزی به علت وابستگی زیاد به شرایط اقلیمی، بیش از سایر بخش‌ها در معرض خطرهای تغییرات اقلیمی قرار دارد (Asadi *et al*., 2017). تغییر کاربری اراضی‌کشاورزی بسیاری از رویدادهای آب و هوایی را تغییر می‌دهد، به‌طوری‌که برخی از مناطق با افزایش امواج گرما، سیل، تغییرات آب و هوایی و آتش سوزی‌های جنگلی مواجه می‌شوند (Kristie *et al*., 2021). بنابراین، جهت انطباق با تغییرات آب و هوایی، کاهش یا حذف انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش تولید، باید اقدام به توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند کرد (Soleimani *et al*., 2021).

کشاورزی اقلیم هوشمند یکی از راهبردهایی است که برای مقابله با تأثیرات منفی تغییر اقلیم توسط سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (FAO) در کنفرانس لاهه با عنوان کشاورزی، امنیت غذایی و تغییر اقلیم در سال ۲۰۱۰ معرفی شده است. این نوع کشاورزی رویکردی است که به کشاورزان کمک می‌کند تا خودشان را با تغییرات شرایط آب و هوایی سازگار کنند و در نهایت انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) را کاهش دهند (Pour Vahid, 2019). کشاورزی اقلیم هوشمند، توسعه کشاورزی برای مقابله با چالش‌های تغییر اقلیم می‌باشد (Zhao *et al*., 2023). چارچوب کشاورزی اقلیم هوشمند بستری را برای ارزیابی نحوه عملکرد دارایی‌های معیشتی و نحوه

۱ و ۲- به‌ترتیب دانشجوی دکتری و دانشیار، گروه اقتصاد، ترویج و آموزش کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: mirdamadi.mehdi@gmail.com)
۳- استادیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی و علوم پایه، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران

https://doi.org/10.22067/jead.2024.88543.1276

تأثیرپذیری آنها از فرآیندها و ساختارهای خط مشی و همچنین فناوری‌های مورد نیاز برای دگرگونی کشاورزی ترمیمی فراهم می‌کند (Jat *et al*., 2022). کشاورزی اقلیم هوشمند به‌دنبال تشدید پیوندها بین ذینفعان کشاورزی در سطح جهانی، ملی و محلی با تسریع سازگاری در مقیاس متقابل و هم افزایی بین آنها است (Mhlanga *et al*., 2022).

بنابراین، کشاورزی اقلیم هوشمند یک اثر برد سه‌گانه ارائه می‌دهد که می‌تواند به‌طور مستمر ظرفیت تولید کشاورزی، درآمد و سازگاری با تغییرات اقلیمی را بهبود بخشد، انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش دهد و یا حذف کند، و در نتیجه تحقق اهداف امنیت غذایی ملی و توسعه پایدار را ارتقا دهد و برای مشکلات پیش روی توسعه کشاورزی راه‌حل ارائه دهد (Zhao *et al*., 2022). در واقع کشاورزی اقلیم هوشمند، رهیافتی است که به‌دنبال تعدیل اثرات متقابل کشاورزی و پدیده تغییر اقلیم است (Timur *et al*., 2018).

به‌طور کلی، تغییرات اقلیمی به وجود آمده در دهه اخیر با تأثیر مستقیم بر کشاورزی منطقه، چالش‌هایی را در موجودیت آب، نیاز آبی محصولات کشاورزی، تولید و کسب درآمد خانوارهای روستایی ایجاد کرده است. کاهش مقدار بارندگی و بی‌نظمی در بارش‌های دوره‌ای (سیل)، سرمازدگی، گرمازدگی، طوفان، بادهای گرم، تگرگ، تغییرات آب و هوایی، باران‌های سیل‌آسا، تغییر ناگهانی دما، وجود ریزگردها، افزایش آفات و زوال جنگل‌ها از جمله تغییرات اقلیمی گزارش شده در ایران و سه استان مورد مطالعه است (Meteorological Organization, 2016). از سوی دیگر، جهت کاهش تغییرات اقلیمی در بخش کشاورزی، ارتقای سطح دانش، اطلاعات و مهارت کارشناسان ترویج از عامل‌های مهم و مؤثر در ظرفیت‌سازی و توسعه بخش کشاورزی کشور ایران محسوب می‌شود (Elahaizadeh, 2018).

در واقع، انسان‌ها به‌عنوان اصلی‌ترین و حیاتی‌ترین ورودی برای رشد جوامع شناخته شده‌اند. آنچه که در هر کشوری به‌عنوان وسیله‌ای برای تولید نهاده‌ها استفاده می‌شود تا حد زیادی به ظرفیت نیروی انسانی بستگی دارد (Fasika *et al*., 2019). آموزش و ظرفیت‌سازی نیروی انسانی یک استراتژی برای توسعه پایدار است (Sulaiman, 2021).

از این‌رو، هر کشوری در راستای پیمودن مسیر توسعه پایدار، تا حدود زیادی بر توانمندسازی و ظرفیت‌سازی نیروی انسانی، نهادهای تابعه، سازمان‌ها، شرایط محیطی و اکولوژیکی خود نیازمند است (Yudan, 2019). به همین دلیل ظرفیت‌سازی، تاثیر قابل توجهی بر توانمندسازی افراد و گروه‌های مردمی دارد (Bergeron *et al*., 2021) و موجب افزایش سطح دانش، تقویت مهارت‌ها، القای ارزش‌ها و تشویق رفتارهای لازم برای به فعالیت رساندن پتانسیل‌های کارکنان سازمان، می‌شود (Notenbaert *et al*., 2017).

در این بین، ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج، برای عملکرد مؤثر کشاورزی ضروری است (Bergeron *et al*., 2021). ظرفیت سازی نیروی انسانی، فعالیت‌ها، منابع، حمایت‌ها، مهارت‌ها و توانمندی‌های جامعه را در راستای توسعه، تقویت می‌کند و بر عملکرد آنها تأثیر مثبت می گذارد، به‌عبارت دیگر ظرفیت‌سازی در این تحقیق افزایش سطح دانش، مهارت و صلاحیت کارشناسان ترویج را در زمینه کشاورزی اقلیم هوشمند مورد سنجش قرار می دهد.

آموزش و ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج یک استراتژی مهم برای توسعه کشاورزی پایدار محسوب می‌شود (Sulaiman, 2021). که از طریق راهبرد سازگاری و ظرفیت‌سازی با تغییرات اقلیمی و حذف موانع آن می‌توانند تاب‌آوری فعالیت‌های کشاورزی و امنیت غذایی را افزایش دهد (Soleimani *et al*., 2021). بنابراین لازم است در کل زنجیره ارزش محصولات کشاورزی، به ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج توجه اساسی شود (Ranadewa *et al*., 2021).

از آنجایی‌که در بسیاری از مناطق ایران به‌خصوص در استان‌های آذربایجان‌غربی، شرقی و اردبیل، کشاورزی نقش پررنگی در اشتغال مردم ایفا می‌کند، تغییرات اقلیمی به وجود آمده با تأثیر مستقیم بر کشاورزی منطقه در آینده، اختلالاتی را در موجودیت آب و نیاز آبی محصولات کشاورزی ایجاد می‌کند. با بررسی و تحقیق در آمارنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی در ۱۰ سال گذشته می‌توان دریافت دو استان آذربایجان غربی و شرقی به مرور سطح زیر کشت آبی خود را کاهش و به سمت افزایش سطح کشت دیم، تغییر رویه داده‌اند. این تغییر رویه در کنار تغییرات اقلیمی به وجود آمده، برای حال و آینده باعث می‌شود بررسی الگوی کشت و چگونگی تأمین نیاز آبی محصولات با استفاده از ظرفیت‌سازی انسانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد (Moeazi *et al*., 2019).

از طرفی دیگر، کارشناسان ترویج در زمینه ظرفیت‌سازی در سه استان مورد مطالعه با محدودیت‌های فراوانی رو به رو هستند. اجرای سیاست‌های اعمال شده در سازمان جهاد کشاورزی استان‌های مذکور در بسیاری مواقع بطور ناقص و بدون برنامه انجام می‌شوند، شروع سیاست‌ها با دلگرمی، همراه با پیگیری و حمایت است ولی در ادامه مسیر پیگیری‌ها و حمایت‌های لازم جهت اجرای کامل سیاست‌ها انجام نمی‌شود و مراجعات متعدد کشاورزان برای پیگیری مطالبات خود و عدم دسترسی به نتایج مطلوب در نهایت آنها را دلسرد و خسته می‌کند. گاهی هم سیاست‌هایی در وزارتخانه کشاورزی اتفاق می‌افتد که یک‌سویه و یک‌طرفه و در قالب یک نظام خطی از بالا به پایین است و برای کل کشور تنها یک نسخه اعلامی تهیه و ابلاغ می‌کنند، مثلاً طرح جامع ترویج، بدون اینکه به بافت و فرهنگ هر منطقه کمترین توجهی داشته باشند، برای کل کشور اعلام شده است در صورتی که در این سه استان بدلیل وجود کوهستان‌ها و صخره‌های مرتفع بالاخص در استان اردبیل و سرمای شدید در منطقه، عملاً در

فصل پاییز و زمستان خدمت‌رسانی به مردمان آنها غیر ممکن می‌باشد. در خصوص محدودیت اقتصادی و آموزشی، به لحاظ اقتصادی برخی محدودیت‌های ساختاری در رویکرد ظرفیت‌سازی استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی و اردبیل وجود دارد که طبیعتاً مربوط به فرایند نوسازی و بازسازی اقتصادی است. تجدید ساختار اقتصادی مشتمل بر سیاست‌هایی از قبیل پس‌انداز بیشتر برای مصرف آتی، تأکید بیشتر بر سیاست‌های تأمین ثبات کوتاه مدت، افزایش قیمت‌های مواد غذایی با هدف بهبود تولید و افزایش صادرات برای کسب درآمد ارزی بیشتر و تخصیص منابع برای تقویت بخش مدرن با بهره‌وری بالا است که هزینه‌های اقتصادی تغییر را برای مردم ساکن در اجتماعات محلی به میزان غیرقابل تحملی بالا می‌برد. یکی از مشکلاتی که کارشناسان ترویج این سه استان با آن مواجه هستند و نمی‌توانند در ظرفیت‌سازی تولیدی کشاورزان و توسعه کشاورزی نقش موثر داشته باشند عدم وجود ردیف بودجه و اعتبار به بخش ترویج در طی سنوات گذشته است. در طی سالیان اخیر تاکنون (۶ سال گذشته)، کلاس‌ها و کارگاه‌های آموزشی برگزار نشده است و یا بندرت برگزار شده است، از سویی هم شیوه و روش آموزش اصلاح نشده است، در صورتی که امروزه شیوه‌های آموزش تغییر کرده و از طریق نرم‌افزارهای کامپیوتری، موبایل و رسانه ملی باید به کشاورزان آموزش‌های لازم را ارائه داد و دیگر روش‌های قدیمی تجمع در مساجد، پاسخگوی نیاز آن‌ها نمی‌باشد. از طرفی کارشناسان ترویج باید مهارت‌محور باشند نه تئوری محور، آنها باید ابتدا آموزش‌های لازم را خود ببینند تا بتوانند در انتقال اطلاعات و دانش نوین تولنایی لازم را داشته باشند.

همچنین، کافی نبودن منبع ملی، کمبود آب، بی‌توجهی مسئولان دولتی به بخش کشاورزی، کمبود اعتبار دولتی قطع یارانه‌ها در بخش کشاورزی از مهم‌ترین بازدارنده‌های کشاورزان استان‌های شمال‌غرب کشور در برابر تغییرات اقلیمی بوده است. از سوی دیگر، کاهش ذخیره آب، کاهش عملکرد محصول، کاهش صرفه اقتصادی، بیکاری و مهاجرت از جمله پیامدهای تغییرپذیری‌های اقلیم در استان‌های شمال‌غرب کشور می‌باشد. استان‌های شمال‌غرب کشور در منطقه آب و هوایی معتدل و مرطوب قرار دارند. این استان‌ها در سال‌های اخیر تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار گرفته‌اند. خشکسالی شدید بین سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۹۵در این استان‌ها به عنوان اثراتی از تغییر اقلیم قلمداد شده است. همچنین، افزایش دما و کاهش رطوبت خاک در این استان‌ها در سال‌های اخیر به اثبات رسیده است. افزون بر این، رخداد خشکسالی‌های پی در پی در استان‌های شمال‌غرب کشور سبب ایجاد چالش‌های بسیاری در بخش‌های مختلف، به ویژه منبع‌های آب و کشاورزی شده است. این مسئله منجر به مهاجرت روزافزون از روستاها به شهرها شده است؛ چرا که در اثر کاهش ریزش‌های جوی، برداشت آب از منبع‌های آبی زیرزمینی به شدت افزایش یافته و هم‌اکنون بیلان آب زیرزمینی در این استان‌ها منفی است که ادامهٔ کشاورزی و تولید محصول را ناممکن می‌کند.

به‌طور کلی، با توجه به مشکلات و تهدیدهای آب و هوایی اتفاق افتاده در ایران و به خصوص سه استان مورد مطالعه که هر ساله شاهد کاهش نزولات آسمانی و پایین رفتن سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی و گسترش خشکسالی هستند و از طرفی بخش اعظمی از درآمد و شغل مردم سه استان به کشاورزی وابسته است، ضرورت دارد با ظرفیت‌سازی منابع انسانی چه در بخش کارشناسان ترویج و چه در بخش کشاورزان و روستائیان منطقه، اقدام به طراحی الگویی نمود که با کمک آن الگو، اهالی سه استان بتوانند در مقابل تغییرات اقلیمی اتفاق افتاده (کاهش نزولات آسمانی، کمبود منابع آبی، خشکسالی، سیل، ریزگردها و ...) تاب‌آوری و سازگاری خود را افزایش و خودشان بتوانند در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند، تأمین و امنیت غذایی مردم منطقه سهیم باشند.

به‌طور کلی، با توجه به اهمیت موضوع و این‌که تاکنون مطالعه مستقلی به بررسی عوامل مؤثر در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند نپرداخته است، پژوهشگر قصد دارد خلاء مزبور را پر کند. بنابراین، شناسایی عوامل مؤثر در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج کشاورزی در اقلیم هوشمند می‌توان کشاورزان و روستائیان را با اهمیت و روش‌های بکارگیری کشاورزی اقلیم هوشمند در راستای توسعه کشاورزی پایدار آشنا کرد. بر این اساس در پژوهش حاضر سعی گردیده است که الگوی عوامل مؤثر در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تبیین گردد. به عبارتی هدف کلی این پژوهش، تبیین عوامل مؤثر در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند می‌باشد. به طور کلی پژوهش حاضر در راستای دستیابی به هدف مذکور در پی پاسخ به این سؤال است که: الگوی تبیین‌کننده عوامل مؤثر در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند چگونه است؟

در راستای هدف و پرسش اصلی پژوهش، تلاش شده است فرضیه‌های زیر مورد آزمون قرار بگیرند:

۱- عوامل زیرساختی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد.
۲- عوامل اقتصادی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد.
۳- عوامل اجتماعی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد.
۴- عوامل سازمانی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد.
۵- عوامل فرهنگی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد.

۶- عوامل آموزشی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد.

۷- عوامل قانونی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد.

۸- عوامل فنی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد.

به‌منظور تبیین مدل نظری پژوهش حاضر، ابتدا جنبه‌های گوناگون مسئله پژوهش و روابط میان متغیرها مشخص گردید و سپس طراحی مدل نظری متناسب با نتایج پژوهش‌های انجام شده (پیشین) در رابطه با متغیرهای مستقل پژوهش اقدام شده است. چارچوب نظری بر مبنای مروری بر نتایج پژوهش‌های مرتبط و به تفکیک محققان در جدول ۱ آورده شده است.

با توجه به آنچه ذکر شد و در راستای اهداف و فرضیه‌های پژوهش، نمای کلی مدل مفهومی به شرح شکل ۱ است. این مدل برگرفته از پژوهش‌هایی که در جدول ۱ به آنها اشاره شد، می‌باشد.

جدول ۱- خلاصه نظریات مطرح شده در باب طراحی الگوی ظرفیت سازی منابع انسانی

Table 1- Summary of ideas raised about the design of human resources capacity building model

یافته‌ها (متغیرها) **findings (variables)**	نام محقق (سال) **Researcher's name (year)**
تکنولوژی اطلاعات، حکومت‌داری الکترونیک و مدیریت منابع انسانی الکترونیک، Information technology, electronic governance and electronic human resources management, پرسنل و پست‌های استراتژیک، انگیزش استراتژیک، مدیریت و توسعه دانش، Personnel and strategic positions, Strategic motivation, knowledge management and development, تحول و نوآوری فرهنگی، مدیریت کیفیت فراگیر، پرداخت در ازای عملکرد شایسته، مدیران اجرایی جهانی، شفافیت، مسئولیت‌پذیری اعتماد و اخلاقیات، cultural transformation and innovation, total quality management, payment for meritorious performance, global executives, transparency, accountability, trust and ethics. انجام مشارکت مدیر، نیروی کار، اصلاحات و سازماندهی مجدد، الگوبرداری، ظرفیت بنگاه‌های عمومی، مدیریت بنگاه‌های دولتی، Conducting the participation of the manager, the workforce, reforms and reorganization, modeling, the capacity of public enterprises, Management of government enterprises, جهانی فکر کردن و محلی عمل‌کردن. توانمندسازی ظرفیت نقش‌ها، سیستم مدیریت شورایی، تیم‌سازی و توسعه آنها، سرمایه انسانی، ظرفیت مدیریت قراردادها، The capacity to manage contracts, human capital, team building and their development, council management system, empowering the capacity of roles, thinking globally and acting locally.	هوشمندیار (۱۴۰۰) Hoshmandyar (2020)
تغییرات اقلیم، سازگاری، گازهای گلخانه‌ای، افزایش دما Climate change, adaptation, greenhouse gases, temperature increase	نصیری و همکاران (۱۴۰۰) Nasiri *et al*. (2020)
اعتبارات دولتی، جایگزینی کشت کم آب‌خواه به جای کشت پرآب‌خواه، احداث گلخانه‌ای، Government credits, replacement of low-water-demanding cultivation instead of high-water-demanding cultivation, construction of a greenhouse, جایگزین کردن آبیاری قطره‌ای به جای آبیاری غرقابی، ناکارآمدی کارهای دولت‌محور، Substituting drip irrigation instead of flood irrigation, ineffectiveness of government-oriented works, ظرفیت‌های اجتماعی، کشاورزان و مطلعین، روحانیت، معلمان، نهادهای غیردولتی Social capacities, farmers and informants, clergy, teachers, non-governmental organizations,	افشانی و شیری محمدآباد (۱۳۹۹) Afshani & Shiri Mohammadabad (2019)
قابلیت‌ها و استعدادها، ظرفیت‌های موجود، انتخاب رهیافت و شیوه‌های ترویجی، تدوین اهداف و وظایف، سازماندهی ساختار و تشکیلات، وجود ترویج کشاورزی با نقش نهادی. Capabilities and talents, existing capacities, selection of promotion methods and approaches, formulation of goals and tasks, organization of structures and organizations, existence of agricultural promotion with an institutional role.	طیوری و همکاران (۱۳۹۹) Tayuri *et al*. (2019)
تغییر اقلیم، رشد اقتصادی، توسعه کشاورزی، درجه حرارت، سرمایه اجتماعی، سرمایه انسانی و سرمایه زیست محیطی، رشد اقتصادی. Climate change, economic growth, agricultural development, temperature, social capital, human capital and environmental capital, economic growth.	ملکوتی‌خواه و فرجزاده (۱۳۹۹) Malkootikhah & Farajzadeh (2019)
توانمندسازی روستاییان و بهره‌برداران کشاورزی، توسعه و گسترش فعالیت‌های کشاورزی، صنایع تبدیلی کشاورزی، فرآوری محصولات کشاورزی، Empowerment of villagers and agricultural operators, development and expansion of agricultural activities, agricultural transformation industries, processing of agricultural products, منافع اجتماعی- اقتصادی، ارتقاء سطح توسعه سکونتگاه‌های روستایی، آموزش و آگاهی بخشی، دانش و مهارت، دسترسی به منابع، شایستگی، معنی‌داری، تأثیر و اثربخشی، اعتماد و اطمینان، Socio-economic benefits,Improving the development level of rural settlements, education and awareness, knowledge and skills, access to resources, competence, meaningfulness, impact and effectiveness, trust and confidence. افزایش قابلیت افراد برای ارتقای توانایی و گسترش دامنه انتخاب آنها در بهبود کسب و کار، افزایش فرصت مشارکت، آموزش و افزایش میزان مهارت افراد، Increasing the ability of people to improve their ability and expand the scope of their choices in improving business, increasing the opportunity for participation, training and increasing the skill level of people, نهادهای محلی با ایجاد فرصت‌های آموزشی موردنیاز، توانمندی افراد برای استفاده از فرصت‌های اقتصادی، ارتقاء سطح مؤلفه توانمندسازی کشاورزان برای دستیابی به توسعه روستاها. Local institutions by creating the necessary educational opportunities, empowering people to use economic opportunities, improving the level of the farmers' empowerment component to achieve the development of villages.	شفیعی ثابت و فرهادی (۱۳۹۸) Shafii Thabit & Farhadi (2018)

