



## Explaining Water Security Components and Proposing Management Strategies in the Agricultural Sector: A Case Study of Lorestan Province, Iran

| Article Info                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ABSTRACT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Article type:</b> Research Article                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>Water security means ensuring sustainable access to sufficient and safe water for various uses, while population growth and increased consumption have put pressure on water resources. This research examines key strategies for maintaining water security by focusing on its fundamental components. The study population consisted of experts from the Agricultural Jihad Organization of Lorestan Province, totaling approximately 130 individuals, from which a sample size of 97 was estimated using Krejcie and Morgan's table. The research tool was a two-part questionnaire: one part included the demographic characteristics of respondents, and the other part pertained to the main components of water security, with indicators provided for each component. The validity of the questionnaire was confirmed by professors from the Department of Agricultural Management and Development at the University of Tehran, and its reliability was assessed using Cronbach's alpha. Data analysis was performed using Smart PLS3 software. The results showed that the consumption component had the greatest impact on water security with a path coefficient of 0.769, followed by the economic capacity to supply water with a coefficient of 0.706, the sustainability or continuity of water access with 0.657, the availability of water resources with 0.593, and the physical access to water with 0.592. Given the importance of these five components of water security for preserving water resources, proposed strategies include improving water consumption management methods, adopting modern irrigation techniques, and investing in water infrastructure to ensure sustainable access to water.</p> |
| <b>Article history:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Received:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Revised:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Accepted:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Keywords:</b><br><i>Access to water,<br/>Water resources,<br/>Water consumption,<br/>Agriculture,<br/>Economic capacity</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>Cite this article: Farashi, Z., Shabanali Fami, H., Asadi, A., &amp; Barati, A. A. (2025). Explaining the components of water security and presenting management strategies in the agricultural sector: A case study of Lorestan Province. <i>Iranian Journal of Water and Soil Research</i>, 56(2), 281-291.<br/><a href="https://doi.org/10.22059/ijswr.2024.384441.669822">https://doi.org/10.22059/ijswr.2024.384441.669822</a><br/>© The Author(s). Publisher: The University of Tehran Press.<br/>DOI: <a href="https://doi.org/10.22059/ijswr.2024.384441.669822">https://doi.org/10.22059/ijswr.2024.384441.669822</a></p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

### EXTENDED ABSTRACT

#### Introduction

Water security, as one of the main pillars of food security and sustainable development, plays a vital role in meeting the needs of human societies. Given the increasing challenges posed by climate change, population growth, excessive water resource consumption, and water pollution, the preservation and sustainable management of water resources have become a global necessity. In this regard, this research, by proposing effective solutions to enhance water security, can significantly contribute to ensuring food security and environmental sustainability.

#### Method

To achieve this objective, the present study was conducted in Lorestan Province, located in western Iran, from 2024 to 2025. In this study, water security was examined through five main components. The statistical population of this research consisted of 130 (N=130) experts from the Agricultural-Jihad Organization of Lorestan Province, including specialists in water and soil affairs, agronomy, horticulture, agricultural extension, and other agricultural subsectors. Out of them, 100 individuals (n=100) were selected as a sample through purposive sampling and surveyed. The data were collected through face-to-face interviews and a researcher-made questionnaire. The validity of the water security solutions scale was confirmed by a panel of expert judgment after designing the questionnaire in the Department of Agricultural Management and Development at the University of Tehran. To assess the reliability of the questionnaire, both Cronbach's alpha and composite reliability (CR) indices were used, which were at an acceptable level (above 0.7).

#### Results and Discussion



The water consumption component with a coefficient of 0.769 has the greatest impact on water security, as excessive water consumption, particularly in the agricultural sector, places significant pressure on water resources. Therefore, the use of modern irrigation technologies contributes to optimal water usage. Additionally, economic capacity to supply water and develop water infrastructure plays a key role in water security. This component, with its optimal coefficient, is crucial for water security. Water sustainability, with a coefficient of 0.657, ensures that water is reliably available to communities. Physical access to water, with a coefficient of 0.592, is associated with the construction of piped water distribution networks and related facilities and is one of the key factors in water security. Finally, the availability of water resources is a fundamental basis for sustainable water management, and this component, with a coefficient of 0.593, plays a significant role in water security. The water consumption component with a coefficient of 0.769 has the greatest impact on water security, as excessive water consumption, particularly in the agricultural sector, places significant pressure on water resources. Therefore, the use of modern irrigation technologies contributes to optimal water usage. Additionally, economic capacity to supply water and develop water infrastructure plays a key role in water security. This component, with its optimal coefficient, is crucial for water security. Water sustainability, with a coefficient of 0.657, ensures that water is reliably available to communities. Physical access to water, with a coefficient of 0.592, is associated with the construction of piped water distribution networks and related facilities and is one of the key factors in water security. Finally, the availability of water resources is a fundamental basis for sustainable water management, and this component, with a coefficient of 0.593, plays a significant role in water security.