ادامه جدول ۱- خلاصه نظریات مطرح شده در باب طراحی الگوی ظرفیت سازی منابع انسانی

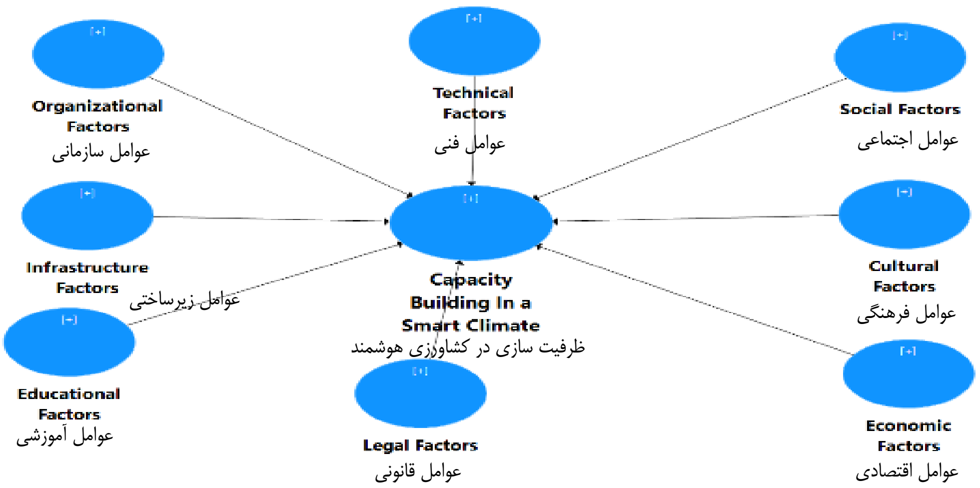
Table 1- Summary of ideas raised about the design of human resources capacity building model, continued

نام محقق (سال) Researcher's name (year)	یافته‌ها (متغیرها) findings (variables)
باسامی و همکاران (۱۳۹۸) Basami *et al*. (2018)	الگوهای ذهنی مدیران نسبت به توانمندسازی روان‌شناختی کارکنان ترویج کشاورزی، نیازهای مخاطبان در ساختار سنتی، The mental models of managers regarding the psychological empowerment of agricultural extension workers, The needs of the audience in the traditional structure, کارآمدی و اثربخشی ترویج کشاورزی، توسعه نیروی انسانی (ظرفیت‌سازی)، Efficiency and effectiveness of agricultural promotion, Human force development (capacity building),, توانمندسازی روان‌شناختی جهت تحقق توسعه منابع انسانی (ظرفیت‌سازی)، Psychological empowerment to realize the development of human resources (capacity building), افزایش بهره‌وری و استفاده از ظرفیت‌ها و توانایی‌های فردی و گروهی کارکنان سازمان، توانمندسازی روان‌شناختی کارکنان ترویج کشاورزی، Increasing productivity and using individual and group capacities and abilities of the organization's employees, Psychological empowerment of agricultural promotion workers,. عوامل زمینه‌ای، محیطی، ساختاری و فردی. Background, environmental, structural and personal factors
جلالدین(۱۴۰۱) Jaloliddin (2021)	ظرفیت‌سازی انسانی، بهبود مکانیسم ظرفیت‌سازی انسانی، توسعه اقتصادی، مراقبت‌های بهداشتی و آموزش، کارگران بسیار ماهر، human capacity building, improvement of human capacity building mechanism, economic development, health care and education, Highly skilled workers,, فرصت‌های مشارکت در بخش‌های مختلف جامعه، رشد نیروی انسانی. opportunities to participate in different sectors of society, human resources growth
رانادوا و همکاران (۲۰۲۱) Ranadewa *et al*. (2021)	توانمندسازی از طریق ظرفیت‌سازی انسانی، استراتژی‌های سطح فردی، Empowerment through human capacity building, individual level strategies, سازمانی و محیطی در جهت ایجاد ظرفیت‌های ناب انسانی، تفکر انتقادی، رهبری، organizational and environmental in order to create pure human capacities, critical thinking, leadership, نگرش‌های مثبت، مهارت‌های کار تیمی، اخلاق کاری و دانش کامل به عنوان ظرفیت‌های ناب انسانی، آموزش، یادگیری و استفاده از ظرفیت‌های موجود. Positive attitudes, teamwork skills, work ethics and complete knowledge as pure human capacities, training, learning and using existing capacities.
لورا و همکاران (۲۰۲۱) Laura *et al*. (2021)	ظرفیت سازگاری (تاب‌آوری) مالکان کوچک با تغییرات اقلیمی، نتایج یادگیری، The adaptation capacity (resilience) of smallholders to climate change, learning outcomes, دسترسی به دانش، تغییرات اقلیمی، پلتفرم‌های یادگیری مبتنی بر تحقیق اقدام مشارکتی و مدارس مزرعه- کشاورز، توسعه کشاورزی، access to knowledge, climate change, Learning platforms based on collaborative action research and farm-farmer schools, agricultural development, حفظ اکوسیستم در چارچوب سازگاری با تغییرات اقلیمی، سیاست‌های تحول کشاورزی، حفاظت از محیط زیست، Preservation of the ecosystem in the framework of adapting to climate change, agricultural transformation Environmental protection. , policies, سازگاری با تغییرات اقلیمی، انگیزه‌های اقتصادی، سرمایه‌گذاری‌های سازگار با تغییرات اقلیمی. climate change adaptation, economic incentives, climate change compatible investments.
سلیمان (۲۰۲۱) Sulaiman (2021)	ظرفیت‌سازی، استراتژی‌های همکاری صنعت - دانشگاه برای توسعه پایدار، ظرفیت‌سازی انسانی، رشد و توسعه اقتصادی پایدار، Capacity building, industry-university cooperation strategies for sustainable development, human capacity building, Sustainable economic growth and development,, مهارت‌ها، پیشرفت تحقیق و توسعه، توسعه استعدادها و ایجاد فرصت‌های سبز. skills, research and development progress, talent development and green opportunity creation.
امانوئل و همکاران (۲۰۲۰) Emmanuel *et al*. (2020)	ظرفیت‌سازی انسانی، شرکت‌های فنی خرد و کوچک، بهبود عملکرد، بهبود سرمایه انسانی، افزایش مدارک تحصیلی عالی، human capacity building, micro and small technical companies, performance improvement, human capital , improvement,Increasing higher educational qualifications, افزایش دفعات حضور در کارگاه‌های آموزشی برای تمرکز در فعالیت‌های ظرفیت‌سازی. increasing the frequency of attending educational workshops to focus on capacity building activities.

ادامه جدول ۱- خلاصه نظریات مطرح شده در باب طراحی الگوی ظرفیت سازی منابع انسانی

Table 1- Summary of ideas raised about the design of human resources capacity building model, continued

نام محقق (سال) Researcher's name (year)	یافته‌ها (متغیرها) findings (variables)
راجش و همکاران (۲۰۱۹) Rajesh *et al*. (2019)	ظرفیت‌سازی، ارزیابی، طراحی، اجرا و نظارت، طراحی فعالیت‌های ظرفیت‌سازی کارآمد، توسعه نیروی کار، capacity building, evaluation, design, implementation and monitoring, design of efficient capacity building activities, workforce development,, نوع آموزش در ایجاد ظرفیت فردی، سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان سطح بالا، the type of training in building individual capacity, high-level policy makers and decision makers, فناوری‌های نوظهور، فعالیت‌های ظرفیت‌سازی موفق، خدمات ظرفیت‌سازی، یادگیری تجربی، اجتماعی، فرهنگی، Emerging technologies, successful capacity building activities, capacity building services, experiential, social, cultural learning, استفاده از فناوری مرزی، رویکرد ظرفیت‌سازی مؤثر، ارزیابی منظم ظرفیت سازمانی حداقل هر ۵ سال یکبار، Use of frontier technology, effective capacity building approach, regular evaluation of organizational capacity at least once every 5 years. نظارت بر تأثیر دوره‌ای تلاش‌های ظرفیت‌سازی در منطقه، جنبه‌های ظرفیت‌سازی. Monitoring the periodic impact of capacity building efforts in the region, aspects of capacity building.
یودان (۲۰۱۹) Yudan (2019)	ظرفیت‌سازی مدیریت منابع انسانی، ظرفیت‌سازی به نام‌های تفکر انتقادی، ارتباطات خلاق و همکاری در توسعه روستاهای گردشگری، خلاقانه و نوآورانه، مهارت‌ها، بهینه‌سازی پتانسیل روستا. Capacity building of human resources management, capacity building in the name of critical thinking, creative communication and cooperation in the development of tourism villages, creative and innovative, skills, optimization of village potential.
فاسیکا (2019) Fasika (2019)	نقش آموزش نیروی انسانی در ظرفیت‌سازی، آموزش، زندگی بهتر و بهبود رفاه، The role of human resources training in capacity building, education, better life and welfare improvement. آموزش به عنوان موتور محرکه اقتصادی- اجتماعی، توسعه، افزایش اشتغال و بهره‌وری، افزایش ظرفیت دانش و مهارت برای کار. Education as an economic-social engine, development, increasing employment and productivity, increasing the capacity of knowledge and skills for work.
کاملیا و ماریا (2018) Camelia & Maria (2018)	ظرفیت‌سازی، توسعه پایدار، نوآوری، تحلیل نیازهای ظرفیت نهادی کشور، تنوع زیستی، ظرفیت اجرایی و اجرا، توسعه. Capacity building, sustainable development, innovation, analysis of country's institutional capacity needs, biodiversity, executive capacity and implementation, development.
برگرون و همکاران (2017) Bergeron *et al*. (2017)	اجرای رویکردهای ظرفیت‌سازی، تئوری انتشار نوآوری، یادگیری تحول‌آفرین، Implementation of capacity building approaches, innovation diffusion theory, transformative learning, عوامل اکولوژیکی، چارچوب سیستم‌های تعاملی برای انتشار و مدل پیاده‌سازی و طبقه‌بندی بلوم از چارچوب یادگیری. ,ecological factors, Interactive systems framework for dissemination and implementation model and Bloom's classification of learning framework..,
آی سی اس یو(۲۰۱۷) ICSU (2017)	ظرفیت‌سازی در علوم، تلاش‌های لازم برای ایجاد جامعه‌ای انتقادی، حمایت از زیرساخت‌ها، انجام تحقیقات، آموزش و مشاوره و آموزش حرفه‌ای. Capacity building in science, necessary efforts to create critical comprehensives, infrastructure support, conducting research, education and counseling and professional training.
ایکوپولاتی و همکاران (۲۰۱۷) Ikupolati *et al*.) (2017	ظرفیت‌سازی انسانی، فناوری اطلاعات و خدمات حرفه‌ای، ارائه خدمات حرفه‌ای، آموزش و پرورش، منابع انسانی، سرمایه انسانی، نوآوری فعالان، ظرفیت تولید، افزایش ظرفیت انسانی. Human capacity building, information technology and professional services, providing professional services, education and training, human resources, human capital, innovation of activists, production capacity, increasing human capacity.
امیلیا و همکاران (۲۰۱۷) Emilia *et al*. (2017)	ابتکار، مشارکت، آموزش، الگوی مشترک برای ظرفیت‌سازی نهادی و منابع انسانی بین کشورهای با درآمد بالا، Initiative, partnership, training, joint model for institutional capacity building and human resources among high-income countries. برنامه‌های توسعه ظرفیت پژوهشی، تقویت ظرفیت نهادی به منظور پیشرفت درازمدت. Research capacity development programs, strengthening institutional capacity for long-term progress.
یاسوهیرو و همکاران (۲۰۱۶) Yasuhiro *et al*. (2016)	چارچوب آموزشی و ظرفیت‌سازی، آموزش و پرورش، ظرفیت‌سازی اولویت‌ها، اهداف مهم آموزشی، سیاست کلیدی، Educational framework and capacity building, education and training, capacity building priorities, important educational goals, Key policy, سازمان همکاری اقتصادی و توسعه برای ایجاد ظرفیت، پروژه‌های ظرفیت‌سازی، اجرای مشترک وظایف تحول و ظرفیت‌سازی، شناسایی ظرفیت‌ها. Economic cooperation and development organization for capacity building, capacity building projects, joint implementation of transformation and capacity building tasks, identification of capacities.
ارسلان (۲۰۱۵) Arslan (2015)	کشاورزی اقلیم هوشمند، تناوب زراعی، کشت ترکیبی، کشت ردیفی بقولات با سایر گیاهان، Smart climate agriculture, crop rotation, mixed cultivation, row cultivation of pulses with other plants استفاده از بذرهای اصلاح شده، عملکرد، ایجاد ظرفیت تاب‌آوری و سازگاری با شرایط تغییر اقلیم، کشاورزی حفاظتی، افزایش سازگاری. The use of improved seeds, yield, building resilience capacity and adaptability to climate change conditions, conservation agriculture, increasing adaptability.



شکل ۱- مدل مفهومی پژوهش (محقق‌ساخته)

Figure 1- Conceptual model of the research (made by the researcher)

مواد و روش‌ها

این پژوهش از نظر هدف کاربردی اســت. جامعهٔ آماری پژوهش حاضر را کارشناسان ترویج شمال‌غرب کشور که شامل سه استان آذربایجان‌شـرقی، آذربایجان‌غربی و اردبیل هســتند، تشـکیل دادند که تعداد آنها ۴۲۵۶ نفر بودند. نمونه‌گیری با اســتفاده از روش نمونه‌گیری تصــادفی طبقه‌ای انجام شــد. برای محاســبه حجم نمونه از فرمول کوکران استفاده شد. حجم نمونه نیز بر اساس فرمول کوکران (۱) به شرح زیر محاسبه گردید (n=354).

(فرمول1)

$$n=\frac{\frac{z^2pq}{d^2}}{1+\frac{1}{N}\left(\frac{z^2pq}{d^2}-1\right)}$$

n= حجم نمونه

N= حجم جامعه

Z= مقدار متغیر نرمال واحد اسـتاندارد، که در سـطح اطمینان ۹۵ درصد و خطای ۵ درصد برابر ۱/۹۶ و z_2 برابر ۳/۸۴۱۶ است.

P= درصد توزیع صفت موجود در جامعه است، یعنی نسبت افرادی است که دارای صفت مورد مطالعه هستند؛ اگر در اختیار نباشد می‌توان از حداکثر مقدار آنها یعنی ۰/۵ اســتفاده کرد، در این حالت مقدار واریانس به حداکثر مقدار خود می‌رسد.

(q=1-p) درصـد افرادی که فاقد آن صـفت در جامعه هسـتند. اگر در اختیار نباشد می‌توان از حداکثر مقدار آنها یعنی ۰/۵ استفاده کرد.

d= مقدار اشــتباه مجاز اســت؛ مقدار d نیز تفاضـل نسـبت واقعی صـفت در جامعه با میزان تخمین پژوهشـگر برای وجود آن صـفت در جامعه است. دقت نمونه‌گیری به این عامل بستگی دارد و اگر بخواهیم نمونه‌گیری دارای بیشترین دقت باشد از حداکثر مقدار d برابر ۵ صدم باید استفاده شود.

$$n=\frac{\frac{(1/96)^2\times 0/5\times 0/5}{(0/05)^2}}{1+\frac{1}{4256}\left(\frac{(1/96)^2\times 0/5\times 0/5}{(0/05)^2}-1\right)}=354$$

بدین صـورت با توجه به تعداد مراکز هر اسـتان و به تناسـب حجم جامعه آماری و حجم نمونه از درون هر اســتان، نمونه لازم با توجه به تعداد کارکنان آن اسـتان به‌صـورت تصـادفی طبقه‌ای انتخاب گردید. (جدول ۲).

جدول ۲- توزیع نمونه آماری در هر استان

Table 2- Distribution of statistical sample in each province

نام استان Province name	تعداد کل افراد(نفر) Total number of people	تعداد نمونه (نفر) Number of samples (people)
آذربایجان شرقی East Azarbaijan	1920	161
آذربایجان غربی Western Azerbaijan	1480	120
اردبیل Ardabil	856	73
جمع کل(نفر) Total (people)	4256	354

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: research findings

ابزار گردآوری اطلاعات در پژوهش حاضر، پرسشنامه محقق‌ساخته مشتمل بر ۸ مؤلفه و ۳۵ سؤال است که سؤال‌های ۱ تا ۴ پرسشنامه مربوط به عوامل سازمانی، سؤال‌های ۵ تا ۹ مربوط به عوامل زیرساختی، سؤال‌های ۱۰ تا ۱۳ مربوط به عوامل آموزشی، سؤال‌های ۱۴ تا ۱۶ مربوط به عوامل قانونی، سؤال‌های ۱۷ تا ۲۱ مربوط به عوامل اقتصادی، سؤال‌های ۲۲ تا ۲۶ مربوط به عوامل اجتماعی، سؤال‌های ۲۷ تا ۳۱ مربوط به عوامل فرهنگی و سؤال‌های ۳۲ تا ۳۵ مربوط به عوامل فنی می‌باشد. همگی سؤالات این پرسشنامه به‌صورت طیف لیکرت پنج گزینه‌ای (۱. بسیار کم، ۲. کم، ۳. متوسط، ۴. زیاد، ۵. بسیار زیاد) تنظیم شدند.

در این پژوهش از روایی صوری استفاده شده است. برای تعیین روایی ظاهری (صوری)، پرسشنامه در اختیار مدیران و کارشناسان ترویج و آموزش کشاورزی قرار گرفت و از آنان در مورد هر سؤال نظرخواهی شد و پرسشنامه با اصلاحات جزئی مورد تأیید قرار گرفت. به‌منظور سنجش روایی سازه از شاخص‌های روایی همگرا مانند شاخص میانگین واریانس استخراجی (AVE) و شاخص‌های روایی واگرا مانند شاخص فورنل و لارکر و شاخص HTMT با استفاده از نرم افزار Smart PLS_3 استفاده گردید (جدول ۳، ۴ و ۵).

الف) روایی همگرا:

۱. AVE>0/5

با توجه به نتایج جدول ۳ کلیه ضرایب میانگین واریانس استخراجی متغیرها از عدد ۰/۵ بالاتر است بنابراین شرط اول روایی همگرا وجود دارد.

ب) روایی واگرا:

آزمون فورنل و لاکر

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که جذر AVE تمامی متغیرها از همبستگی آن متغیر با متغیرهای دیگر بیشتر است. بنابراین روایی واگرای متغیرها نیز تأیید می‌شود.

آزمون HTMT

با توجه به این که مقدار مناسب برای آزمون HTMT کمتر از ۰/۹ است و مطابق با یافته‌های جدول ۵ این معیارها در مورد متغیرهای پژوهش مقدار مناسبی را اتخاذ نموده‌اند، می‌توان مناسب بودن وضعیت روایی واگرای متغیرهای پژوهش را تأیید نمود.

برای تعیین پایایی پرسشنامه از ضرایب آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی و اشتراکی استفاده شد و برای این کار ۲۵ پرسشنامه توسط جامعه‌ای همسان با جامعه تحقیق تکمیل گردید (جدول ۶). برای تحلیل داده‌های پژوهش حاضر از روش مدل‌سازی معادلات ساختاری مبتنی بر نرم‌افزار PLS_3 استفاده شده است.

جدول ۳- آزمون میانگین واریانس استخراجی

Table 3- Extracted average variance test

متغیرها Variables	میانگین واریانس استخراجی AVE
عوامل سازمانی Organizational factors	0.790
عوامل زیرساختی Infrastructure factors	0.782
عوامل آموزشی Educational factors	0.776
عوامل قانونی Legal factors	0.791
عوامل اقتصادی Economic factors	0.756
عوامل اجتماعی Social factors	0.773
عوامل فرهنگی Cultural factors	0.772
عوامل فنی Technical factors	0.754
ظرفیت‌سازی در اقلیم هوشمند Capacity building in a smart climate	0.672

مأخذ :یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

جدول ۴- آزمون فورنل و لارکر

Table 4- Fornell and Larcker test

	عوامل آموزشی Educational factors	عوامل اجتماعی social factors	عوامل اقتصادی Economic factors	عوامل زیرساختی Infrastructure factors	عوامل سازمانی Organizational factors	عوامل فرهنگی Culturl factors	عوامل فنی Technical factors	عوامل قانونی Legal factors
عوامل آموزشی Educational factors	0.881							
عوامل اجتماعی social factors	0.807	0.879						
عوامل اقتصادی Economic factors	0.810	0.821	0.870					
عوامل زیرساختی Infrastructure factors	0.721	0.784	0.867	0.885				
عوامل سازمانی Organizational factors	0.753	0.765	0.801	0.824	0.889			
عوامل فرهنگی culturl factors	0.716	0.733	0.832	0.851	0.869	0.878		
عوامل فنی Technical factors	0.648	0.679	0.725	0.754	0.767	0.795	0.869	
عوامل قانونی Legal factors	0.579	0.659	0.710	0.741	0.755	0.794	0.845	0.889

مأخذ :یافته های تحقیق

Source: Research finding

جدول ۵- آزمون HTMT

Table 5- HTMT test

	عوامل آموزشی Educational factors	عوامل اجتماعی social factors	عوامل اقتصادی Economic factors	عوامل زیرساختی Infrastructure factors	عوامل سازمانی Organizational factors	عوامل فرهنگی culturl factors	عوامل فنی Technical factors	عوامل قانونی Legal factors
عوامل آموزشی Educational factors								
عوامل اجتماعی social factors	0.791							
عوامل اقتصادی Economic factors	0.798	0.698						
عوامل زیرساختی Infrastructure factors	0.600	0.753	0.649					
عوامل سازمانی Organizational factors	0.781	0.741	0.745	0.704				
عوامل فرهنگی culturl factors	0.701	0.704	0.711	0.691	0.645			
عوامل فنی Technical factors	0.784	0.766	0.676	0.667	0.575	0.684		
عوامل قانونی Legal factors	0.692	0.693	0.607	0.656	0.548	0.696	0.660	

مأخذ :یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

جدول ۶- آزمون‌های پایایی پژوهش
Table 6- Research reliability tests

متغیرهای مکنون Local variables	ضریب آلفای کرونباخ Cronbach's alpha coefficients (Alpha>0/7)	ضریب پایایی ترکیبی Composite reliability coefficient (CR>0/7)	ضریب همبستگی اسپیرمن Spearman correlation coefficient (Rho-A> 0/7)	ضریب پایایی اشتراکی Reliability coefficient shared (COMUNALITY>0/5)
عوامل آموزشی Educational factors	0.904	0.933	0.914	0.776
عوامل اجتماعی Social factors	0.927	0.945	0.928	0.773
عوامل اقتصادی Economic factors	0.919	0.939	0.920	0.756
عوامل زیرساختی Infrastructure factors	0.930	0.947	0.931	0.782
عوامل سازمانی Organizational factors	0.911	0.938	0.912	0.790
عوامل فرهنگی Culturl factors	0.926	0.944	0.926	0.772
عوامل فنی Technical factors	0.891	0.925	0.893	0.754
عوامل قانونی Legal factors	0.868	0.919	0.868	0.791
ظرفیت‌سازی در اقلیم هوشمند Capacity building in a smart climate	0.969	0.972	0.971	0.672

مأخذ :یافته‌های تحقیق
Source: Research finding

نتایج

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش مدل‌سازی معادلات ساختاری با رویکرد حداقل مربعات جزئی مبتنی بر نرم‌افزار PLS_3 بهره گرفته شد. بنابراین ابتدا جهت ورود به آزمون مدل‌سازی معادلات ساختاری باید نسبت به نرمال بودن یا نبودن داده‌ها اطمینان حاصل کرد که در ادامه پژوهش نتایج آزمون نرمال بودن داده‌ها و آزمون سنجش کفایت حجم نمونه یا همان KMO و بارتلت به تفصیل ارائه خواهد شد.

آزمون نرمال بودن داده‌ها

با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف و شاپیرو- ویلک، نرمال بودن داده‌ها را می‌توان بررسی کرد که این آزمون در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام می‌گیرد به عبارتی سطح معنی‌داری ما $\alpha=0/05$ می‌باشد.

در این آزمون ما دو فرض زیر را داریم:

H_0: داده‌ها از توزیع نرمال پیروی نمی‌کنند.

H_1: داده‌ها از توزیع نرمال پیروی می‌کنند.

اگر مقدار p بدست آمده (همان sig جدول) بزرگتر از $\alpha=0/05$ باشد نرمال بودن داده‌ها را نتیجه می‌گیریم و در غیر این‌صورت داده‌های ما از توزیع نرمال برخوردار نیستند. در جدول ۷ آزمون نرمال بودن توزیع متغیرهای اصلی پژوهش آورده شده است.

براساس یافته‌های جدول ۷، در هر یک از متغیرها سطح معنی‌داری (p) بدست آمده کوچکتر از سطح معنی‌داری ۰/۰۵ می‌باشد ($P<0/05$)، بنابراین فرضیه H_0 تأیید و فرضیه H_1 رد می‌شود و می‌توان نتیجه گرفت که متغیرهای پژوهش از توزیع نرمال برخوردار نیستند.

آزمون KMO و بارتلت

قبل از انجام تحلیل عاملی بایستی از کفایت داده‌ها اطمینان حاصل کرد. به همین منظور از شاخص KMO و آزمون بارتلت (Bartlett Test) استفاده می‌شود. این شاخص در دامنه صفر و یک قرار دارد. اگر مقدار شاخص نزدیک به یک باشد، داده‌های موردنظر برای تحلیل عاملی مناسب هستند و در غیر این صورت نتایج تحلیل عاملی برای داده‌های موردنظر چندان مناسب نیست. در صورتی که مقدار KMO کمتر از ۰/۵ باشد داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب نخواهد بود و اگر مقدار آن بین ۰/۵ تا ۰/۶۹ باشد می‌توان با احتیاط بیشتر به تحلیل عاملی پرداخت ولی در صورتی که مقدار آن بزرگتر از ۰/۷ باشد همبستگی‌های موجود بین داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب خواهد بود. از سوی دیگر برای اطمینان از مناسب بودن داده‌ها مبنی بر اینکه ماتریس همبستگی‌هایی که پایه تحلیل قرار می‌گیرد در

جامعه برابر با صفر نیست از آزمون بارتلت (t) استفاده کرده‌ایم. به عبارتی با استفاده از آزمون بارتلت می‌توان از کفایت نمونه‌گیری اطمینان حاصل کرد. در جدول ۸ نتایج آزمون KMO و بارتلت ارائه شده است.

همان طور که جدول ۸ نشان می‌دهد، لندازه نمونه (KMO) و همچنین آزمون معناداری کرویت نمونه بارتلت در تحلیل عاملی توسط SPSS به‌ترتیب برابر ۰/۹۸۸ و ۶۵۲/۵۳۷ است که نشان‌دهنده کفایت نمونه‌ها برای انجام تحلیل عاملی می‌باشد.

آزمون معادلات ساختاری

به‌منظور اطمینان یافتن از وجود و یا عدم وجود رابطه علّی میان متغیرهای پژوهش و بررسی تناسب داده‌های مشاهده شده با مدل مفهومی پژوهش، فرضیات پژوهش با استفاده از مدل معادلات ساختاری آزمون شدند. در این پژوهش از مدل‌یابی معادلات ساختاری و روش حداقل مربعات جزئی (PLS_3) جهت آزمون فرضیات و برازندگی مدل استفاده شده است. خروجی نرم‌افزار، بعد از آزمون مدل مفهومی پژوهش در شکل‌های (۲ و ۳) نشان داده شده است. در ادامه نتایج بررسی دو بخش آزمون مدل اندازه‌گیری و آزمون مدل ساختاری به تفضیل ارائه شده است.

با توجه به شکل‌های ۲ و ۳ آزمون معناداری فرضیه‌ها در جدول ۹ نشان داده شده است.

مطابق با نتایج جدول ۹، نتایج ضرایب معناداری برای هر یک از فرضیه‌ها، ضرایب استاندارد شده مسیرهای مربوط به هریک از فرضیه‌ها و نتایج حاصل از بررسی فرضیه‌ها نشان داد که تمامی فرضیه‌ها تأیید شدند.

ارزیابی مدل ساختاری

معیار GOF: برای بررسی برازش مدل کلی از معیار GOF استفاده می‌شود که سه مقدار ۰/۰۱ ، ۰/۲۵ و ۰/۳۶ به‌عنوان مقادیر ضعیف، متوسط و قوی برای GOF معرفی شده است.

این معیار از طریق فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$GOF = \sqrt{\overline{communalities} \times \overline{R^2}}$$

جدول ۷- آزمون نرمال بودن داده‌ها

Table 7- Data no rmality test

متغیرها Local variables	آزمون شاپیرو- ویلک Shapiro-Wilk test	سطح معناداری Significance level	آزمون کولموگروف- اسمیرنوف Kolmogorov-Smirnov test	سطح معناداری Significance level
عوامل آموزشی Educational factors	0.938	0.000	0.115	0.000
عوامل اجتماعی social factors	0.920	0.000	0.113	0.000
عوامل اقتصادی Economic factors	0.918	0.000	0.119	0.000
عوامل زیرساختی Infrastructure factors	0.926	0.000	0.133	0.000
عوامل سازمانی Organizational factors	0.918	0.000	0.131	0.000
عوامل فرهنگی culturl factors	0.917	0.000	0.134	0.000
عوامل فنی Technical factors	0.924	0.000	0.116	0.000
عوامل قانونی Legal factors	0.937	0.000	0.121	0.000
ظرفیت‌سازی در اقلیم هوشمند Capacity building in a smart climate	0.944	0.000	0.092	0.000

مأخذ :یافته های تحقیق

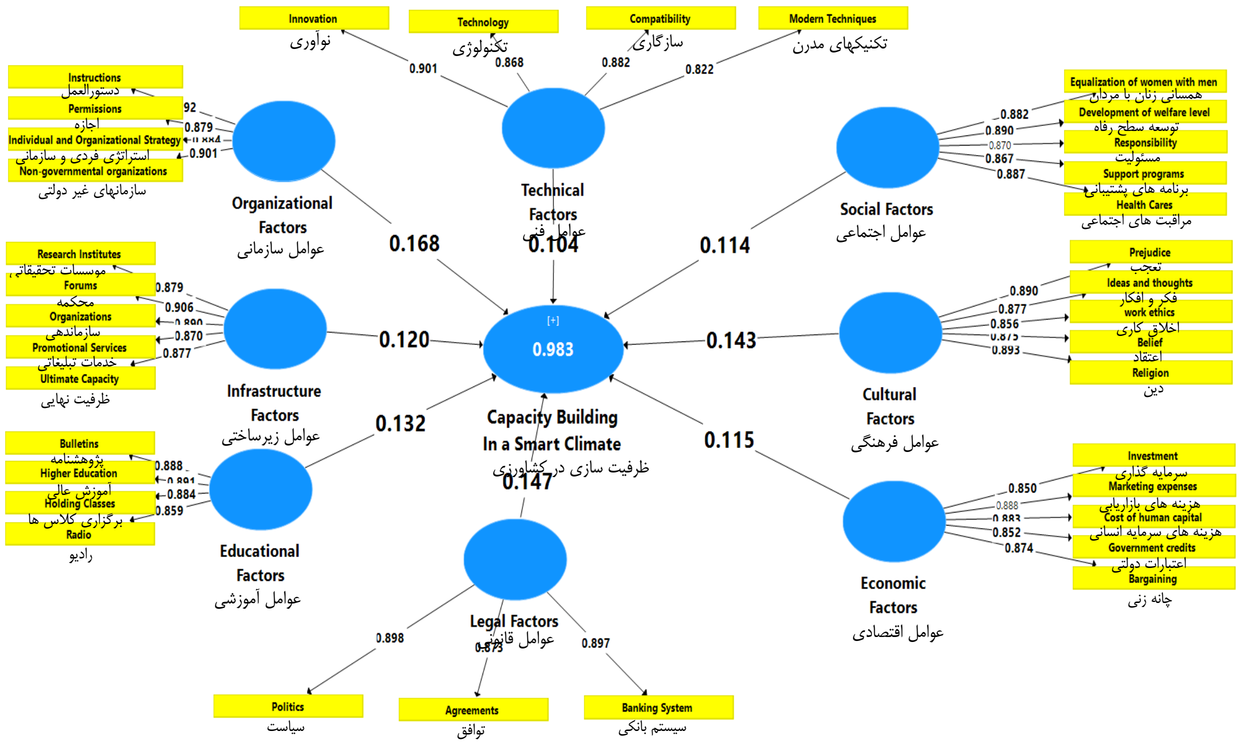
جدول ۸- آزمون KMO و بارتلت

Table 8- KMO and Bartlett test

شاخص KMO KMO index	آزمون بارتلت Bartlett's test	درجه آزادی Degrees of freedom	سطح معناداری Significance level
0.988	652.537	595	0.000

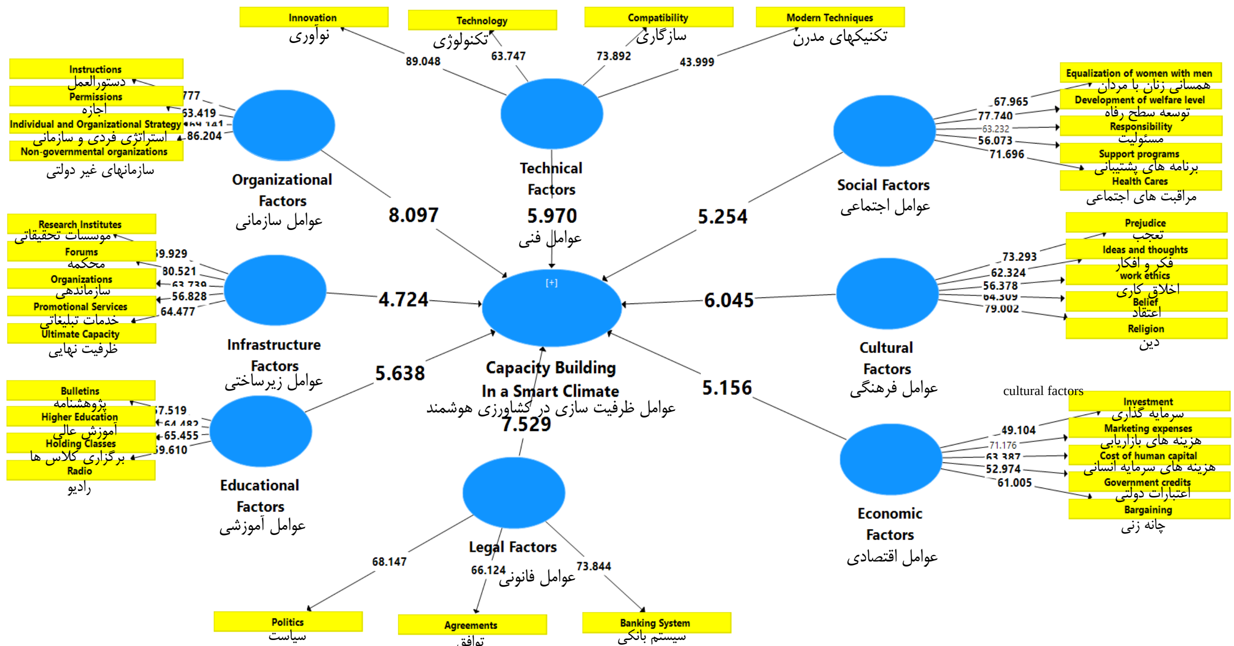
مأخذ :یافته‌های تحقیق

Source: Research finding



شکل ۲- مدل ساختاری در حالت تخمین ضرایب استاندارد

Figure 2- Structural model in standard coefficient estimation mode



شکل ۳- مدل ساختاری در حالت معناداری ضرایب

Figure 3- Structural model in the significance mode of coefficients

جدول ۹- آزمون معناداری فرضیه‌های پژوهش

Table 9- Significance test of research hypotheses

فرضیه Hypothesis	ضریب مسیر (β) path coefficient (β)	ضریب معناداری (T-Value)	ضریب معناداری (P-Value)	نتیجه آزمون Test result
عوامل زیرساختی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد. Infrastructural factors have a significant effect on the capacity building of extension experts in the development of smart climate agriculture	0.120	3.087	0.002	تأیید
عوامل اقتصادی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد. Economic factors have a significant effect on the capacity building of extension experts in the development of smart climate agriculture	0.115	3.120	0.002	تأیید
عوامل اجتماعی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد. Social factors have a significant effect on the capacity building of extension experts in the development of smart climate agriculture	0.114	3.123	0.002	تأیید
عوامل سازمانی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد. Organizational factors have a significant effect on the capacity building of extension experts in the development of smart climate agriculture	0.168	7.717	0.000	تأیید
عوامل فرهنگی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد. Cultural factors have a significant effect on the capacity building of extension experts in the development of smart climate agriculture	0.143	2.710	0.007	تأیید
عوامل آموزشی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد. Educational factors have a significant effect on the capacity building of extension experts in the development of smart climate agriculture	0.132	2.468	0.014	تأیید
عوامل قانونی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد. Legal factors have a significant effect on the capacity building of extension experts in the development of smart climate agriculture	0.147	4.002	0.000	تأیید
عوامل فنی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد. Technical factors have a significant effect on the capacity building of extension experts in the development of smart climate agriculture	0.104	3.267	0.001	تأیید

مأخذ :یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

$\overline{Communalities}$ از میانگین مقادیر اشتراکی متغیرهای پنهان پژوهش به‌دست می‌آید. که در جدول ۱۰ مشخص شده است. با توجه به مقدار بدســـت آمده برای GOF طبق جدول ۹ به میزان ۰/۸۶۵، برازش بسیار مناسب مدل کلی تأیید می‌شود.