## Conclusions

Management and improvement of water security require attention to five key components, each of which plays a vital role in ensuring sustainable access to water for communities and ecosystems. In this regard, the following recommendations are proposed. First, optimizing water consumption by promoting the use of low-consumption technologies in the agricultural, industrial, and domestic sectors, along with raising public awareness about the importance of conservation and implementing policies such as consumption-based pricing, can help reduce water demand. Second, physical access to water should be improved by developing water distribution infrastructure, especially in deprived areas, and ensuring equitable water distribution for all communities, particularly vulnerable groups, through the establishment of emergency water storage systems. Third, the sustainability of water resources should be ensured by protecting surface and groundwater from pollution, managing industrial and agricultural waste, and implementing water resources restoration projects such as wetlands and aquifers. Fourth, the economic capacity to provide water should be strengthened by attracting public and private investments, setting realistic water prices, and offering subsidies or support programs to ensure access to water for all. Fifth, the availability of water resources should be enhanced by utilizing unconventional sources such as recycled water and desalination, establishing monitoring and forecasting systems for better water resource management under climate change conditions, and cooperating with neighboring countries for the management of shared water resources.

## Author Contributions

The study was conceptualized by Zeinab Farashi, Hossein Shabanali Fami, Ali Asadi and Aliakbar Barati who also provided oversight for project administration and funding acquisition. The methodology was developed by Zeinab Farashi, Hossein Shabanali Fami, Ali Asadi and Aliakbar Barati, while the software utilized for data analysis was also implemented by Zeinab Farashi. Validation of the findings involved all authors ensuring the robustness of the results. The formal analysis and investigation were conducted by Zeinab Farashi, who also managed the resources and data curation essential for the research. The original draft of the manuscript was prepared by Zeinab Farashi, Hossein Shabanali Fami and Aliakbar Barati, followed by comprehensive writing—review and editing conducted by all authors. Visualization of the data was performed by Zeinab Farashi. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

## Data Availability Statement

The data that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

## Acknowledgement

The authors would like to thank Department of the Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran for providing some of required cooperation and assistance.

## Ethical considerations

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

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

## تبیین مولفه‌های امنیت آبی و ارائه راهکارهای مدیریتی در بخش کشاورزی: مورد مطالعه استان لرستان، ایران

### اطلاعات مقاله

#### چکیده

امنیت آبی به معنای تضمین دسترسی پایدار به آب کافی و سالم برای مصارف مختلف است. در حالی که رشد جمعیت و افزایش مصرف، منابع آبی را تحت فشار قرار داده است. این تحقیق به بررسی راهکارهای کلیدی حفظ امنیت آبی با توجه به مؤلفه‌های اساسی آن می‌پردازد. جامعه مورد مطالعه کارشناسان سازمان جهاد کشاورزی استان لرستان است که حدود ۱۳۰ نفر می‌باشد که از این تعداد با استفاده از جدول کرجسی و مورگان نمونه‌ای به حجم ۹۷ نفر برآورد شد. ابزار تحقیق پرسشنامه‌ای دو بخشی بود، یک بخش شامل ویژگیهای جمعیت‌شناختی پاسخگویان و یک بخش مربوط به مؤلفه‌های اصلی امنیت آبی می‌باشد که در هر مؤلفه شاخص‌هایی ارائه شده است. روایی پرسشنامه با نظر اساتید گروه مدیریت و توسعه کشاورزی دانشگاه تهران تایید شد و به منظور بررسی پایایی آن از آلفای کرونباخ استفاده گردید. به منظور تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Smart PLS استفاده گردید. نتایج تحقیق نشان داد که مؤلفه مصرف با ضریب مسیر ۰/۷۶۹ آب بیشترین تاثیر را بر امنیت آبی دارد. پس از آن مؤلفه توان اقتصادی تامین آب با ضریب مسیر ۰/۷۰۶، پایداری یا مقاوم دسترسی به آب با ضریب ۰/۶۵۷، موجود بودن منابع آب ۰/۵۹۳ و مؤلفه دسترسی فیزیکی به آب با مقدار ۰/۵۹۲ بر امنیت آب تاثیر می‌گذارد. با توجه به اهمیت مؤلفه‌های پنجگانه امنیت آبی جهت حفظ منابع آب اصلاح روش‌های مدیریت مصرف آب، استفاده از روش‌های آبیاری نوین و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آبی به منظور پایداری در دسترسی به آب از جمله راهکارهایی هستند که برای امنیت آبی پیشنهاد می‌گردد.

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت:

تاریخ بازنگری:

تاریخ پذیرش:

تاریخ انتشار:

واژگان کلیدی:

دسترسی به آب،

منابع آبی، مصرف

آب، کشاورزی، توان

اقتصادی

**استناد:** فراشی، زینب، شعبانعلی فمی، حسین، اسدی، علی، براتی، علی اکبر. (۱۴۰۴). تبیین مولفه‌های امنیت آبی و ارائه راهکارهای مدیریتی در بخش کشاورزی: مورد

مطالعه استان لرستان. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، ۵۶ (۲)، ۲۹۱-۲۸۱.

<https://doi.org/10.22059/ijswr.2024.384441.669822>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان .

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijswr.2024.384441.669822>



## مقدمه

رشد روزافزون جمعیت و افزایش تقاضا برای منابع آب، همراه با روش‌های سنتی کشاورزی و چالش‌های جهانی مهمی مانند تغییرات اقلیمی و خشکسالی، امنیت آبی به ویژه در بخش کشاورزی را به شدت تهدید می‌کند (Hemathilake & Gunathilake, 2022). بر اساس مطالعات، بخش عمده‌ای از منابع آب تا سال ۲۰۵۰ به دلیل افزایش جمعیت، توسعه شهرنشینی، ظهور فناوری‌های نوین و تغییر در عادات و الگوهای مصرف و تغییرات اقلیمی از دست می‌رود (FAO, 2014). علاوه بر این، روند نزولی سطح ایستابی منابع آب زیرزمینی به دلیل بهره‌برداری بی‌رویه از سفره‌های زیرزمینی، تشدید شده و کمبود آب زیرزمینی تجمعی (دوره ۱۳۷۳ تا ۱۳۹۳) از ۶۵ به ۱۰۹ میلیارد متر مکعب افزایش یافته است این وضعیت باعث شده، برداشت آب در ۲۹۱ سفره از ۶۰۹ سفره اصلی آبی ایران ممنوع شود. همچنین، مصرف آب کشاورزی از ۴۴ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۴۰ به ۸۰ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۸۰ و ۸۶/۵ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۸۹ افزایش یافته است (Moridi, 2017). همچنین، افزایش جمعیت با افزایش فشار بر منابع، روند توسعه کشاورزی و کاهش فقر را کندتر می‌کند که پیامدهای نگران کننده آن در مناطق بحرانی آشکارتر است (Zia et al., 2025)، علاوه بر این، میانگین میزان بارندگی ایران در بازه زمانی ۱۳۷۳ تا ۱۳۹۳ برابر با ۲۲۸ میلی‌متر در سال بوده است که ۶ درصد کمتر از میانگین بلندمدت (۲۴۲ میلی‌متر در سال) است. میانگین رواناب سطحی در این دوره ۵۲ میلیارد متر مکعب است که ۴۲ درصد کمتر از میانگین بلندمدت است (Moridi, 2017). عدم توزیع متوازن منابع آب در جغرافیای کشور، مدیریت نامناسب منابع آب، اسراف بخشی از آب مصرفی کشور ما را به این سو هدایت می‌کند که این مساله مشکلات گوناگونی را برای بخش‌های مختلف، به ویژه بخش کشاورزی ایجاد کرده است. بر اساس گزارش سازمان ملل متحد (UN-Water, 2013) در کشورهای متوسط تا کم درآمد حدود ۷۰ درصد منابع آب توسط بخش کشاورزی و زیر بخش‌های آن (دام و آبی) مورد استفاده قرار می‌گیرد، که ایران هم جزء این دسته کشورها می‌باشد. این عرضه محدود آب توسط جمعیت رو به رشد، تغییرات آب و هوایی و افزایش آلودگی آب تهدید می‌شود (ESCAP&WHO, 2020).

وابستگی بخش کشاورزی به منابع آبی به وضوح می‌تواند اهمیت امنیت آبی و تاثیر آن بر امنیت غذایی را مشخص کند. زیرا کشاورزی بیش از ۷۰ درصد از کل برداشت جهانی آب را به خود اختصاص می‌دهد (Kummu et al., 2016). بازتاب‌های کم‌آبی و بحران آب به ویژه در جوامع محلی و کشورهای در حال توسعه که اکثراً در وضعیت کم‌آبی به سر می‌برند بیشتر نمودی تنش آلود همراه با نزاع بر سر منابع آبی داشته‌اند.