نتیجه‌گیری و بحث

آموزش، ترویج و ظرفیت ســازی نیروی انســانی یک اســتراتژی برای توسعه پایدار است (Sulaiman, 2021)، بنابراین ظرفیت‌سازی نیروی انسانی برای رشد و شکوفایی اقتصاد هر کشور یک امر اساسی و حیاتی است (Notenbaert *et al.*, 2017). در بررسی فرضیه‌های هشـــت‌گانه پژوهش با توجه به نتایج جدول ۸، می‌توان گفت ضـــریب اســتاندارد شــده (ضــریب مســیر) بین دو متغیر (عوامل زیرســاختی و ظرفیت‌سازی اقلیم هوشمند) β=۰/۱۲۰ می‌باشد. و ضرایب معناداری بین این دو متغیر نیز t=۴/۷۲۴ و p=۰/۰۰۰ بوده (بیشـــتر از قدرمطلق ۱/۹۶) که نشـــان می‌دهد این رابطه معنادار اســـت. بنابراین در ســـطح اطمینان ۹۹٪ فرضـــیه H_0 رد و فرضـــیه H_1 تأیید می‌شـــود و می‌توان نتیجه گرفت عوامل زیرساختی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد. یافته‌های پژوهش نشـــان می‌دهد که عوامل زیرســـاختی نقشـــی مؤثر و بســـزائی در ظرفیت‌سازی کارشـناسـان ترویج در توسعه کشـاورزی اقلیم هوشـمند دارند. عوامل زیرساختی نقش اساسی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج کشـــاورزی برای اقلیم هوشـــمند ایفا می‌کنند. دســـترســـی به زیرسـاخت‌های مناسـب، شـامل فناوری‌های ارتباطی، تجهیزات پایش اقلیمی و امکانات آموزشی، پایه و اساس بهره‌وری و کارایی بالای این کارشـــناســـان را فراهم می‌آورد. بدون وجود زیرســـاخت‌های قوی و مناســـب، تلاش‌های آموزشـــی و ترویجی با چالش‌های جدی مواجه خواهند شد. این یافته با نتایج پژوهش (Elahaizadeh, 2018) همسو می‌باشـــد. براســـاس این یافته پیشـــنهاد می‌شـــود که مراکز ترویج به

سیستم‌های کامپیوتری پیشرفته و نرم‌افزارهای خاص کشاورزی هوشمند مانند تجهیزات شبکه، اینترنت پرسرعت و ابزارهای تحلیلی تجهیز شود.

جدول ۱۰- نتایج برازش مدل کلی

Table 10- Results of fitting the general model

Communality	R2	GOF
0.762	0.983	0.865

مأخذ :یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

براساس نتایج پژوهش، می‌توان گفت ضریب استاندارد شده (ضریب مسیر) بین دو متغیر (عوامل اقتصادی و ظرفیت‌سازی اقلیم هوشمند) β=۰/۱۱۵ می‌باشد. و ضرایب معناداری بین این دو متغیر نیز t=۵/۱۵۶ و p=۰/۰۰۰ بوده که نشان می‌دهد این رابطه معنادار است. بنابراین در سطح اطمینان ۹۹٪ فرضیه H_0 رد و فرضیه H_1 تأیید می‌شود و می‌توان نتیجه گرفت عوامل اقتصادی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد. عوامل اقتصادی، از جمله سرمایه‌گذاری در آموزش و تحقیق، به‌عنوان یکی از ارکان اصلی ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج کشاورزی در حوزه اقلیم هوشمند شناخته می‌شوند. تأمین منابع مالی کافی و حمایت‌های اقتصادی، از جمله مهم‌ترین نیازهای این حوزه است که به کارشناسان کمک می‌کند تا دانش و مهارت‌های لازم را برای مواجهه با چالش‌های اقلیمی کسب کنند. این یافته با نتایج پژوهش (Fasika *et al*., 2019) همسو می‌باشد. براساس این یافته پیشنهاد می‌شود که تسهیلات مالی برای کارشناسان ترویج جهت مشارکت در برنامه‌های آموزشی و توسعه‌ای در حوزه کشاورزی اقلیم‌هوشمند در نظر گرفته شود. همچنین، بیمه‌های خاص مانند بیمه‌های سلامت، بیمه پروژه‌ها و بیمهٔ عمر برای کارشناسان ترویج که در مناطق آسیب‌پذیر اقلیمی کار می‌کنند، در نظر گرفته شود.

براساس نتایج پژوهش، می‌توان گفت ضریب استاندارد شده (ضریب مسیر) بین دو متغیر (عوامل اجتماعی و ظرفیت‌سازی اقلیم هوشمند) β=۰/۱۱۴ می‌باشد. و ضرایب معناداری بین این دو متغیر نیز t=۵/۲۵۴ و p=۰/۰۰۰ بوده که نشان می‌دهد این رابطه معنادار است. بنابراین در سطح اطمینان ۹۹٪ فرضیه H_0 رد و فرضیه H_1 تأیید می‌شود و می‌توان نتیجه گرفت عوامل اجتماعی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد. عوامل اجتماعی تأثیر چشمگیری بر موفقیت برنامه‌های ظرفیت‌سازی دارند. ارتقاء آگاهی عمومی، ایجاد شبکه‌های همکاری و تقویت همبستگی اجتماعی میان کارشناسان و کشاورزان، از جمله عواملی هستند که می‌توانند به بهبود عملکرد کارشناسان در ترویج کشاورزی اقلیم هوشمند کمک کنند. جامعه‌ای که به اهمیت و نقش کارشناسان در مدیریت اقلیم آگاه باشد، بهتر می‌تواند در این مسیر همراهی کند. این یافته با نتایج پژوهش (Ranadewa *et al*., 2021) همسو می‌باشد. براساس این یافته پیشنهاد می‌شود که شبکه‌ها و گروه‌های تخصصی بین کارشناسان ترویجی برای تبادل تجربیات و دانش در زمینه کشاورزی اقلیم هوشمند ایجاد شود. همچنین، پروژه‌های مشترک تحقیقاتی و اجرایی بین کارشناسان ترویجی، کشاورزان و دیگر ذینفعان با هدف بهبود روش‌های اقلیم هوشمند در کشاورزی راه‌اندازی شود.

براساس نتایج پژوهش، می‌توان گفت ضریب استاندارد شده (ضریب مسیر) بین دو متغیر (عوامل سازمانی و ظرفیت‌سازی اقلیم هوشمند) β=۰/۱۶۸ می‌باشد. و ضرایب معناداری بین این دو متغیر نیز t=۸/۰۹۷ و p=۰/۰۰۰ بوده که نشان می‌دهد این رابطه معنادار است. بنابراین در سطح اطمینان ۹۹٪ فرضیه H_0 رد و فرضیه H_1 تأیید می‌شود و می‌توان نتیجه گرفت عوامل سازمانی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد. عوامل سازمانی به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کلیدی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج کشاورزی برای اقلیم هوشمند، تأثیر چشم‌گیری بر کارایی و اثربخشی برنامه‌ها دارند. ساختار سازمانی مناسب، فرآیندهای مدیریتی کارآمد و هماهنگی بین واحدهای مختلف سازمان، می‌تواند به بهبود هماهنگی و یکپارچگی در اجرای برنامه‌های ترویجی و آموزشی کمک کند. طراحی فرآیندهای مناسب برای مدیریت پروژه‌ها، ارزیابی عملکرد، و پشتیبانی از کارشناسان، از جمله نیازهای اساسی در این زمینه است. یک ساختار سازمانی قوی و منسجم، می‌تواند بستر لازم را برای توسعه مهارت‌ها و بهبود عملکرد کارشناسان در مواجهه با چالش‌های اقلیمی فراهم کند. این یافته با نتایج پژوهش (Kristie *et al*., 2021) همسو می‌باشد. براساس این یافته پیشنهاد می‌شود که مدیران جهاد کشاورزی لازم است با ارتقاء مهارت‌های فنی، آموزشی و ترویج کارشناسان ترویج و با ارلیه آموزش‌های پیشرفته و کلاس‌های آموزش تکمیلی، زمینه را برای افزایش و ارتقاء ظرفیت کارشناسان ترویج به‌ویژه آن دسته از کارشناسانی که سابقه خدمت طولانی دارند و احتمالاً به اطلاعات نوآوری‌های جدید نیاز دارند در جهت توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند آماده نمایند.

براساس نتایج پژوهش، می‌توان گفت ضریب استاندارد شده (ضریب مسیر) بین دو متغیر (عوامل فرهنگی و ظرفیت‌سازی اقلیم هوشمند) β=۰/۱۴۳ می‌باشد. و ضرایب معناداری بین این دو متغیر نیز t=۶/۰۴۵ و p=۰/۰۰۰ بوده که نشان می‌دهد این رابطه معنادار است. بنابراین در سطح اطمینان ۹۹٪ فرضیه H_0 رد و فرضیه H_1 تأیید می‌شود و می‌توان نتیجه گرفت عوامل فرهنگی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد. عوامل فرهنگی نیز نقش مهمی در پذیرش و موفقیت فناوری‌های جدید کشاورزی ایفا می‌کنند. نگرش‌ها، باورها، و ارزش‌های فرهنگی جامعه کشاورزی، می‌تواند بر نحوه پذیرش و استفاده از شیوه‌های نوین تأثیرگذار باشد. بنابراین، تغییرات فرهنگی و ترویج ارزش‌های مرتبط با پایداری و نوآوری، برای تقویت ظرفیت کارشناسان و پذیرش عمومی اهمیت فراوانی دارد. این یافته با نتایج پژوهش (Asadi *et al*., 2017) همسو می‌باشد. براساس این یافته پیشنهاد می‌شود که در برنامه‌ریزی‌ها و اقدامات می‌بایست از ظرفیت کارشناسان ترویج برای ایجاد کمپین‌های اجتماعی، رسانه‌ای و شبکه‌ای به‌منظور فرهنگ‌سازی و آگاهی‌بخشی هر چه بیشتر کشاورزان برای اصلاح و بهبود رفتار خود در کشاورزی استفاده شود.

براساس نتایج پژوهش، می‌توان گفت ضریب استاندارد شده (ضریب مسیر) بین دو متغیر (عوامل آموزشی و ظرفیت‌سازی اقلیم هوشمند) β=۰/۱۳۲ می‌باشد. و ضرایب معناداری بین این دو متغیر نیز t=۵/۶۳۸ و p=۰/۰۰۰ بوده که نشان می‌دهد این رابطه معنادار است. بنابراین در سطح اطمینان ۹۹٪ فرضیه H_0 رد و فرضیه H_1 تأیید می‌شود و می‌توان نتیجه گرفت عوامل آموزشی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد. در عصر حاضر، تغییرات اقلیمی و پیچیدگی‌های محیط زیست نیازمند رویکردهای نوین و تخصصی در مدیریت کشاورزی هستند. بنابراین، آموزش کارشناسان ترویج کشاورزی در زمینه‌های مربوط به اقلیم‌های هوشمند، به عنوان یک ضرورت استراتژیک، نقش بسزایی در بهبود عملکرد این کارشناسان دارد. این آموزش‌ها شامل آشنایی با فناوری‌های نوین، روش‌های بهینه‌سازی مصرف منابع و سازگاری با تغییرات اقلیمی است که به بهبود تولنایی کارشناسان در ارائه مشاوره‌های کاربردی و علمی کمک می‌کند. به این ترتیب، ظرفیت‌سازی آموزشی می‌تواند به تقویت مهارت‌ها و دانش کارشناسان و در نهایت، به افزایش پایداری و بهره‌وری کشاورزی در برابر چالش‌های اقلیمی کمک کند. این یافته با نتایج پژوهش (Pour Vahid, 2019) همسو می‌باشد. براساس این یافته پیشنهاد می‌شود که در زمینه آموزش و ارتقاء ظرفیت‌های کارشناسان ترویج، اعتبارات (مالی) ویژه‌ای به سازمان جهاد کشاورزی استان‌ها برای توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند اختصاص داده شود.

براساس نتایج پژوهش، می‌توان گفت ضریب استاندارد شده (ضریب مسیر) بین دو متغیر (عوامل قانونی و ظرفیت‌سازی اقلیم هوشمند) β=۰/۱۴۷ می‌باشد. و ضرایب معناداری بین این دو متغیر نیز t=۷/۵۲۹ و p=۰/۰۰۰ بوده که نشان می‌دهد این رابطه معنادار است. بنابراین در سطح اطمینان ۹۹٪ فرضیه H_0 رد و فرضیه H_1 تأیید می‌شود و می‌توان نتیجه گرفت عوامل قانونی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد. عوامل قانونی به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های حیاتی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج کشاورزی اقلیم هوشمند عمل می‌کنند. قوانین و مقررات مناسب می‌توانند چارچوب‌های حمایتی لازم را برای توسعه مهارت‌ها، دسترسی به منابع و اطلاعات و همچنین حمایت از نوآوری‌ها و تحقیقات فراهم آورند. وجود یک بستر قانونی قوی، از بروز موانع و چالش‌های اجرایی جلوگیری کرده و به تسهیل فرآیندهای آموزشی و ترویجی کمک می‌کند. این یافته با نتایج پژوهش (Sulaiman, 2021) همسو می‌باشد. براساس این یافته پیشنهاد می‌شود که قوانین خاصی برای حمایت از برنامه‌های آموزشی و ترویجی کارشناسان در حوزه اقلیم هوشمند تدوین شود. این قوانین باید شامل حمایت‌های مالی، فنی و اعتباری برای این برنامه‌ها باشد.

براساس نتایج پژوهش، می‌توان گفت ضریب استاندارد شده (ضریب مسیر) بین دو متغیر (عوامل فنی و ظرفیت‌سازی اقلیم هوشمند) β=۰/۱۰۴ می‌باشد. و ضرایب معناداری بین این دو متغیر نیز t=۵/۹۷۰ و p=۰/۰۰۰ بوده که نشان می‌دهد این رابطه معنادار است. بنابراین در سطح اطمینان ۹۹٪ فرضیه H_0 رد و فرضیه H_1 تأیید می‌شود و می‌توان نتیجه گرفت عوامل فنی در ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج در توسعه کشاورزی اقلیم هوشمند تأثیر معناداری دارد. عوامل فنی، از جمله بهره‌گیری از فناوری‌های نوین و آموزش‌های تخصصی، در قلب فرآیند ظرفیت‌سازی کارشناسان ترویج کشاورزی برای اقلیم هوشمند قرار دارند. استفاده از ابزارهای پیشرفته، نرم‌افزارهای تحلیل داده‌های اقلیمی و سیستم‌های مدیریت دقیق، کارشناسان را در مواجهه با چالش‌های پیچیده کشاورزی اقلیم هوشمند توانمند می‌سازد. توسعه مهارت‌های فنی و تخصصی، برای افزایش کارایی و دقت در عملکرد کارشناسان ضروری است. این یافته با نتایج پژوهش (Mhlanga *et al*., 2022) همسو می‌باشد. براساس این یافته پیشنهاد می‌شود که پلتفرم‌های دیجیتال برای آموزش کارشناسان ترویجی که شامل دوره‌های آموزشی، وبینارها، ویدئوهای آموزشی و محتوای تعاملی باشد، ایجاد و توسعه یابد. این پلتفرم‌ها باید قابلیت دسترسی آسان به منابع علمی به‌روز و بهترین شیوه‌های مدیریتی را فراهم کنند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از زحمات اساتید محترم و مسئولین جهاد کشاورزی استان‌های آذربایجان شرقی - غربی و اردبیل سپاسگزاری می‌شود.

References

1. Asadi, A., Rustaie, M., & Kalantari, Kh. (2017). Investigating the interrelationships of smart climate agriculture components using the DEMATEL technique. *Iranian Journal of Economic Research and Agricultural Development*, 2-52. (In Persian)
2. Bergeron, K., Abdi, S., DeCorby, K., Mensah, G., Rempel, B., & Manson, H. (2021).Theories, models and frameworks used in capacity building interventions relevant to public health: a systematic review. *BMC Public Health*, *17*, 914. https://doi.org/10.1186/s12889-017-4919-y
3. Elhaizadeh, M., Khosravipour, B., & Shoaibi, A.H.(2018). The role of agricultural education and promotion in the sustainable development of agriculture, the second international conference and the sixth national conference on organic and conventional agriculture, Ardabil. https://civilica.com/doc/932095
4. Fasika, Ch. (2019). Education for Human Capacity Building: Achievements and Shortcomings in the Ethiopian Experience, Addis Ababa Universityschoo of Graduate Studies.
5. FAO. (2010). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Climate-Smart Agriculture: Policies, Practices and Financing for Food Security, Adaptation and Mitigation. FAO, Rome, Italy. Available at http://www.fao.org
6. Jat, M.L., Chakraborty, D., Ladha, J.K., Parihar, C.M., Datta, A., Mandal, B., Nayak, H.S., Maity, P., Rana, D.S., & Chaudhari, S.K. (2022). Carbon sequestration potential, challenges, and strategies towards climate action in smallholder agricultural systems of South Asia. *Crop Environment*, *1*, 86–101.
7. Kristie, L., Ebi., Jennifer Vanos., Jane W., BaldwinJesse, E., Bell, David, M., Hondula, Nicole, A., Errett, K., Colleen, E., Reid, Sh., June, S., & Peter, B. (2021). Extreme weather and climate change: Population health and health system implications. *Annual Rev. PublicHealth*, *42*, 293.
8. Meteorological Organization. (2016a). https://wmo.int/
9. Mhlanga, B., Pellegrino, E., Thierfelder, C., & Ercoli, L. (2022). Conservation agriculture practices drive maize yield by regulating soil nutrient availability, arbuscular mycorrhizas, and plant nutrient uptake. *Field Crop*, *277*, 108403.
10. Moeazi, F., Yavari, Gh., Mousavi, S.H., & Bagheri, M. (2019). Assessing the effects of climate change on agriculture in Hamadan plain - Bahar with emphasis on water productivity and food security. *Journal of Agricultural Economics and Development*, *34*(3), 323-305.
11. Notenbaert, A., Pfeifer, C., Silvestri, S., & Herrero, M. (2017). Targeting, out-scaling and prioritising climate-smart interventions in agricultural systems: Lessons from applying a generic framework to the livestock sector in sub-Saharan Africa. *Agricultural Systems*, *151*, 153–162.
12. Pour Vahid, M.A. (2019). Smart agriculture to climate, Modern Farm. https://modernfarm.ir. (In Persian)
13. Ranadewa, Y.G., Sandanayake, A., & Mohan, S. (2021). Enabling lean through human capacity building: an investigation of small and medium contractors, Liverpool john Moores university.
14. Sulaiman, O. (2021). Namibia University of Science and Technology, NamibiaHuman Capacity Building Through University-Industry Collaboration.
15. Soleimani, M., Rahimi, D., & Yazdan Panah, H. (2021). Adaptation strategies to climate changes in the agricultural sector (Rostam city). *Scientific Research Journal of Natural Environment Hazards*, *10*(29), 19-32. (In Persian)
16. Taimur, H., Farhadian, H., Sediqi, H., & Saadoundi, M. (2018). Applying smart climate agriculture at the farm level, the 7th national conference of applied researches in agricultural sciences, healthy food from farm to table, Tehran. (In Persian). https://civilica.com/doc/ 1000252
17. Yudan, H. (2019). The capacity building of human resources management on Bejiharjo Tourism Village in industrial revolution 4.0, advances in social science, education and humanities research, volume 382 5th International Conference on Education and Technology, ICET.
18. Zhao, J., Liu, D., & Huang, R. (2023). A review of climate-smart agriculture: Recent advancements, challenges, and future directions. *Sustainability*, *15*(4), 3404.
19. Zhao, J., Chen, J., Beillouin, D., Lambers, H., Yang, Y.D., Smith, P., Zeng, Z.H., Olesen, J.E., & Zang, H.D. (2022). Global systematic review with meta-analysis reveals yield advantage of legume-based rotations and its drivers. *Nat. Commun*, *13*, 4926.