در این میان، موقعیت جغرافیایی ایران به گونه‌ای است که کم‌بارش و کم‌آب است. ایران با مشکلات بی‌سابقه آب و هوایی از جمله خشک شدن دریاچه‌ها و رودخانه‌ها، طوفان‌های گرد و غبار، دمای بی‌سابقه، خشکسالی و سیل مواجه است. بر اساس مطالعات و پیش‌بینی‌های انجام شده، ایران در دوره ۲۰۲۵ تا ۲۰۴۹ با تغییرات قابل توجهی در شرایط آب و هوایی مواجه خواهد شد. این تغییرات شامل افزایش دماهای حداکثر و حداقل و همچنین تغییر در الگوهای بارندگی است. به طوری که دماهای حداکثر ممکن است تا ۲ درجه سلسیوس افزایش یابد و میانگین بارندگی سالانه در ایران ممکن است تا ۱۱۰ میلی‌متر کاهش یابد (Vaghefi et al., 2019). این کاهش بارندگی به معنای خشکسالی‌های طولانی‌مدت و کاهش دسترسی به منابع آب شیرین است. اگر چه میانگین بارندگی کاهش می‌یابد، اما احتمال وقوع بارش‌های شدید و ناگهانی افزایش می‌یابد. این بارش‌های شدید می‌توانند منجر به وقوع سیل‌های ناگهانی شوند. ترکیب دوره‌های خشک طولانی‌مدت با بارش‌های شدید متناوب، خطر وقوع سیل را افزایش می‌دهد و می‌تواند خسارات قابل توجهی به زیرساخت‌ها و جوامع وارد کند. بدون اقدامات سنجیده سازگاری، برخی از نقاط کشور ممکن است در آینده با قابلیت سکونت محدود مواجه شوند. این وضعیت گویای این واقعیت است که در کل مقدار کمی آب برای استفاده در اختیار ماست و تا بحال روش‌هایی در مقیاس وسیع که به صرفه باشد و محیط زیست را تخریب نکند برای استفاده از منابع آبی وجود نداشته است.

افزایش تقاضای جهانی برای آب، رشد جمعیت و تغییرات اقلیمی، دستیابی به امنیت آبی را به یکی از چالش‌های اصلی بسیاری از کشورهای در حال توسعه تبدیل شده است (Apraku et al., 2023). حدود ۸۰ درصد از جمعیت جهان با نوعی از ناامنی آبی مواجه هستند. این ناامنی می‌تواند به شکل کمبود آب، آلودگی منابع آبی، دسترسی نابرابر به آب سالم یا تأثیرات تغییرات اقلیمی بر چرخه آب باشد (Vörösmarty et al., 2010). کشاورزی به‌عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب شیرین در جهان شناخته می‌شود و حدود ۷۰ درصد از منابع آب جهانی را استفاده می‌کند (Ingrao et al., 2023). بر اساس گزارش هیئت بین دولتی تغییرات آب و هوایی سازمان ملل (IPCC) که توسط ۲۷۰ محقق از ۶۷ کشور مشترک تالیف شده است، جمعیت جهان توسط کمبود آب ناشی از رویدادهای شدید آب و هوایی تهدید می‌شود و روز به روز این رویدادها در حال بدتر شدن هستند. بر اساس این گزارش بیش از ۱۴ درصد از گونه‌های گیاهی و جانوری در جهان با افزایش دمای جهانی در معرض خطر انقراض قرار دارند. همچنین پیامدهای گرمایش جهانی ناشی از فعالیت‌های انسان از جمله کاهش عملکرد محصولات کشاورزی، مهاجرت‌ها و بحران‌های اجتماعی و وخامت سلامت روانی زنگ خطری برای جوامع آسیب‌پذیر در سراسر جهان است (IPCC, 2022).

کم‌آبی یکی از چالش‌های اساسی در دستیابی به اهداف مرتبط با امنیت غذایی و انرژی در بسیاری از مناطق جهان است (Singh, 2017). علاوه بر این، ناامنی آبی پایداری محیط زیست را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Pomeranz, 2013). بنابراین، دستیابی به امنیت آبی به بخش مهمی از اسناد توسعه بین‌المللی تبدیل شده است. از نظر شاخص امنیت آبی کسانی که در مناطق روستایی زندگی می‌کنند آسیب‌پذیرتر هستند، زیرا اقتصاد و معیشت آنها به شدت به بخش کشاورزی وابستگی دارد که آب در آن نقش مهمی دارد (Vaidya, 2015). نابرابری در دسترسی به آب در مناطق روستایی مشهودتر است به طوریکه در سطح جهان ۸۴٪ و ۷۲٪ روستائیان به ترتیب دسترسی مطمئن به آب آشامیدنی و تاسیسات بهداشتی ندارند (WHO/UNICEF, 2012). چنین نابرابری‌هایی اغلب از چشم‌انداز اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و سیاسی محلی ناشی می‌شوند و تحت تأثیر آن قرار می‌گیرند (Drew & Rai, 2016). این نابرابری‌ها اکنون به دلیل تغییرات آب و هوایی و رشد شهرنشینی در حال افزایش است و منابع آب، غذا و محیط زیست را به طور فزاینده‌ای تحت تأثیر قرار داده است (Immerzeel et al., 2010).