Journal of Agricultural Economics and Development

Homepage: https://jead.um.ac.ir

Research Article

Vol. 38, No. 3, Fall 2024, p. 335-350

Providing a Roadmap for the Adaption of Agricultural Sector to Water Scarcity Conditions (Case Study: Selected Crops of Tajan Basin, Iran)

H. Fouladi[1], H. Amirnejad[2*], S. Shirzadi Laskookalayeh[3]

1, 2 and 3- Ph.D. Student, Professor and Asistant Professor of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, respectively.

(*- Corresponding Author Email: h.amirnejad@sanru.ac.ir)

Received:	21-07-2024
Revised:	30-08-2024
Accepted:	03-09-2024
Available Online:	03-09-2024

How to cite this article:
Fouladi, H., Amirnejad, H., & Shirzadi Laskookalayeh, S. (2024). Providing a roadmap for the adaption of agricultural sector to water scarcity conditions (Case study: selected crops of Tajan basin, Iran). *Journal of Agricultural Economics & Development*, *38*(3), 335-350. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jead.2024.89018.1279

Introduction

In recent decades, the issue of climate change has become one of the global issues and has affected the agricultural sector. The continuation of agriculture regardless of the water shortage crisis has had an inappropriate effect on the sustainability and growth of this sector. On the other hand, the destructive effect of excessive use of chemical fertilizers and pesticides on water, soil, health of ecosystems, humans and other living beings is undeniable. For this reason, the void of using an efficient model that can provide all economic and environmental aspects at the same time was completely felt. The aim of this study was to provide an optimal cropping pattern using the integrated method of Goal and Grey planning. For this purpose, the farmers of the agronomy sub-sector of Tajan Basin were selected as the statistical population. In this regard, time series information was collected from the aggregation of the average data of 401 settlements located in this area during the years 2017-2021 from the annual reports of experts.

Materials and Methods

The Linear Programming (LP) Model quantifies an optimal way of integrating constraints to satisfy the objective function to optimize crop production and profits for irrigation farmers. To use LP, one must convert the problem into a mathematical model. To do this, an objective such as maximizing profit or minimizing losses is required. The model must also include decision variables that affect those objectives, and constraints that limit what user can do. Therefore, the LP Model is a single-objective method. Goal Programming (GP) is an extension of LP in which targets are specified for a set of constraints. GP is used to perform three types of analysis: Determining the required resources to achieve a desired set of objectives. Determining the degree of attainment of the goals with the available resources. Providing the best satisfying solution under a varying amount of resources and priorities of the goals. Thus, the GP model is a multi-objective method. The Grey system theory is identified as an effective methodology that can be used to solve uncertain problems with partially known information. Grey modelling approach uses accident data for estimating the model parameters. The model can reflect the dynamics, balance the conflicting the multidimensional targets of cropping patterns, and promoting the sustainable use of cultivated land. For achieving different goals in unstable economic and environmental conditions, we used a Goal-Grey model that was obtained from the integration of Goal programing and Grey Programing. The Goal-Grey model, by considering the uncertainty in the data, leads to overlap between the economic and environmental goals and provides the scope of cultivation for the selected products**.**

https://doi.org/10.22067/jead.2024.89018.1279

Results and Discussion

By estimating the Linear Programming (LP) Model, crops like wheat and canola are removed from the cropping pattern, while the cultivation areas for barley and high-yielding long-grain rice increase by 644% and 31%, respectively. In contrast, the cultivation areas for high-quality long-grain rice and maize decrease by 89% and 10%, respectively. Implementing this model boosts the gross profit of farmers in the Tajan region by 14% solely through adjusting the crop composition, without altering the current input levels. Additionally, the findings show that applying the LP Model results in fertilizer savings of 5%, 13%, and 10% for phosphate, nitrogen, and potash, respectively. The amount of herbicide and fungicide consumption in the LP Model is exactly equal to the current model of the region. However, the implementation of this model will lead to a 5% increase in the consumption of insecticides poison. The amount of irrigation water consumption in the LP Model was calculated to be 2% less than the current model of the region**.** In addition, the results indicate that by estimating the Goal-Grey Model, only canola is removed from the cropping pattern. Also, in order to achieve the defined goals in this study, the cultivation area of wheat and maize should be equal to 208 and 7356 hectares respectively. However, the flexibility of input usage enables adjustments to other crop cultivation areas, facilitating high-quality long-grain rice production on 970 to 18,157 hectares. Plus, the cultivation area of long-grain rice can vary from 7654 to 9995 hectares. In this model, barley can be removed from the crop composition like the linear pattern or cultivated on a maximum of 2553 hectares. The implementation of the Goal-Grey model will lead to a maximum 2% increase in the gross profit of the farmers of Tajan region compared to the current model of this region. Also, by implementing the Goal-Grey Model, on average, phosphate, nitrogen, and potash fertilizer consumption is saved by 16, 27, and 20 percent, respectively. In addition, with the implementation of the Goal-Grey Model, the consumption of agricultural pesticides will decrease from 733 to 355 thousand liters on average.

Conclusion

The LP Model is designed based on current regional conditions; however, as a single-objective model with fixed parameters, it lacks the flexibility to offer an adaptable program for farmers during drought or wet periods or when inputs are limited. Findings indicate that under current conditions, there is excessive use of chemical inputs and irrigation water. By accounting for data uncertainty, the Goal-Gray model addresses these limitations, balancing economic and environmental objectives and defining a cultivation range for selected crops.

Acknowledgement

We are grateful to the experts of agronomy management and plant conservation management of Mazandaran Province Agricultural Jihad Organization and Sari City Agricultural Jihad Management who cooperated in data collection .This article is taken from the preliminary results of a doctoral dissertation with material and intellectual rights related to Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, which is gratefully acknowledged.

Keywords: Cropping pattern, Economic and environmental goals, Gray, Optimization, Uncertainty

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
https://jead.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۸، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، ص. ۳۵۰-۳۳۷

تدوین نقشه راه سازگاری بخش کشاورزی با شرایط کم‌آبی (مطالعه موردی: محصولات زراعی منتخب حوضه آبریز تجن)

حسین فولادی[1]- حمید امیرنژاد[2]*- سمیه شیرزادی لسکوکلایه[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۱۳

چکیده

در دهه اخیر مسئله تغییر اقلیم به یکی از معضلات مطرح جهانی تبدیل شده و به‌ویژه زیربخش زراعی را تحت تأثیر خود قرار داده است. تداوم کشاورزی بدون توجه به بحران کم‌آبی اثرات نامناسبی بر پایداری این بخش داشته است. از طرف دیگر، اثر مخربی که کاربرد بیش از حد نهاده‌های شیمیایی بر آب، خاک، تنوع زیستی، سلامت بوم‌نظام‌ها و موجودات زنده داشته غیرقابل انکار می‌باشد. به‌همین دلیل، خلأ استفاده از مدل کارآمدی که بتواند به‌طور هم‌زمان تمام جوانب اقتصادی و محیط‌زیستی را تأمین نماید کاملاً احساس می‌شد. هدف از این مطالعه، ارائه الگوی کشت بهینه با استفاده از تلفیق روش‌های برنامه‌ریزی آرمانی و خاکستری بود. بدین منظور بهره‌برداران زیربخش زراعی حوضه آبریز تجن به‌عنوان جامعه آماری و برنج دانه‌بلند مرغوب، برنج دانه‌بلند پرمحصول، گندم، جو، کلزا و ذرت به‌عنوان محصولات آبی منتخب تعیین شدند. در این راستا، اطلاعات سری زمانی از تجمیع میانگین داده‌های ۴۰۱ آبادی طی سال‌های ۱۴۰۰- ۱۳۹۶ گردآوری شد. یافته‌ها بیانگر آن بود که در شرایط فعلی، مصرف بی‌رویه در استفاده از نهاده‌های شیمیایی و آب آبیاری منطقه تجن وجود دارد. مدل آرمانی-خاکستری با لحاظ‌نمودن عدم قطعیت در شرایط اقتصادی و آب و هوایی، منجر به ایجاد همپوشانی بین آرمان‌های اقتصادی و محیط‌زیستی و در نتیجه افزایش ۲ درصدی در میانگین سود ناخالص و صرفه‌جویی ۲۳، ۵۲ و ۲۱ درصدی در مصرف کودهای شیمیایی، سموم کشاورزی و آب آبیاری شد. در پایان پیشنهاد شد با ترویج مبارزه بیولوژیک با آفات و توزیع نهاده‌های زیستی، مصرف نهاده‌های شیمیایی کنترل شود و مروجان کشاورزی نیز منافع حاصل از اصلاح الگوی کشت را در خصوص حصول سود بیشتر تشریح نمایند.

واژه‌های کلیدی: الگوی کشت، آرمان‌های اقتصادی و محیط‌زیستی، بهینه‌سازی، خاکستری، عدم قطعیت

مقدمه

محدودیت منابع در بخش کشاورزی به‌ویژه نهاده مهم آب در کشور خشک و نیمه‌خشک ایران، بهینه‌سازی استفاده از این عوامل را در امر تولید به یک واقعیت غیرقابل انکار تبدیل کرده است (Mardani Najafabadi *et al.*, 2020). از سوی دیگر، به‌دلیل وجود ریسک‌های متعدد به‌ویژه ریسک ناشی از تغییر شرایط اقلیمی، برنامه‌ریزی تولید در این بخش مهم اقتصادی را با چالش جدی مواجه ساخته است. دوام کشاورزی بدون توجه به بحران تغییر اقلیم و کم‌آبی اثرات نامناسبی بر پایداری و رشد بخش کشاورزی خواهد داشت. با توجه به اینکه پیامدهای ناشی از تغییر اقلیم غیر قابل جلوگیری است، بنابراین می‌توان راهکارهای سازگاری با این پدیده را مورد بررسی قرار داد (Soleymani Nejad *et al.*, 2019).

سازگاری به معنای تطابق سامانه‌های طبیعی و انسانی در پاسخ به محرک‌های فعلی یا پیش‌بینی‌نشده اقلیمی و اثرات آن‌هاست، به‌گونه‌ای که منجر به تعدیل خسارات یا بهره‌مندی از فرصت‌های سودمند شود (Solimani *et al.*, 2021). یکی از راهبردهای سازگاری عبارتند از تغییر الگوی کشت فعلی و حرکت به‌سمت الگوی کشت هوشمند است (Mardani Najafabadi *et al.*, 2020). در این روش،

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری، استاد و استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email:h.amirnejad@sanru.ac.ir)

https://doi.org/10.22067/jead.2024.89018.1279

علاوه بر توجه به رفاه و درآمد فعالان در عرصه تولیدات کشاورزی و حفظ مشاغل آنان، با تخصیص بهینه اراضی و تعیین محصولات مناسب کشت هر منطقه و همچنین معین نمودن میزان بهینه مصرف نهاده‌ها، به پایدارماندن منابع آب و تداوم کشت و کار (پایداری بخش کشاورزی) و در نتیجه افزایش بهره‌وری و کاهش مخاطرات ناشی از کمبود منابع تأمین غذا کمک می‌شود (Sabzevari *et al*., 2020). اجرای یک الگوی کشت مناسب می‌تواند در تحقق سیاست امنیت غذایی بسیار مؤثر واقع شود (Iranian Islamic Council Research Center, 2023). علاوه بر این، در بند (الف) ماده (۳۳) فصل هفتم لایحه برنامه هفتم توسعه (۱۴۰۶-۱۴۰۲) که به موضوع ارتقای تولید محصولات کشاورزی اختصاص دارد، بیان شده که لازم است برنامه تولید بهینه (الگوی کشت) محصولات اساسی و منتخب تا یک ماه قبل از فصل کشت در هر حوضه و دشت تهیه گردد (Iranian Islamic Council Research Center, 2023). تعیین الگوی بهینه کشت یک موضوع پویا بوده و با توجه به تغییرات گسترده در متغیرهای اقلیمی و اقتصادی، باید هر چند وقت یک بار، به اصلاح آن مبادرت کرد. در این راستا، تدوین یک برنامه‌ی مدون برای استان مازندران که امکان کشت محصولات مختلف زراعی و باغی در آن وجود دارد حائز اهمیت می‌باشد.

یکی از تبعات بلندمدت تغییرات اقلیمی در این استان، آسیب‌پذیر شدن گونه‌های مختلف کشاورزی به‌ویژه در مناطق جلگه‌ای است (Mazandaran Province Agricultural Jihad Organization, 2022). محصولات مورد کشت در این منطقه علاوه بر نیازمندی‌شان به آب و بارندگی کافی، در برابر کاهش یا افزایش ناگهانی دمای هوا نیز حساس هستند. به‌عنوان نمونه بارندگی‌های بی‌موقع ماه مرداد در مازندران منجر به عدم مرغوبیت درختان میوه از جمله انجیر می‌شود؛ همان‌گونه که گرمای سوزان ماه‌های خرداد و تیر بر مرغوبیت گونه‌های دیگر ازجمله صیفی‌جات اثر می‌گذارد و گوجه‌های کم آب و خیارهای پوک روی دست کشاورزان بر جای می‌گذارد (Mazandaran Province Agricultural Jihad Organization, 2022). این‌که در سال‌های اخیر باغداران در نیمه فصل پاییز که اوج رسیدن مرکبات محسوب می‌شود شاهد بارش سنگین برف و کاهش دمای تا ۱۰ درجه زیر صفر باشند یا شالی‌کاران در خرداد و اوایل تیر که زمان رسیدن شالی است با افزایش دمای هوا و رسیدن آن به بالای ۴۰ درجه مواجه شوند، واقعیتی گویا از مخاطرات تغییرات اقلیمی علیه گونه‌های کشاورزی این استان است (Mazandaran Province Agricultural Jihad Organization, 2022). میانگین بارش باران در فروردین ماه ۱۴۰۲ در مازندران ۵۱/۹ میلی‌متر اعلام شده که این میزان نسبت به‌مدت مشابه دوره آماری بلندمدت که ۵۲/۷ میلی‌متر بوده، ۲ درصد کاهش نشان می‌دهد. میانگین بارش هفت ماهه سال آبی منتهی به فروردین ماه ۱۴۰۲ در مازندران نیز ۲۸۹ میلی‌متر اعلام شده که این میزان نسبت به مدت مشابه دوره آماری بلندمدت -حدود ۴۴۹ میلی‌متر- حدود ۳۶ درصد کاهش و نسبت به مدت مشابه سال آبی ۱۴۰۱-۱۴۰۰، -۴۱۱ میلی‌متر- حدود ۳۰ درصد کاهش داشته است. کاهش بارندگی در ارتفاعات و دشت‌ها و تغییر الگوی بارندگی از نم نم باران به بارش‌های سیل‌آسا و در اصطلاح علمی باران‌های غیرمؤثر در مازندران نمادهای مهم از آثار تغییر اقلیم در این استان است (National Center for Weather and Climate Change, 2023).

توان بالقوه آب مازندران در حد ۶ میلیارد و ۶۰۰ میلیون متر مکعب است که از این مقدار چهار میلیارد و ۹۰۰ میلیون متر مکعب آب‌های سطحی و بقیه آب‌های زیرزمینی است. سالانه حدود یک میلیارد و ۵۵۰ میلیون متر مکعب آب در بخش آب‌های سطحی و یک میلیارد و ۳۵۰ میلیون متر مکعب در بخش آب زیرزمینی بهره‌برداری می‌شود (Mazandaran Regional Water Authority, 2022). بررسی اثر تغییر اقلیم بر خشکسالی‌های سواحل جنوبی دریای مازندران در دوره‌های آتی نشان می‌دهد که شدت خشکسالی در دهه‌های آینده نسبت به گذشته افزایش خواهد یافت. این افزایش برای شرق دریای مازندران و به‌ویژه منطقه تجن شدیدتر است؛ زیرا سواحل غربی دریای مازندران بیشتر از سواحل شرقی آن تحت اثر جریان‌های شمالی سامانه پرفشار سیبری قرار دارند و در صورت استقرار پرفشار بر روی دریا، بارش‌ها در غرب دریای خزر بالاتر از منطقه شرقی آن خواهد بود (Mazandaran Regional Water Authority, 2022). با توجه به وسعت و گستردگی مازندران و بر اساس آمار هواشناسی که اقلیم‌های متنوع (کوهستانی و معتدل و مرطوب جلگه‌ای) را ثبت نموده، ارائه یک الگوی کشت برای کل استان مطلوب نمی‌باشد. بدین منظور در مطالعه حاضر زیربخش زراعی حوضه آبریز تجن در شرق مازندران مد نظر است.

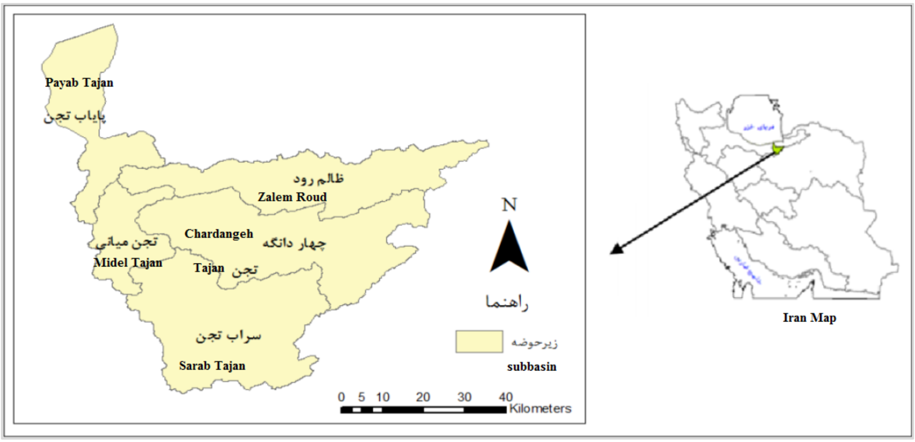
در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰، سطح زیرکشت پنج محصول آبی مهم برنج، گندم، جو، کلزا و ذرت در نواحی حوضه تجن به‌ترتیب ۳۳۹۰۷، ۲۲۰۰، ۳۸۶، ۲۸۵ و ۲۵۵۰ هکتار گزارش شده است. همچنین، جمع سطح کشت محصولات فوق‌الذکر در این حوضه ۳۷/۳ هزار هکتار است که سهم ۹۲ درصدی از کل سطح زراعی این منطقه (۴۰/۵ هزار هکتار) دارد (Ministry of Agriculture Jahad, 2022). برنامه‌ریزی جهت بهبود کشت این محصولات می‌تواند نقش حمایتی جهت تأمین نیازهای ساکنین منطقه نسبت به محصولات راهبردی مذکور داشته باشد. البته دستیابی به این مهم نباید به قیمت آسیب به محیط‌زیست و تهدید منابع آب و خاک باشد. در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰، مجموع کودهای شیمیایی و سموم توزیع‌شده در این حوضه ۲۰ هزار تن و ۲/۹ هزار لیتر بوده که این میزان در کل استان مازندران به‌ترتیب ۱۱۱ هزار تن و ۲۷۸ هزار لیتر می‌باشد. بدین ترتیب سهم توزیع کود و سم در منطقه تجن نسبت به کل استان برابر با ۱۴/۴ و

۶/۸ درصد است (Mazandaran Province Agricultural Jihad Organization, 2022). بنابراین، کنترل مصرف یا استفاده بهینه از نهاده‌های شیمیایی نیز باید در برنامه‌ریزی‌ها به‌عنوان آرمان محیطزیستی در کنار آرمان اقتصادی که فقط به سود حاصل از کشت محصولات توجه دارد، مد نظر قرار گیرد.