دستیابی به امنیت آبی برای خانوارها نه تنها نیازمند فراهم کردن الزامات لازم از سوی مدیران و کارشناسان در بخش‌های مدل‌سازی کمی سیستم‌های آب، بلکه مستلزم مدیریت بهره‌برداری و مصرف آب از سوی ذینفعان محلی از جمله کشاورزان است که به طور روزانه با مشکلات ناامنی آب و مدیریت آن مواجه هستند (El Ayni et al., 2013). اغلب اقدامات محلی توسط این ذینفعان می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر کل منابع آب داشته باشد، به طور مشابه، اقدامات منطقه‌ای توسط دولت (به عنوان مثال ساختن سدی برای نیروگاه‌های آبی) نیز می‌تواند بر امنیت آبی منطقه تأثیر بگذارد (Noga & Wolbring, 2013). بنابراین، ارزیابی امنیت آبی در مقیاس ملی ممکن است مشکلات مهم محلی را نشان ندهد (Vörösmarty et al., 2010). ذینفعان محلی منبع مفیدی از اطلاعات قابل اعتماد و بلندمدت در مورد منابع آب و سازگاری آن با تغییرات آب و هوایی هستند (Sen & Kansal, 2019). بدون شک، دانش و ادراک ذینفعان مکمل حمایت از دانش علمی بوده (Tengö et al., 2014)، راهبردهای مدیریتی را شکل می‌دهد. باید توجه داشت که راهبردهای خودگردان یا واکنشی<sup>۲</sup> پاسخ‌های خود به خودی به شوک‌های کوتاه‌مدت هستند. در حالی که راهبردهای برنامه‌ریزی‌شده پاسخ‌های بلندمدت، تطبیقی و پیش‌بینی‌کننده به هر کاهش آب یا امنیت آبی مورد انتظار هستند (Sen & Kansal, 2019). به عنوان مثال



سیستم‌های تلفیقی آبی‌پروری - کشاورزی می‌توانند یک نظام تولید غذایی پایدارتر و انعطاف‌پذیر ایجاد کنند که قابلیت سازگاری مؤثر با شرایط متغیر اقلیمی و شرایط کم‌آبی را دارا می‌باشد (Goda et al., 2024). همچنین، کشت هیدرو پونیک برنج به عنوان روشی نوین، نقش حیاتی در افزایش عملکرد محصول و بهبود تاب‌آوری در شرایط تغییرات اقلیمی و خشکسالی از طریق ایجاد محیط‌های مناسب کشت در محیط کنترل شده ایفا می‌کند. این روش‌ها با بهره‌گیری بهینه‌تر از منابع آبی مانند دریاچه‌ها و مخازن، بهره‌وری کشاورزی و سلامت اکوسیستم را ارتقا می‌بخشد (Anurethaa et al., 2024). این شیوه‌های تولید که حاصل تجربیات چندنسلی است، نمونه‌ای بارز از سازگاری‌های خودگران یا واکنشی به مخاطرات محیطی مرتبط با نا امنی آبی محسوب می‌شود.

با توجه به وابستگی معیشت کشاورزان به منابع اولیه، جوامع محلی نیازمند راهبردهایی برای مقابله با کمبود آب هستند، چرا که خانوارهای کشاورز بیشترین تولیدکنندگان منابع غذایی کشاورزی می‌باشند. بنابراین، از عمده چالش‌هایی که در تولید غذا مورد توجه قرار می‌گیرد توجه به مسئله کم‌آبی است. این در حالی است که در بسیاری از مناطق، دسترسی به این منابع تهدیدی برای تولید مواد غذایی است (Nieder et al., 2018). نتایج مطالعات نشان داده، کم‌آبی تهدیدی جدی برای امنیت غذایی است. بخش کشاورزی بیشترین تولیدکننده غذا و بیشترین مصرف‌کننده منابع آبی است. افزایش تقاضا برای نیازهای غذایی بواسطه فشار بر منابع و الگوهای مصرف نادرست و افزایش فعالیت‌های کشاورزی به از بین رفتن بسیاری از پتانسیل‌های تولیدی منجر شده که همه این‌ها امنیت غذایی را به یک بحران جهانی در حال رشد تبدیل کرده است (Maleknia et al., 2017; Shiravand & Hosseini, 2020). جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ به حدود ۹/۷ میلیارد نفر می‌رسد، برای تغذیه این جمعیت، تولیدات کشاورزی باید با توجه به سطوح امروزی حدود ۵۰ درصد افزایش یابد. البته در صورت ادامه روند فعلی در تغییرات اقلیمی و به تبع آن کم‌آبی، بخش کشاورزی به دشواری قادر خواهد بود تعهدات خود را تحقق بخشد (Nadathur et al., 2017).