مطالعه حاضر درصدد است روش تلفیقی آرمانی-خاکستری[1] را در بخش کشاورزی که با عدم‌قطعیت گره خورده است، به‌کارگیرد. از آنجایی مدل برنامه‌ریزی ریاضی خاکستری نتایج متغیرهای تصمیم را به‌صورت بازه مشخص می‌کند؛ بنابراین در تدوین الگوی کشت بهینه، سطح کشت هر محصول را به‌صورت یک بازه و نه به‌صورت یک هدف تنظیم می‌کند؛ لذا می‌تواند به‌دلیل محدودیت منابع، نتایج مناسب‌تر و کاربردی‌تری را ارائه دهد. بدین‌ترتیب می‌توان برای هر یک از محصولات زراعی منتخب در حوضه تجن، جهت دستیابی همزمان به جمیع آرمان‌های اقتصادی و محیطزیستی یک دامنه کشت را در شرایط عدم قطعیت پیشنهاد نمود. با توجه به اینکه تغییر الگوی کشت یکی از راهبردهای سازگاری با کم‌آبی است؛ لذا نتایج این مطالعه می‌تواند نقشه راه سازگاری بخش زراعی تجن را با شرایط کم‌آبی مشخص نماید. همچنین، تحقیق حاضر درصدد پاسخ به این سؤال است که میزان صرفه‌جویی در مصرف نهاده‌های مختل‌کننده توسعه پایدار کشاورزی (کود و سموم شیمیایی) و میزان صرفه‌جویی در مصرف آب در الگوی کشت بهینه در مقایسه با الگوی فعلی منطقه‌ی مورد مطالعه چه مقدار است؟ شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

تصمیم‌گیری، مستلزم انتخاب راهی از میان راه‌هاست و این انتخاب هنگامی هوشیارانه و حساب شده است که بیش از یک معیار در گزینش آن به‌کار گرفته شده باشد. این معیارها ممکن است گاهی در تضاد با هم باشند و یا در مواردی از اهمیت‌ها و اولویت‌های مختلفی برای تصمیم‌گیرنده برخوردار باشند؛ همچنین در مواردی ممکن است تصمیم‌گیرنده ذهنیتی از هدف هر معیار داشته باشد و مقدار مطلوبی را دنبال نماید (Yazdi & Sohrabi, 2021). برای این منظور مدل‌های چندهدفه پیشنهاد شده است. برای بهینه‌سازی مسائل چندهدفه روش‌های گوناگونی نظیر برنامه‌ریزی آرمانی، لکسیکوگرافی[2]، برنامه‌ریزی چندهدفه احتمالی[3]، روش معیار جامع[4]، رویکرد تبدیل تابع هدف به محدودیت[5] و غیره مطرح شده است. برنامه‌ریزی آرمانی از مهم‌ترین و رایج‌ترین روش‌های برنامه‌ریزی چندهدفه است که معمولاً به‌صورت مدل برنامه‌ریزی خطی توسعه‌یافته دیده می‌شود. روش برنامه‌ریزی آرمانی بر اساس داده‌های دقیق و قطعی مدلسازی می‌شود؛ لذا به تنهایی نمی‌تواند نتایج قابل‌قبولی ارائه نماید (Akbari *et al.*, 2009). برای رفع این محدودیت، باید از روش‌هایی استفاده شود که در آن امکان واردنمودن عدم حتمیت در پارامترها و مقادیر نادقیق ناشی از شرایط غیرقطعی مهیا باشد (Sengupta *et al.*, 2001). برای این منظور مدل‌های غیرقطعی[6] ارائه شده‌اند که در آن عدم اطمینان وجود دارد و همه اجزای اطلاعاتی آن به‌طور قطع شناخته شده نیستند. این مدل‌ها می‌توانند دارای جواب‌های مطمئن[7] یا نامطمئن[8] باشند؛ به‌طوری‌که راه‌حل‌های مطمئن می‌توانند به‌صورت چرخه‌ای[9] یا غیرچرخه‌ای[10] به‌دست آید (Ghaffari-Hadigheh, 2016). رویکردهای مختلفی برای نشان دادن عدم قطعیت در داده‌ها وجود دارد؛ یکی از راهکارها در این زمینه جایگزینی پارامترهای قطعی و سفید با پارامترهای خاکستری می‌باشد. شکل‌گیری مفهوم «خاکستری» بر اساس داشتن اطلاعات ناقص است. تقسیم‌بندی در این سیستم، بر مبنای حالت‌های سفید (اطلاعات شناخته‌شده)، سیاه (اطلاعات کاملاً ناشناخته) و خاکستری (اطلاعات شناخته و ناشناخته) است (Ganesan, 2007). مدل خاکستری با تلفیق دو روش برنامه‌ریزی فازی[11] و برنامه‌ریزی پارامتر بازه‌ای[12] امکان لحاظ‌نمودن عدم قطعیت در کلیه پارامترهای مدل (ضرایب فنی، ضرایب تابع هدف و مقادیر سمت راست) را فراهم می‌آورد و بدین ترتیب تکامل‌یافته دو روش فوق‌للذکر می‌باشد (Ganesan, 2007).

1- Fuzzy-Gray Programming
2- Lexicographic
3- Multi-Objective Stochastic Optimization
4- LP-Metric
5- The Approach of Converting the Objective Function into a Constraint
6- Non-deterministic Planning Model
7- Safe Solutions
8- Unsafe Solutions
9- Cyclic
10- Acyclic
11- Fuzzy Programming (FP)
12- Interval Parameter Programing (IPP)



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه تجن در استان مازندران

Figure 1- Geographical location of Tajen region in Mazandaran province

بررسی مطالعات پیشین حاکی از آن است که اگرچه مطالعات داخلی در حوزه‌های غیرکشاورزی از مدل تلفیقی آرمانی-خاکستری به‌صورت محدود استفاده کرده‌اند (Babakhani *et al*., 2013؛ Razavi Hajiagha *et al*., 2013 و Amoozad Mahdiraji *et al*., 2017)، لیکن در حوزه کشاورزی برای تدوین الگوی کشت با لحاظ چند هدف و شرایط غیرقطعی از مدل‌های متنوعی بهره گرفته شده است. به‌طوری‌که استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی فازی کسری[1]، فازی کسری خاکستری با اهداف چندگانه[2]، فازی خاکستری، برنامه‌ریزی کسری چندهدفه فازی، برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌ای فازی با پارامترهای بازه‌ای در شرایط عدم حتمیت[3]، برنامه‌ریزی آرمانی فازی و برنامه‌ریزی فازی بازه‌ای در مطالعات محسنی و نبی‌یان (Mohseni & Nabiyyan, 2017)، مردانی نجف‌آبادی و همکاران (Mardani Najafabadi *et al*., 2020)، کشیری کلائی و همکاران (Kashiri Kolaei *et al*., 2021)، دادخواه (Dadkhah, 2022) و باقری و همکاران (Bagheri *et al*., 2023) مشاهده می‌شود.

باسوماتری و میترا (Basumatary & Mitra, 2022) از روش برنامه‌ریزی جهت تعیین الگوی کشت منطقه کوکرجار[4]، آسام[5]، هند استفاده نمودند. نتایج نشان داد دریافت سود ۴۵۷۵۱۷ روپیه‌ای در برنامه‌ریزی تولید ناشی از روش برنامه‌ریزی خطی چندهدفه فازی[6] که ۵۹/۶۹ درصد بیش از سطح آرمان بود. لی و همکاران (Li et al., 2021) با استفاده از روش برنامه‌ریزی بازه‌ای غیرخطی[7] به تخصیص آب در منطقه بجینگ تیانجین[8] (چین) پرداختند. نتایج نشان داد که میان راهکارهای حاصل از تابع هدف قطعی با تابع هدف نامطمئن و غیرحتمی تمایز وجود داشت.

جمع‌بندی مطالعات پیشین بیان می‌دارد در اکثر مطالعات انجام‌شده در زمینه تعیین الگوی کشت بهینه با استفاده از مدل‌های چندهدفه، یا پارامترها به‌صورت قطعی در نظر گرفته شده و یا اگر عدم قطعیت را لحاظ نموده‌اند، عدم قطعیت را صرفاً در یک بخش از مدل (ضرایب تابع هدف، ضرایب فنی یا مقادیر سمت راست) اعمال کرده‌اند؛ اما در این مطالعه کلیه پارامترها غیرقطعی است. مطالعه حاضر با لحاظ عدم قطعیت به‌صورت برنامه‌ریزی خاکستری از یک سو و لحاظ همزمان اهداف متضاد اقتصادی (سود) و محیطزیستی (کاهش مصرف آب و نهاده‌های شیمیایی) به‌صورت برنامه‌ریزی آرمانی از سوی دیگر، سطح کشت محصولات زراعی منتخب در منطقه تجن را به‌صورت دامنه تعیین می‌نماید.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه جهت تعیین الگوی کشت بهینه محصولات زراعی منتخب منطقه تجن مدل آرمانی و مدل خاکستری با هم تلفیق شد. فرم کلی مدل تلفیقی آرمانی-خاکستری به‌صورت رابطه (۱) می‌باشد (Babakhani *et al*., 2013):

$$Min\ Z = \sum_{k=1}^{K}(d_k^- + d_k^+) \quad (۱)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{n} \tilde{C}(\otimes)_{i1}X_i + d_1^- - d_1^+ = \tilde{g}(\otimes)_1$$

1. Fuzzy Fractional Programming
2. Multi- objective Fuzzy Fractional Programming
3. Fuzzy two-stage Stochastic Programming with Interval Parameters under Uncertainty
4. Kokrajhar

5- Assam, India
6- fuzzy Multi-objective Linear Programming
7- Nonlinear Interval Programming
8- Beijing-Tianjin-Hebei Region

$$\sum_{i=1}^{n} \tilde{b}(\otimes)_{jk-1} + d_{k-1}^{-} - d_{k-1}^{+} = \tilde{g}(\otimes)_{k-1}$$
$$\tilde{A}(\otimes)X \le \tilde{b}(\otimes)$$
k=1,2,…,K
i=1,…,n
j=1,…,m
X≥0
$$d_k^- , d_k^+ \ge 0$$

که در آن k تعداد آرمان‌ها، d_k^- انحراف منفی از آرمان‌ها، d_k^+ انحراف مثبت از آرمان‌ها، g سطح مطلوب آرمان‌ها، i تعداد محصولات زراعی مورد بررسی در منطقه، X سطح زیرکشت محصولات منتخب در منطقه، C بردار سود ناخالص حاصل از تولید محصولات زراعی در منطقه، j تعداد محدودیت منابع، b بردار موجودی و مقدار قابل‌دسترس منابع و A بردار مورد نیاز منابع برای هر هکتار تولید محصولات زراعی در منطقه را نشان می‌دهد. همچنین، علامت (⊗) نشان‌دهنده خاکستری‌بودن پارامترهای مدل و علامت ~ حاکی از عدم حتمیت می‌باشد.

در این مطالعه حداکثرسازی سودآوری محصولات زراعی منتخب در منطقه تجن به‌عنوان آرمان اقتصادی و استفاده‌ی بهینه از منابع کود و سموم کشاورزی و همچنین حداقل‌سازی مصرف آب مجازی به‌عنوان آرمان محیطزیستی در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است از رابطه (۲) برای محاسبه شاخص آب مجازی آبی استفاده شد (Soltani *et al.*, 2020):

$$\overline{SWD}_i = \frac{\overline{CWR}_i}{\overline{CY}_i} \qquad (۲)$$

که در آن SWD_C نیاز خالص آبی محصول C بر حسب مترمکعب در تولید یک تن محصول، $\overline{CWR}_i$ متوسط نیاز خالص آبی (صرف نظر از باران مؤثر) در سطح منطقه برای محصول بر حسب متر مکعب در هکتار و $\overline{CY}_C$ متوسط عملکرد محصول بر حسب تن بر هکتار می‌باشد (Soltani *et al.*, 2020). لازم به ذکر است آب آبی مصرف آب‌های سطحی یا زیرزمینی را مشخص می‌نماید. فرم تجربی مطالعه حاضر به شکل رابطه (۳) می‌باشد:

$$Min\ Z = \sum_{k=1}^{8}(d_1^- + d_2^+ + d_3^+ + d_4^+ + d_5^+ + d_6^+ + d_7^+ + d_8^+) \qquad (۳)$$

Subject to**:**

$$\sum_{i=1}^{6} \tilde{C}(\otimes)_{i1}X_i + d_1^- - d_1^+ = \tilde{g}(\otimes)_1$$
$$\sum_{i=1}^{6} \tilde{b}(\otimes)_{jk-1} + d_{k-1}^{-} - d_{k-1}^{+} = \tilde{g}(\otimes)_{k-1}$$
$$\sum_{i=1}^{6} \tilde{w}_i(\otimes)X_i \le \tilde{W}_j(\otimes) \quad , \quad j = 1,2,\dots,12$$
$$\sum_{i=1}^{6} \tilde{l}_i(\otimes)X_i \le \tilde{L}_j(\otimes) \quad , \quad j = 1,2,\dots,12$$
$$\sum_{i=1}^{6} \tilde{m}_i(\otimes)X_i \le \tilde{M}_j(\otimes) \quad , \quad j = 1,2,\dots,12$$
$$\sum_{i=1}^{6} \widetilde{ph}_i(\otimes)X_i \le \widetilde{PH}(\otimes)$$
$$\sum_{i=1}^{6} \tilde{n}_i(\otimes)X_i \le \tilde{N}(\otimes)$$
$$\sum_{i=1}^{6} \tilde{p}_i(\otimes)X_i \le \tilde{P}(\otimes)$$
$$\sum_{i=1}^{6} \tilde{h}_i(\otimes)X_i \le \tilde{H}(\otimes)$$
$$\sum_{i=1}^{6} \tilde{\imath}_i(\otimes)X_i \le \tilde{I}(\otimes)$$
$$\sum_{i=1}^{6} \tilde{f}_i(\otimes)X_i \le \tilde{F}(\otimes)$$
$$\sum_{i=1}^{6} \tilde{c}_i(\otimes)X_i \le \tilde{C}(\otimes)$$
$$\sum_{i=1}^{6} 1 * X_i \le \tilde{X}(\otimes)$$

لازم به ذکر است ۴۶ منبع محدودکننده لحاظ شده در مدل شامل ۱۲ محدودیت ماهلنه آب (W)، ۱۲ محدودیت ماهلنه نیروی‌کار (L)، ۱۲ محدودیت ماهانه ماشین‌آلات (M)، ۳ محدودیت کود شیمیایی فسفاته (PH)، ازته (N) و پتاسه (P)، ۳ محدودیت سموم کشاورزی علف‌کش (H)، حشره‌کش (I) و قارچ‌کش (F)، یک محدودیت سرمایه (C) و یک محدودیت زمین قابل برنامه‌ریزی (X) و ۲ محدودیت زمان کشت (پاییزه-بهاره) است. همچنین، ۶ محصول زراعی لحاظ‌شده در مدل شامل گندم، جو، کلزا، ذرت دانه‌ای، برنج دانه‌بلند مرغوب و برنج دانه‌بلند پرمحصول می‌باشد.

در رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی ابتدا برای هر آرمان یک سطح مطلوب انتخاب می‌شود. این انتخاب می‌تواند بر مبنای اسناد بالادستی (اهداف توسعه‌ای، سند چشم‌انداز، برنامه آمایش سرزمینی و غیره) باشد. سپس در تابع هدف سعی می‌شود فاصله از آرمان‌ها حداقل گردد. در ستون شرح جدول ۱ به نحوه تعیین سطح مطلوب آرمان‌های مطالعه پرداخته شده است.

جدول ۱- دامنه آرمان‌های تحقیق (آرمان‌های اقتصادی-محیط‌زیستی)

Table 1- The range of the goals in research (economic-environmental goals)

مرجع Reference	سطح مطلوب آرمان Desirable level of Goals		آرمان Goals
نظر کارشناسان و صاحب‌نظران مدیریت زراعت و حفظ نباتات بخش کشاورزی The opinion of experts in agronomy management and plant conservation management in the agricultural sector	حداکثر ۵ درصد افزایش در ارزش حال سود ناخالص مدل خطی طی دوره مورد مطالعه A maximum of 5 percent increase in the present value of the gross profit of the linear model during the study period	حداقل ۵ درصد افزایش در ارزش حال سود ناخالص مدل فعلی طی دوره مورد مطالعه A minimum of 5 percent increase in the present value of the gross profit of the current model during the study period	آرمان ۱: افزایش مجموع سود ناخالص زارعین منطقه تجن Goal 1: Increasing the total gross profit of Farmers in Tajen region
ماده (۳۴) الی (۴۲) آیین‌نامه اجرایی ورود، ساخت، فرمولاسیون و مصرف کودهای شیمیایی، زیستی، آلی و سموم دفع آفات نباتی Article (34) to (42) of the Executive Regulations for Import, Manufacture, Formulation and Consumption of Chemical, Biological, Organic Fertilizers and Plant Pesticides	کاهش یک درصدی حداکثر موجودی نهاده‌های شیمیایی توزیعی در دوره مورد مطالعه One percent decrease in the maximum inventory of distribution chemical inputs in the studied period	کاهش یک درصدی حداقل موجودی نهاده‌های شیمیایی توزیعی در دوره مورد مطالعه One percent decrease in the minimum inventory of distribution chemical inputs in the studied period	آرمان ۲: کاهش نهاده‌های مختل‌کننده توسعه پایدار کشاورزی Goal 2: Reduction of inputs disrupting the sustainable development of agriculture
کارگروه استانی سازگاری با کم‌آبی در افق ۱۴۰۵ (بازه ۵ ساله ۱۴۰۵-۱۴۰۰) Provincial working group for adapting to water scarcity in the horizon of 2026 (5-year period (2021-2026	کاهش ۲/۹ درصدی حداکثر موجودی منابع آبی حوضه تجن در دوره مورد مطالعه 2.9 percent decrease in the maximum water resources of Tajen basin in the studied period	کاهش ۲/۹ درصدی حداقل موجودی منابع آبی حوضه تجن در دوره مورد مطالعه 2.9 percent decrease in the minimum water resources of Tajen basin in the studied period	آرمان ۳: کاهش مصرف آب آبی در کشاورزی Goal 3: Reducing blue water consumption in agriculture

در رهیافت برنامه‌ریزی خاکستری دو زیرمدل تهیه می‌شود که می‌توانند به‌صورت مستقل یا مشترک فرمول‌سازی شوند. اگر زیرمدل‌ها به شکل جداگانه فرموله شوند، در یک زیرمدل، جواب بهینه در حدود بالا و در زیرمدل دیگر، جواب بهینه در حدود پایین جستجو می‌شود. اما با ترکیب دو زیرمدل در یک چهارچوب واحد، مستقیماً دامنه‌ای از مقادیر بهینه مشخص می‌گردد (Ko & Chang, 2008). در یک مدل خاکستری میزان درجه خاکستری حائز اهمیت است. هرچه درجه خاکستری بودن بیشتر باشد، کارایی جواب‌های حاصله کمتر است. رابطه (۴) درجه خاکستری‌بودن یک دامنه را نشان می‌دهد که در آن $\overline{\otimes}\,(X)$، $\underline{\otimes}\,(X)$ و $\otimes_m\,(X)$ به‌ترتیب حد بالا، حد پایین و حد میانی بازه تعریف‌شده را نشان می‌دهند.

$$Gd\left[\overline{\otimes}\,(X)\right] = \{\left[\overline{\otimes}\,(X)\right] - \underline{\otimes}\,(X)/\otimes_m\,(X)\} * 100 \qquad (۴)$$

در این تحقیق بهره‌برداران زیربخش زراعی حوضه آبریز تجن به‌عنوان جامعه آماری انتخاب شدند. محصولات برنج مرغوب، برنج پرمحصول، گندم، جو، کلزا و ذرت طی سال‌های ۱۴۰۰- ۱۳۹۶ به‌طور متوسط حدود ۹۰ درصد کل سطح زراعی این حوضه را تشکیل می‌دادند؛ لذا به‌عنوان محصولات مورد بررسی انتخاب شدند. در این راستا، اطلاعات سری زمانی ۵ساله از تجمیع میانگین داده‌های ۴۰۱ آبادی واقع در منطقه مورد مطالعه حاصل از گزارشات سالانه خبرگان کشاورزی گردآوری شد. این اطلاعات شامل قیمت، عملکرد، میزان تولید، مقدار و قیمت نهاده‌های مصرفی هر یک از محصولات منتخب در هکتار می‌باشد. برای هریک از ضرایب تابع هدف، ضرایب فنی و مقادیر سمت راست به‌صورت مجزا طی دوره مذکور بازده تعیین شده است. به‌عنوان مثال، برای تعیین بازه مقدار مصرف کود برای محصول گندم، کمترین مقدار مصرف طی این دوره به‌عنوان کران پایین و بیشترین مقدار مصرف برای این محصول به‌عنوان کران بالا در نظر گرفته شده است. برای تعیین بقیه بازه‌ها برای هریک از محصولات و محدودیت‌ها نیز به‌همین گونه عمل شده است. به‌عنوان مثال، برای تعیین مقدار سمت راست مربوط به محدودیت آب، بیشترین موجودی آب حوضه تجن طی پنج سال مورد بررسی به‌عنوان کران بالا و کمترین موجودی در دوره مذکور به‌عنوان کران پایین لحاظ شده است. لازم به ذکر است که در مورد ضرایب تابع هدف و همچنین محدودیت سرمایه که با شاخص‌های قیمت، درآمد و هزینه سروکار دارند؛ از طریق نرخ بهره بانکی (۱۵ درصد)، ارزش حال مقادیر طی پنج سال محاسبه و سپس کران بالا و پایین تعیین شده است. اطلاعات موردنیاز با مراجعه مستقیم به سازمان جهاد کشاورزی و شرکت آب منطقه‌ای استان به‌دست آمد. جهت برآورد الگوهای مطالعه (فعلی منطقه، خطی، آرمانی-خاکستری) از بسته‌های نرم‌افزار

برنامه‌نویسی Excel و Lingo استفاده شد.

نتایج و بحث

مدل‌های تحقیق با اســـتفاده از روش‌های برنامه‌ریزی خطی و آرمانی-خاکستری تخمین زده شد؛ یافته‌ها در جدول ۲ گزارش شد. نتایج مندرج در جدول ۱ نشـــان داد با تخمین الگوی خطی محصــولات گندم و کلزا از الگوی کشـــت حذف و ســـطح کشـــت محصولات جو و برنج دانه‌بلند پرمحصول به‌ترتیب ۶۴۴ و ۳۱ درصد افزایش یافت. همچنین، در این الگو سـطح کشــت محصــولات برنج دانه‌بلند مرغوب و ذرت دانه‌ای به‌ترتیب ۸۹ و ۱۰ درصد کاهش یافت. اجرای این الگو سبب افزایش ۱۴ درصدی سود ناخالص زارعین منطقه تجن بدون اعمال تغییر در موجودی نهاده‌های فعلی و تنها از طریق تغییر ترکیب کشت شد. علاوه بر این، نتایج جدول ۱ حاکی از آن بود که با تخمین الگوی آرمانی-خاکســتری فقط محصــول کلزا از الگوی کشـــت حذف می‌گردد. همچنین، در راســتای دســتیابی به آرمان‌های تعریف‌شـــده در این مطالعه گندم و ذرت دانه‌ای به‌ترتیب باید ســـطح کشـــتی معادل ۲۰۸ و ۷۳۵۶ هکتار را در الگو حفظ می‌کردند. با این حال با توجه به متغیربودن موجودی نهاده‌ها، دامنه کشـــت ســـایر محصــولات می‌توانســت در نوســان باشــد؛ به‌طوری‌که برنج دانه‌بلند مرغوب می‌توانســـت بین ۹۷۰ هکتار تا ۱۸۱۵۷ هکتار کشـــت شـــود. همچنین، سطح کشت برنج دانه‌بلند پرمحصول نیز می‌توانست ۷۶۵۴ تا ۹۹۹۵ هکتار متغیر باشــد. محصـــول جو نیز می‌توانســت مطابق با الگوی خطی از ترکیب کشت حذف شـود و یا حداکثر به میزان ۲۵۵۳ هکتار مورد کشت قرار گیرد. اجرای الگوی آرمانی-خاکستری حداکثر ۲ درصد منجر به افزایش سود ناخالص زارعین منطقه تجن نسبت به الگوی فعلی منطقه شد. بنابراین، نتیجه گرفته شد که حداقل ۳ درصد انحراف از آرمان یک وجود دارد. شکل ۲ سود ناخالص ترکیبات فعلی محصولات منتخب (الگوی فعلی)، سود ناخالص بهترین حالت ترکیب محصولات منتخب با توجه به میانگین شرایط موجود (الگوی خطی) و دامنه ســود ناخالص تحت شـــرایط بدترین-بهترین حلت موجودی نهاده‌ها، قیمت و عملکرد محصولات منتخب طی دوره ۵ سال (الگوی آرمانی-خاکستری) را نشان می‌دهد.

جدول ۲- سطح زیرکشت محصولات منتخب در الگوهای مختلف کشت

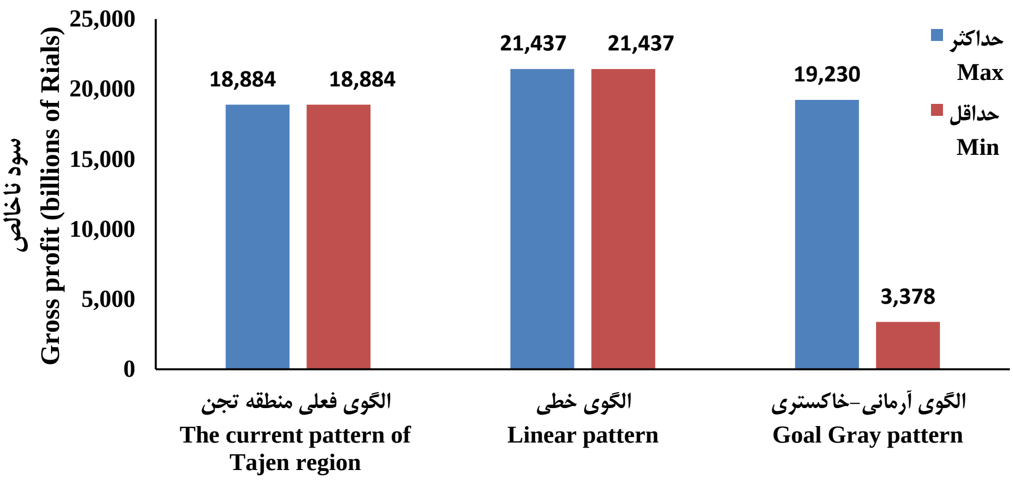
Table 2- The cultivated area of selected crops in different cropping patterns

نام محصول Crops	الگوی کشت فعلی منطقه تجن The current cropping pattern of Tajen region (ha)	الگوی کشت بهینه با روش برنامه‌ریزی خطی OPtimal cropping pattern with Linear Programming method (ha)	الگوی کشت بهینه با روش برنامه‌ریزی آرمانی-خاکستری OPtimal cropping pattern with Goal-Gray Programming method (ha)	اختلاف الگوی کشت بهینه با الگوی فعلی منطقه تجن Difference of oPtimal and current cropping pattern (%)	
				برنامه‌ریزی خطی Linear programming	برنامه‌ریزی آرمانی-خاکستری Goal -Gray programming
گندم Wheat	2200	0	208	-100	-91
جو Barley	386	2871	[0,2553]	644	[-100,561]
کلزا Canola	285	0	0	-100	-100
ذرت دانه‌ای Maize	2550	2286	7356	-10	188
برنج دانه‌بلند مرغوب High-quality long-grain rice	7643	842	[970,18157]	-89	[-87,138]
برنج دانه‌بلند پرمحصول High-yielding long-grain rice	22864	29929	[7654,9995]	31	[-67,-56]
بازده برنامه‌ای ناخالص Gross Margin	18884	21437	[3378,19230]	14	[-87,2]

در این مطالعه علاوه بر آرمان اقتصـادی، آرمان محیطزیسـتی نیز بـه همـان انـدازه حـائز اهمیت بود. لـذا در ادامـه، جـدول ۳ میزان صـــرفه‌جویی در مصـــرف نهاده‌های مختل‌کننده کشـــاورزی پایدار را نسبت به الگوی فعلی منطقه مشخص می‌کند.

شـکل ۳ میزان مصـرف کودهای شـیمیایی در صـورت اعمال الگوهای مختلف کشت را نشان می‌دهد.

جدول ۳ و شکل ۳ نشان داد اعمال هر دو مدل خطی و آرمانی-خاکستری منجر به کاهش مصـرف کودهای شـیمیایی شـد. این امر حاکی از آن بود که مصرف بیش از نیاز کود در منطقه وجود داشت. با اجرای مدل خطی در مصرف کود فسفاته، ازته و پتاسه به‌ترتیب ۵، ۱۳ و ۱۰ درصـد صـرفه‌جویی صـورت گرفت. همچنین، با اجرای مدل آرمانی-خاکسـتری به‌طور متوسـط از اسراف در مصـرف کود فسـفاته، ازته و پتاسـه به‌ترتیب ۱۶، ۲۷ و ۲۰ درصـد جلوگیری شـد. در ادامه شکل ۴ میزان مصرف سموم کشاورزی را در صورت اعمال الگوهای مختلف کشت نشان می‌دهد.



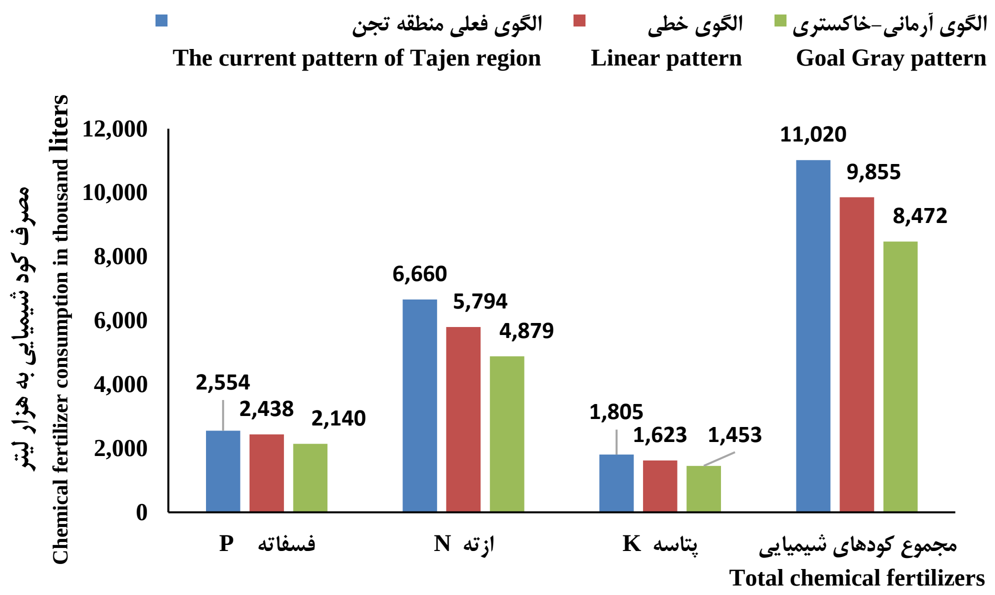
شکل ۲- مقدار سود ناخالص در الگوهای مختلف کشت

Figure 2- The amount of gross profit in different cropping patterns

جدول ۳- میزان صرفه‌جویی در مصرف نهاده‌های شیمیایی در الگوهای مختلف کشت (درصد)

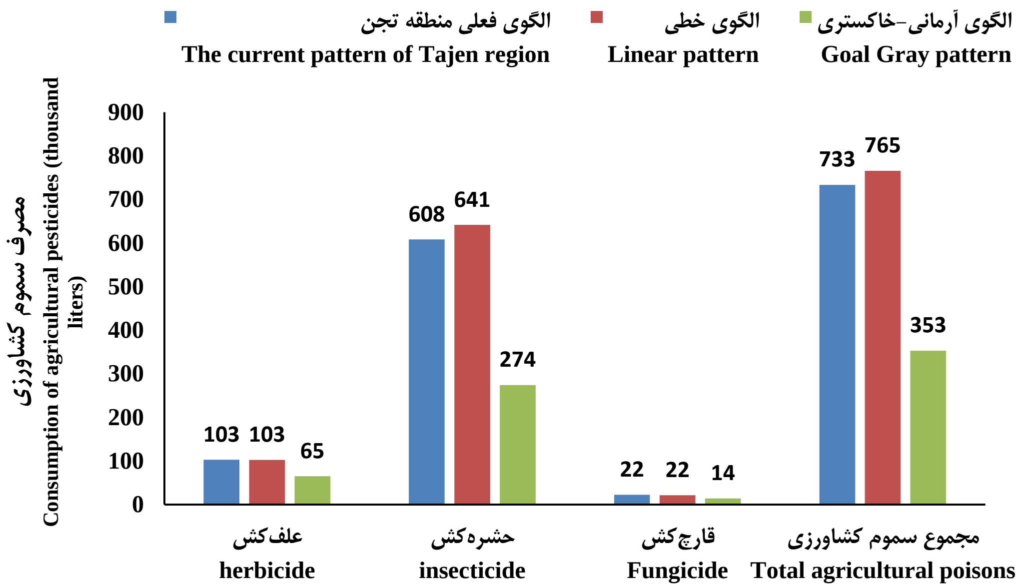
Table 3- The amount of saving in the consumption of chemical inputs in different cropping patterns (%)

نام نهاده Crops	الگوی کشت خطی Linear cropping pattern	الگوی کشت آرمانی-خاکستری Goal-Gray cropping pattern
کود فسفاته Phosphate fertilizer	-5	[-30,-2]
کود ازته Nitrogen fertilizer	-13	[-46,-8]
کود پتاسه Potash fertilizer	-10	[-39,-1]
سم علف‌کش Herbicide poison	0	[-70,-3]
سم حشره‌کش Insecticide poison	5	[-95,-15]
سم قارچ‌کش Fungicide poison	0	[-12,91]
آب آبیاری سالانه Annual irrigation water	-2	[-54,11]



شکل ۳- میزان مصرف کودهای شیمیایی در الگوهای مختلف کشت

Figure 3- The consumption of chemical fertilizers in different cropping patterns



شکل ۴- میزان مصرف سموم کشاورزی در الگوهای مختلف کشت

Figure 4- The consumption of agricultural pesticides in different cropping patterns

جدول ۳ و شکل ۴ نشان داد میزان مصرف سم علف‌کش و قارچ‌کش در مدل خطی دقیقاً معادل مدل فعلی منطقه بود. با این حال اجرای این الگو منجر به افزایش ۵ درصدی سم حشره‌کش شد. علاوه بر این، با اجرای مدل آرمانی-خاکستری مصرف سموم کشاورزی به‌طور متوسط از ۷۳۳ به ۳۵۵ هزار لیتر کاهش یافت (تقریباً نصف مصرف فعلی). در ادامه شکل ۵ میزان مصرف آب آبیاری سالانه را در صورت اعمال الگوهای مختلف کشت نشان می‌دهد.

جدول ۳ و شکل ۵ نشان داد میزان مصرف آب آبیاری در مدل خطی، ۲ درصد کمتر از مدل فعلی منطقه بود. با این حال در مدل آرمانی-خاکستری میزان مصرف این نهاده مهم توانست تا ۵۴ درصد کاهش و یا تا ۱۱ درصد افزایش یابد (با توجه به شرایط اقتصادی و آب و هوایی حاکم)؛ اما به‌طور میانگین میزان صرفه‌جویی در مصرف

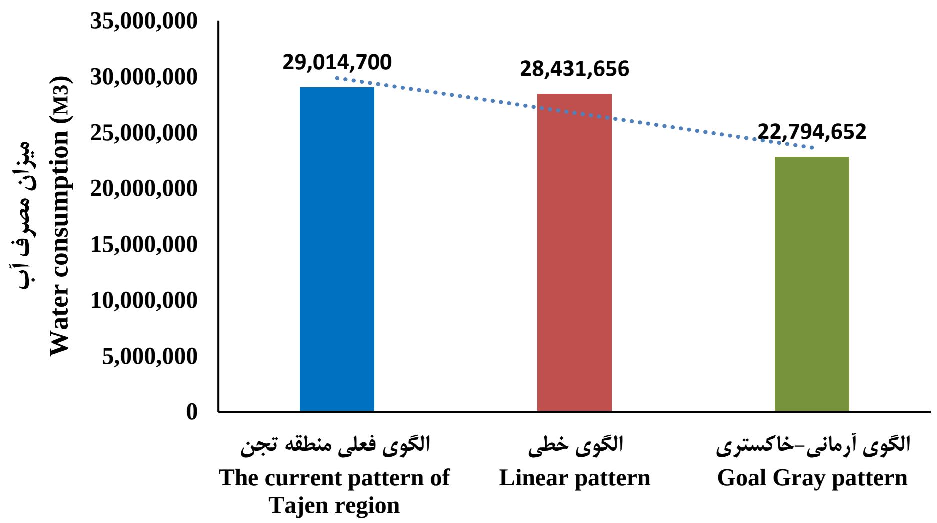
آب ۲۰ درصد بود. در ادامه سطح کشت محصولات منتخب بر مبنای مدل تلفیقی آرمانی-خاکستری مطابق با شکل ۶ می‌باشد.

شکل ۶ نشان از آن دارد سطح زیرکشت فعلی محصولات زراعی جو و برنج دانه‌بلند مرغوب در بازه پیشنهادی الگوی کشت به‌دست‌آمده توسط مدل آرمانی-خاکستری با لحاظ‌نمودن آرمان‌های اقتصادی و محیط‌زیستی قرار دارد اما در مورد محصولات گندم، ذرت دانه‌ای، کلزا و برنج دانه‌بلند پرمحصول این موضوع صادق نیست.