کشاورزی در کشورهای در حال توسعه به عنوان منبع حیاتی معیشت، بزرگ‌ترین تأمین‌کننده اشتغال روستایی و پایه‌ای برای تولید غذا است. با این حال، بی‌توجهی دولت‌ها به این بخش، کاهش فقر را تحت الشعاع قرار داده و اقتصاد مناطق روستایی، به‌ویژه در آسیا و آفریقا را تضعیف نموده است (Abdulrahman et al., 2025). این در حالی است که رشد کشاورزی شرط کلیدی برای کاهش فقر و تضمین امنیت غذایی است (Zia et al., 2025) و کاهش اهمیت نسبی آن چالش‌هایی مانند افزایش فقر و فشار بر منابع طبیعی (مانند منابع آبی) را در فرآیند توسعه و یا تأمین معیشت پایدار برای روستاییان و کشاورزان ایجاد کرده است. بنابراین، توسعه اقتصاد کشاورزی در مناطق روستایی می‌تواند فشار بر منابع طبیعی موجود در حوزه‌های آبخیز را کاهش دهد. لذا، لازم است با رویکرد پایدار از بخش کشاورزی منطقه مورد مطالعه حمایت شود (چمن پیرا و همکاران، ۱۴۰۳). بنابراین، حمایت پایدار از کشاورزی نه تنها معیشت روستایی را بهبود می‌بخشد، بلکه تولید غذا و حفظ منابع طبیعی را نیز تضمین می‌کند (Abdulrahman et al., 2025). بنابراین، یکی از موضوعاتی که در آینده مطرح خواهد شد، حل مشکلات مربوط به امنیت آبی از دیدگاه نهادی، ساختاری، قانونی و ظرفیت‌سازی خواهد بود (Moridi, 2017).

استان لرستان یکی از مناطقی است که با وجود دارا بودن ۱۲ درصد کل آبهای جاری کشور، در بسیاری از فصول سال همچنان دچار کمبود آب است. میانگین بارندگی استان لرستان حدود ۴۷۰ تا ۵۸۰ میلی لیتر برآورد شده است که این حجم بارندگی می‌تواند پتانسیل مناسبی برای تولیدات بخش کشاورزی استان ایجاد کند (Ghanbarpouri et al., 2023). بیش از ۴۰ درصد اقتصاد استان لرستان وابسته به تولیدات کشاورزی است که نسبت به سرشماری‌های گذشته ۱۰ درصد کاهش داشته است. نتیجه این فرآیند کاهش اشتغال در بخش کشاورزی و سرمایه‌گذاری اندک در مدیریت پایدار زمین بوده است که باعث کاهش تولیدات کشاورزی، افزایش فرسایش خاک و کاهش بهره‌وری کشاورزی شده است (کریم و طولابی نژاد، ۱۴۰۰). همانطور که ذکر شد، امنیت آبی به عنوان یکی

از چالش‌های اساسی در بسیاری از مناطق جهان، به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک مطرح است. این مسئله به دلیل افزایش تقاضا برای آب، تغییرات اقلیمی، کاهش منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، و مدیریت ناکارآمد منابع آب، به ویژه در بخش کشاورزی، تشدید شده است. بنابراین، ارائه راهکارهایی برای بهبود امنیت آبی در این بخش از اهمیت بالایی برخوردار است. مطالعات پیشین که در جدول (۱) به اختصار به آن‌ها اشاره شده است، راهکارهایی را برای بهبود امنیت آبی در بخش کشاورزی ارائه نموده‌اند.

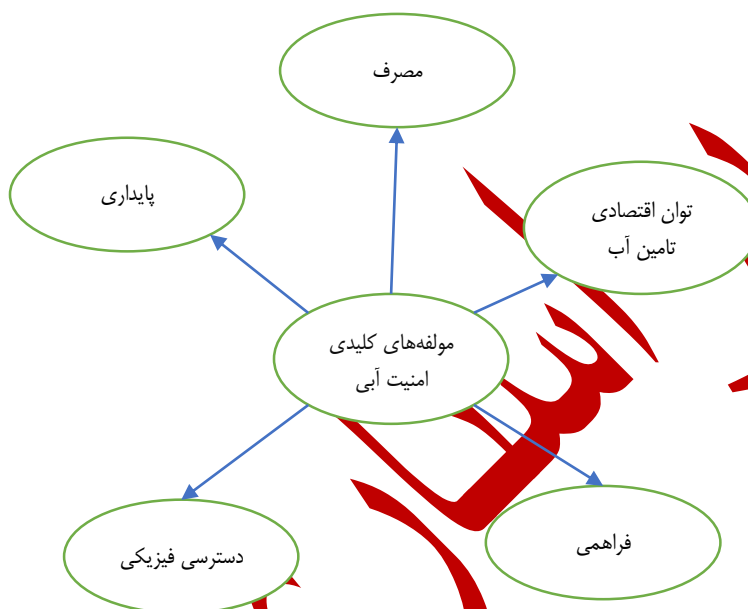
جدول ۱- مولفه‌های تبیین امنیت آبی در مطالعات پیشین

| زیرمولفه                      | متغیرها                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | منابع                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| فراهمی / موجود بودن منابع آب  | احداث سد و آب بند به منظور ذخیره آب و افزایش سطح آب سفره‌های زیرزمینی<br>پذیرش روش‌های مدیریت پایدار                                                                                                                                                                                                                                                                                    | یزدان (Noga & Wolbring, 2013);<br>(پرست و قربانی, ۱۴۰۳;<br>(Rezanezhad et al., 2018)                                                                                       |
| دسترسی فیزیکی به منابع آب     | اصلاح روش‌های مدیریت آب به منظور حفظ منابع آب زیرزمینی<br>تشویق مشارکت‌های عمومی در احیای روش‌های سنتی دسترسی به آب<br>اجرای برنامه‌های مدیریتی و زیرساختی در بهره‌برداری از منابع آب                                                                                                                                                                                                   | (Medeiros et al., 2017; Muñoz-Castillo et al., 2019; Zakeri et al., 2022); (Medeiros et al., 2017);<br>(Zeitoun, 2011)                                                     |
| پایداری یا تداوم دسترسی به آب | بهبود روش‌های آبیاری<br>سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آبی<br>ترویج مدیریت مشارکتی آب مبتنی بر همکاری اجتماعی کشاورزان در مدیریت آب<br>سرمایه‌گذاری در تحقیقات و نوآوری در حوزه بهبود تاب‌آوری کشاورزان در مقابل تنش آبی<br>معرفی فناوری‌های ارتباطی اطلاعاتی برای تسهیل دسترسی کشاورزان به اطلاعات آب و هوایی<br>فرستادن کودکان به مدرسه برای آموزش رسمی به عنوان یک سرمایه‌گذاری بلندمدت | (Chen et al., 2023); (Zakeri et al., 2022); (Rezanezhad et al., 2018);<br>(Corbari et al., 2019; Sanogo et al., 2015); (Opiyo et al., 2015)                                |
| توان اقتصادی تأمین آب         | سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و تجهیزات ذخیره‌سازی آب مانند سد و کانال‌ها آبی<br>استفاده از روش‌های آبیاری مدرن (قطره‌ای و بارانی)<br>تشویق مشارکت‌های مردمی برای سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آبی و مدیریت آب کشاورزی<br>دسترسی به اعتبارات و دارایی‌ها                                                                                                                                    | (Sinyolo et al., 2014; Yegbamey et al., 2014); (Ray & Shaw, 2019);<br>(Medeiros et al., 2017); (Sinyolo et al., 2014; Yegbamey et al., 2014);<br>(Rezanezhad et al., 2018) |
| مصرف آب                       | دیجیتالی کردن مدیریت آب کشاورزی با نصب کنتور روی چاه<br>تنوع محصول، استفاده از واریته‌هایی کمتر حساس به کم‌آبی<br>تغییر ساعات آبیاری به زمان‌های با تبخیر حداقلی مانند صبح یا عصر<br>استفاده از مالچ پلی اتیلن یا پوشش گیاهی برای کاهش تبخیر                                                                                                                                            | (Opiyo et al., 2015; Silvestri et al., 2012); (Rezanezhad et al., 2018)                                                                                                    |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بر اساس جمع‌بندی مطالعات انجام گرفته در حوزه امنیت آبی، وجود منابع آب کافی و پایدار، پایه‌ای اساسی برای دسترسی به آب و بهبود مصرف آن است. منابع آب سطحی و زیرزمینی باید به طور مستمر و یکپارچه مدیریت شوند تا از تخلیه بیش از حد و آلودگی جلوگیری شود. همچنین، ذخیره‌سازی آب‌های سطحی و روان‌آب‌ها می‌تواند به مهار آب‌های فصلی و کاهش هدررفت کمک کند. بنابراین، نظارت بر کیفیت آب و جلوگیری از آلودگی منابع آبی از طریق قوانین و مقررات سخت‌گیرانه ضروری است. بهبود الگوهای مصرف آب، به ویژه در بخش‌های کشاورزی، صنعتی و خانگی، نقش کلیدی در حفظ امنیت آبی دارد. استفاده بهینه از آب و کاهش هدررفت آن می‌تواند به حفظ منابع آبی کمک کند. توانایی مالی کشاورزان و سایر ذینفعان در تأمین آب و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آبی، مانند لوله‌کشی، احیای قنوات و نصب کنتورهای هوشمند، باعث بهبود دسترسی به آب و افزایش بهره‌وری کشاورزی می‌شود، از طرفی دسترسی به اعتبارات و تسهیلات مالی برای کشاورزان و صنایع می‌تواند انگیزه‌ای برای استفاده از فناوری‌های مدرن و کاهش هدررفت آب باشد. همچنین، تغییر ساعات آبیاری به زمان‌هایی که تبخیر و تعرق کمتر است (مانند شب‌ها)، می‌تواند در بهینه‌سازی مصرف آب مؤثر باشد. تنوع محصول و استفاده از واریته‌های کم‌آبر یا مقاوم به کم‌آبی از جمله راهکارهای مؤثر برای مقابله با چالش‌های ناشی از کمبود آب در کشاورزی است. این روش‌ها نه تنها به حفظ منابع آب کمک می‌کنند، بلکه می‌توانند بازدهی و

پایداری سیستم‌های کشاورزی را نیز افزایش دهند. با کشت چندین محصول، وابستگی به یک محصول خاص کاهش می‌یابد و ریسک تولید کم می‌شود. کشت محصولات مختلف باعث بهبود ساختار خاک، افزایش مواد آلی و کاهش فرسایش خاک می‌شود. در این تحقیق با استفاده از نظر کارشناسان بخش کشاورزی، آب، خاک و همچنین کشاورزان خبره به ارایه راهکارهایی برای بهبود امنیت آبی پرداخته شده است. بر این اساس، با استفاده از مولفه‌های اصلی امنیت آبی و راهکارهای ارایه شده در هر مولفه مدل مفهومی زیر طراحی شد (شکل ۱).