نتیجه‌گیری

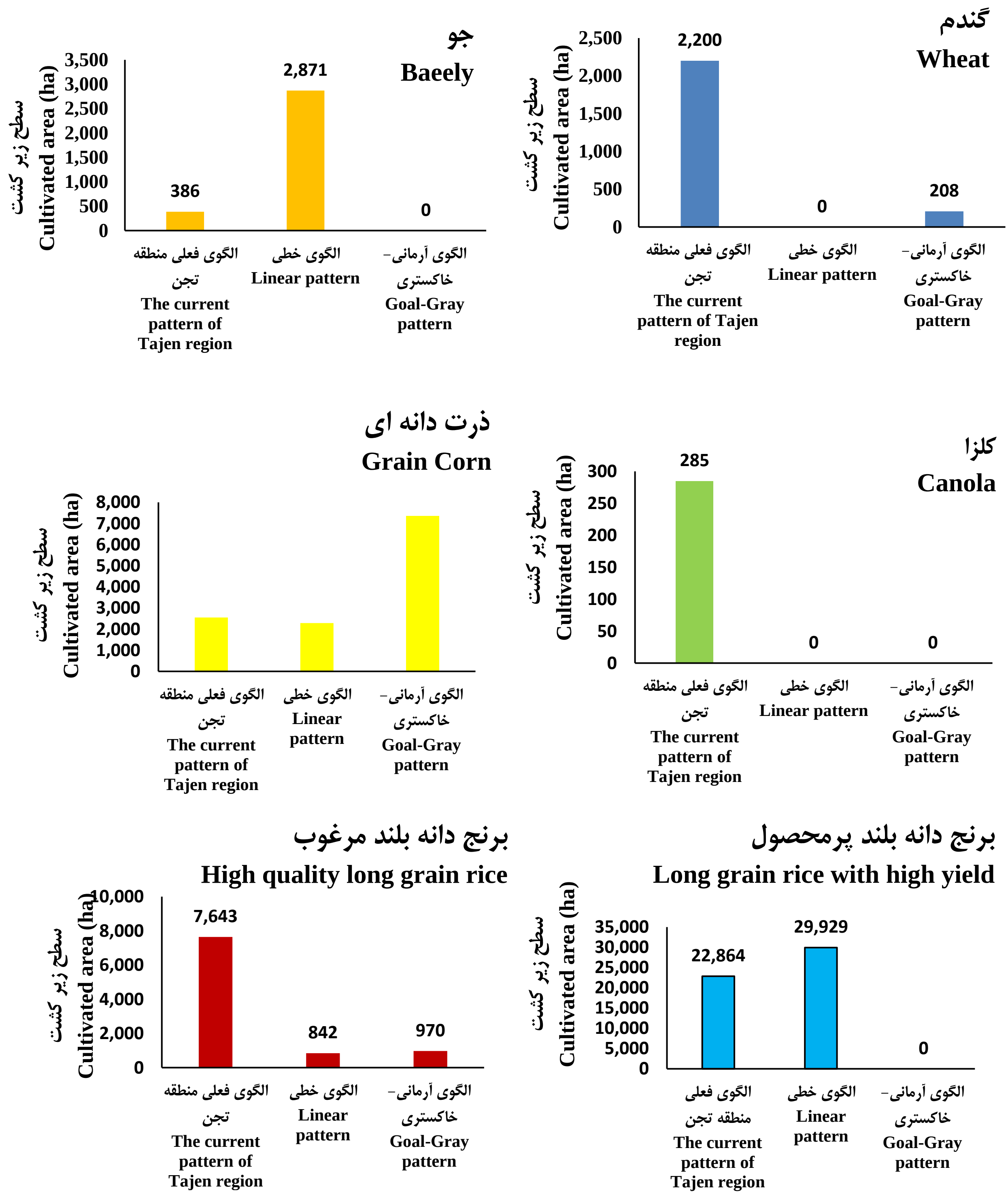
الگوی بهینه کشت به‌معنای جانمایی صحیح تولید بر اساس پتانسیل‌های طبیعی، اقتصادی و سیاست‌های استراتژیک کشور است و هدف از تدوین آن در گام نخست انجام نوعی از آمایش سرزمین در بخش کشاورزی است. طراحی الگوی کشت طی سال‌های اخیر یکی از چالش برانگیزترین مباحث مطرح‌شده در حوزه کشاورزی کشور بوده و بعد از هدفمندسازی یارانه‌ها، دومین برنامه مهم از سوی وزارت جهاد کشاورزی ابلاغ شده است. با این حال، با توجه به ناپایداری شرایط آب و هوایی و متغیرهای اقتصادی، هیچ برنامه بهینه‌ای نمی‌تولند حتی برای یک کشاورز معین تا مدت زیادی بهینه باقی بماند. ضمن آنکه چنانچه اگر در الگوی پیشنهادی فقط به اهداف کلان توجه شده باشد؛ کشاورزان خرده مالک بدون دریافت سوبسید و حمایت‌های تشویقی تمایلی به تبعیت از الگوی کشت پیشنهادی نخواهند داشت. در این راستا، مطالعه حاضر با هدف لحاظ‌نمودن عدم قطعیت در دستیابی به اهداف خرد (افزایش درآمد کشاورزان) و کلان (حفظ محیط‌زیست) انجام شد.

نتایج نشان داد با اعمال مدل تلفیقی آرمانی-خاکستری سطح مطلوب آرمان (۱) حاصل نمی‌شود؛ با این‌حال میزان سود ناخالص ایجادشده ۲ درصد بیشتر از الگوی فعلی منطقه خواهد بود. ضمن آنکه به‌طور متوسط ۲۳، ۵۲ و ۲۱ درصد صرفه‌جویی در مصرف کودهای شیمیایی، سموم کشاورزی و آب آبیاری ایجاد می‌شود که با نتایج مطالعات ذیل تطابق دارد: باقری و همکاران (Bagheri *et al.*, 2023) با کاربرد مدل برنامه‌ریزی فازی خاکستری در تعیین الگوی کشت شهرستان جیرفت دریافتند تدوین الگوی کشت با این روش منجر به کاهش آلودگی و میزان مصرف آب می‌گردد. کلاهی و همکاران (Kolahi *et al.*, 2023) با استفاده از روش برنامه‌ریزی چندهدفه به بررسی الگوی کشت خراسان رضوی پرداختند. یافته‌ها حاکی از آن بود که بیش از ۵۷ درصد میزان مصرف آب مجازی با ترکیب دو آرمان حداقل‌سازی آب مجازی و حداکثر سازی سود اقتصادی کاهش می‌یابد. بالوی و همکاران (Balovi *et al.*, 2022) به بررسی الگوی کشت شهرستان ورامین پرداختند. نتایج نشان از کاهش ۵/۵ درصدی ردپای آب الگوهای بهینه تحت آرمان همزمان سود و ریسک در مقایسه با الگوهای کشت فعلی منطقه داشت.



شکل ۵- میزان مصرف آب آبیاری سالانه در الگوهای مختلف کشت

Figure 5- The consumption of agricultural pesticides in different cropping patterns



شکل ۶- دامنه سطح کشت محصولات منتخب منطقه تجن در الگوهای مختلف کشت

Figure 6- The range of cultivation area of selected products of Tajen region in different cropping patterns

با توجه به نتایج حاصـله پیشـنهادات کاربردی ذیل ارائه می‌گردد:

اولاً؛ در این مطالعه مدل برنامه‌ریزی خطی بر اسـاس شـرایط فعلی حوضه تجن تهیه شده است. لیکن نمی‌تواند برنامه مناسبی در شرایط ترسالی/خشکسالی یا در شرایط رونق/رکود اقتصادی یا مازاد/کمبود نهاده‌های تولیدی به کشاورزان ارائه نماید؛ ضمن آنکه مطابق با شکل ۲ حد بالا، حد پایین و در نتیجه حد متوسط بازده برنامه‌ای ناخالص در

الگوی کشت حاصل از مدل برنامه‌ریزی آرمانی-خاکستری به‌ترتیب برابر ۲۱۳۴۶، ۳۳۷۸ و ۱۲۳۶۲ میلیارد ریال است. بدین ترتیب، مطابق با رابطه (۴) درجه خاکستری برابر با ۱۴۵/۳ محاسبه می‌شود که نشان از معتمدبودن نتایج این مدل دارد. ثانیاً؛ اجرای الگوی کشت از سوی زارعین نیازمند ایجاد اطمینان خاطر در آنان جهت دریافت سود بیشتر است. مطابق با نتایج این مطالعه اجرای الگوهای کشت بهینه منجر به افزایش سود ناخالص می‌گردد. به‌طوری‌که افزایش متوسط سود ناخالص ۱۴ و ۱۳ درصدی به‌ترتیب از پیاده‌سازی مدل‌های برنامه‌ریزی خطی و آرمانی-خاکستری حاصل می‌شود؛ لذا پیشنهاد می‌شود مروجان بخش کشاورزی منافع درآمدی و هزینه‌ای حاصل از اجرای الگوهای کشت بهینه را برای زارعین منطقه تجن تشریح نمایند؛ زیرا تغییر رفتار کشاورزان بدون ایجاد اطمینان از جبران منافع اقتصادی میسر نخواهد بود. درآمد حاصل از کشت در بسیاری از موارد تکافوی جبران هزینه‌های تأمین نهاده و اجرای اراضی و حصول سود مکفی برای کشاورز را نمی‌دهد. در چنین شرایطی چنانچه تضامین مشخصی برای جبران عدم‌النفع و خسارت‌های احتمالی کشاورزان اندیشیده نشود بسیج عمومی به‌منظور اجرای الگوی کشت صورت نخواهد گرفت. در این راستا، ترویج مبارزه بیولوژیک با آفات و توزیع نهاده‌های زیستی جهت کنترل مصرف نهاده‌های شیمیایی و کاهش هزینه‌ها می‌تواند راهگشا باشد. ثالثاً؛ نتایج مدل‌های برنامه‌ریزی مبین آن است که در منطقه تجن مصرف بیش از نیاز کود وجود دارد؛ لذا در راستای کاهش زیان‌های وارده به محیط زیست، آب‌های زیرزمینی و شیوع بیماری‌ها، توصیه می‌شود سیاست‌گذاری‌ها به‌سمت کاهش دسترسی به این نهاده باشد. رابعاً؛ نتایج مدل‌های برنامه‌ریزی حاکی از آن است که در منطقه تجن منابع آبی اسراف می‌شوند؛ به‌طوری‌که اعمال هر کدام از الگوهای بهینه می‌تولند منجر به تحقق حفظ ذخایر منابع آبی تجن گردد؛ لذا توصیه می‌شود تخصیص آب به بخش کشاورزی با اندیشه برداشت کمتر از منابع آبی انجام گیرد.

علاوه بر این با توجه به نتایج حاصله پیشنهادهای زیر برای بهبود و ارتقای تحقیقات آتی ارائه می‌گردد. عدم وجود اطلاعات دقیق از منابع آب قابل برنامه‌ریزی سطحی و زیرزمینی و همچنین عدم دسترسی به آمار نهاده‌های توزیعی به تفکیک حوضه، سبب تدوین الگوی کشت بر اساس داده‌های مخدوش و قدیمی شده است. لذا توصیه می‌گردد با طراحی شبکه هوشمند متصل به داده‌های هواشناسی و زراعی جهت به‌روزرسانی داده‌ها، الگوی کشت مجدد بازنویسی شود. مدل تلفیقی آرمانی-خاکستری این مطالعه بر اساس میانگین داده‌های سری زمانی پنج‌ساله تدوین شده است. توصیه می‌شود الگوی بلندمدت ده ساله نیز جهت مقایسه با الگوی فعلی تهیه شود.

سپاسگزاری

از کارشناسان سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران و مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان ساری و همچنین کارشناسان شرکت آب منطقه‌ای استان که در جمع‌آوری داده‌ها همکاری داشته‌اند، تشکر می‌شود. ضمن آنکه این مقاله برگرفته از نتایج اولیه رساله دکتری با حقوق مادی و معنوی مرتبط با دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شده است؛ که بدین وسیله از آن دانشگاه تقدیر به‌عمل می‌آید.

References

1. Akbari, N., ZahediKeyvan, M., & ZahediKeyvan, M. (2009). Risk determination of cultivated crops in Hamadan province with use mathematical programming with attention to risk and uncertainty conditions. *Agricultural Economics and Development*, *16*(4), 63-82. https://doi.org/10.30490/aead.2009.58856
2. Amoozad Mahdiraji, H., Mokhtarzade, N., & Radmand, S. (2017). A Hybrid Model of Grey Fuzzy Goal Programming in Project Time, Cost, Risk and Quality Tradeoff. *Journal of Industrial Management Perspective*, *7*(3), 47-80. https://jimp.sbu.ac.ir/article_87194_c735b2d5e74b07fe431fa334cd3490cf.pdf
3. Mazandaran Regional Water Authority. (2022). *Water resources assessment report*. https://www.mzrw.ir.
4. Babakhani, B., Roghanian, E., & Azarnia, S. (2013). Using linear goal programming approach in quality function deployment method in grey conditions (Case study: Checking quality of olive oil). *Journal of Industrial Strategic Management*, *24*(8), 145-158. http://sanad.iau.ir/fa/Article/923531
5. Bagheri, A., Mohammadi, H., Dehbashi, V., & Mehdizadeh, R. M. J. (2023). Determining the optimal cultivation pattern of agricultural products in Jiroft city with the approach of reducing pollution and water consumption. *Scientific & Research Journals Mnagement System*, *5*(1), 1-21. https://doi.org/10.30495/jest.2023.62839.5481
6. Balovi, F., Liaghat, A., & Ebrahimian, H. (2022). Estimation of water footprint in current cropping patterns and its reduction capacity in optimal patterns under multiple goals conditions (Case study; Varamin region). *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, *53*(4), 987-999. https://doi.org/10.22059/ijaedr.2022.338478.669130

7. Basumatary, U.R., & Mitra, D. (2022). Application of intuitionistic fuzzy optimization techniques to study multi-objective linear programming in agricultural production planning in Baksa district, Assam, India. *Advanced Apply Mathmatical Science*, *21*(6), 3011-3028.
8. Dadkhah, S. (2022). Determining the cropping pattern of crops in Tehran province under conditions of uncertainty. Master's thesis. Faculty of Agricultural Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan.
9. Iranian Islamic Council Research Center. (2023). *Law on economic, social and cultural development programs of the Islamic Republic of Iran*. http://www.majlis.ir
10. National Center for Weather and Climate Change. (2023). *Drought crisis management report*. https://nacc.doe.ir
11. Ganesan, K. (2007). On some properties of interval matrices. *Journal Comp Mathematical Science*, *1*, 2.
12. Ghaffari-Hadigheh, A.R. (2016). Proposing two linear programming models in uncertain environment [Research]. *Journal of Operational Research and Its Applications*, *13*(3), 27-51. http://jamlu.liau.ac.ir/article-1-1398-en.html
13. Mardani Najafabadi, M., Abdeshahi, A., & Shirzadi Laskookalayeh, S. (2020). Determining the optimal cropping pattern with emphasis on proper use of sustainable agricultural disruptive inputs: Application of robust multi-objective linear fractional programming. *Journal of Agricultural Scince and Sustainble Production*, *30*(1), 241-256. https://sustainagriculture.tabrizu.ac.ir/article_10422_7159d7b2884f699491e164c8b7f43ec6.pdf
14. Ministry of Agriculture Jahad. (2022). *Vice President of Information and Communication Technology Center Statistics*. www.maj.ir
15. Ko, A.S., & Chang, N.-B. (2008). Optimal planning of co-firing alternative fuels with coal in a power plant by grey nonlinear mixed integer programming model. *Journal of Environmental Management*, *88*(1), 11-27.
16. Kashiri Kolaei F., Hosseini Yekani, S.A., & Mojaverian. S.M. (2021). The application of uncertainty theory in optimization of cropping pattern in Sari Goharbaran. *Eqtesad-E Keshvarzi va Towse'e*, *29*(113), 57-92.
17. Kolahi, M., Hosseinali, F., & Karimaei Tabarestani, M. (2023). Determining the optimal cultivation pattern by considering the concept of virtual water and economic benefits (Case Study: Omrani Plain in Khorasan Razavi). *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*, *16*(6), 1221-1232. https://idj.iaid.ir/article_163507_8ea33ba349259d99f8ac0493901cf1ce.pdf
18. Li, M., Xu, Z., Jiang, S., Zhuo, L., Gao, X., Zhao, Y., Liu, Y., Wang, W., Jin, J., & Wu, P. (2021). Non-negligible regional differences in the driving forces of crop-related water footprint and virtual water flows: A case study for the Beijing-Tianjin-Hebei region. *Journal of Cleaner Production*, *279*, 123670.
19. Mardani Najafabadi, M., Abdeshahi, A., & Shirzadi Laskookalayeh, S. (2020). Determining the optimal cropping pattern with emphasis on proper use of sustainable agricultural disruptive inputs: Application of Robust multi-objective linear fractional programming. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Producton*, *30*(1), 241-256. https://sustainagriculture.tabrizu.ac.ir/article_10422_7159d7b2884f699491e164c8b7f43ec6.pdf
20. Mazandaran Province Agricultural Jihad Organization. (2022). *Economic statistics*. https://jkmaz.ir
21. Mohseni, S., & Nabiyyan, S. (2017). Determining the cropping pattern using gray programming. *Third International Conference on Environmental Engineering.*
22. Razavi Hajiagha, S.H., Amoozad Mahdiraji, H., Akrami, H., & Hashemi, S.S. (2013). Topsis- based non-Iinear programming model for calculating the Ideal weights of the decision. *Industrial Management Studies*, *11*(29), 21-39. https://jims.atu.ac.ir/article_1249_484767ac515640abc96d5393ec4dffae.pdf
23. Sabzevari, A., Rajabipour, A., Bagheri, N., & Omid, M. (2020). Determining the cropping pattern of agricultural products as a strategy to reduce food security disaster in Iran. *Environmental Management Hazards*, *7*(1), 23-38. https://doi.org/10.22059/jhsci.2020.298174.542
24. Sengupta, A., Pal, T.K., & Chakraborty, D. (2001). Interpretation of inequality constraints involving interval coefficients and a solution to interval linear programming. *Fuzzy Sets and systems*, *119*(1), 129-138. https://doi.org/10.1016/S0165-0114(98)00407-2
25. Soleymani Nejad, S., Dourandish, A., Sabouhi, M., & Banayan Aval, M. (2019). The effects of climate change on cropping pattern (Case study: Mashhad plain). *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, *50*(2), 249-263. https://doi.org/10.22059/ijaedr.2019.237998.668461

26. Solimani, M., Rahimi, D., & Yazdanpanah, H. (2021). Climate change adaptation strategy in agriculture (Rostam County). *Journal of Natural Environmental Hazards*, *10*(29), 19-32. https://doi.org/10.22111/jneh.2020.32681.1598
27. Soltani, A., Alimagham, S., Nehbandani, A., Torabi, B., Zeinali, E., Zand, E., Vadez, V., Van Loon, M., & Van Ittersum, M. (2020). Future food self-sufficiency in Iran: A model-based analysis. *Global Food Security*, *24*, 100351. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100351
28. Copernicus Climate Data Store. (2023). *Copernicus Climate Data Store* https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/ecv-for-climate-change?tab=form
29. Yazdi, M., & Sohrabi, R. (2021). *Multi-objective decision-making and goal planning along with Lingo and Excel software training*. Publication of Termeh, Tehran. https://www.termehbook.com/

Contents

Agricultural Economics & Development

(AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY)

Vol. 38 No.3 2024

Published by: Ferdowsi University of Mashhad (College of Agriculture) Iran.

Editor in charge: Valizadeh, R. (Ruminant Nutrition)

General Chief Editor: Shahnoushi, N(Economics & Agricultural)

Publisher: Ferdowsi University of Mashhad (College of Agriculture).

Address: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

P.O.BOX: 91775- 1163

Fax: +98 -0511- 8787430

E-Mail: Jead2@um.ac.ir

Web Site: https://jead.um.ac.ir/

Ferdowsi University of Mashhad
Vol. 38 No. 3
2024

Journal of Agricultural Economics and Development

(Agricultural Sciences and Technology)

ISSN:2008-4722

Contents