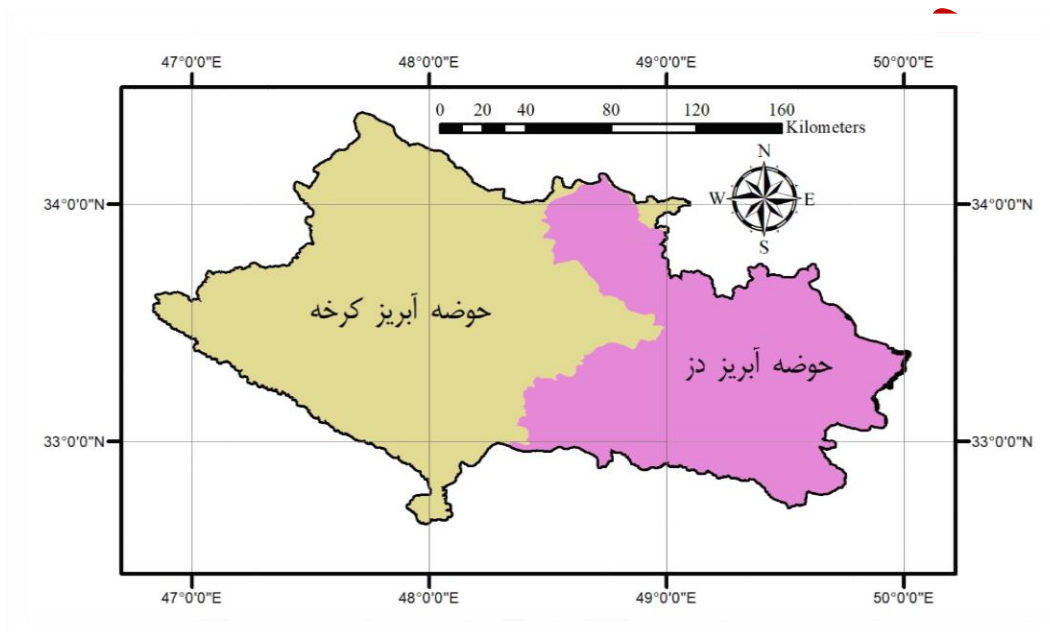
شکل ۱- مدل مفهومی مولفه‌های کلیدی امنیت آبی در بخش کشاورزی

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

استان لرستان با وسعت حدود ۲۹۳۰۸ کیلومتر مربع و جمعیت ۱۷۶۰۶۴۹ نفر در غرب ایران واقع شده است. این استان از نظر منابع آبی در رتبه سوم ایران قرار دارد، از نظر حوضه آبریز به دو قسمت غربی (حوضه آبریز کرخه) و شرقی (حوضه آبریز دز) تقسیم می‌شود (شکل ۲) و ۱۲ درصد جریان‌های رودخانه‌ای کشور را در خود جای داده است (Ghanbarpour et al., 2023). لرستان سرزمینی کوهستانی است و به غیر از دشت‌های سیلاخور، چالانچولان، کوه‌دشت، الشتر، دلفان و خرم‌آباد چندین دشت کوچک دیگر دارد، بیشتر مناطق استان را کوه‌های فشرده و دره‌های تنگ از سلسله کوه‌های زاگرس فرا گرفته‌اند. میزان بارش سالیانه در استان لرستان بین ۱۰۰۰ میلی متر در ارتفاعات و ۳۰۰ میلی متر در مناطق پست جنوبی تغییر می‌کند. میانگین دمای سالیانه نیز بین ۹/۲۲ درجه سلسیوس تا ۱۱/۹ درجه سلسیوس می‌باشد (رحیمی بندر آبادی، ۱۴۰۳). این میزان بارش می‌تواند پتانسیل مناسبی برای بخش کشاورزی این استان باشد در حالی که استفاده از روش‌های آبیاری سستی باعث شده مقدار زیادی از منابع آب این استان هدر برود (پرویزی، ۱۳۹۲). خاک حاصلخیز و آب و هوای مناسب آن را به یکی از قطب‌های کشاورزی ایران تبدیل کرده است که محصولات راهبردی کشاورزی از جمله گندم، جو، چغندرقد، نخود و باغی از تولیدات عمده در این استان است. همچنین دارای ۲۴۷ هزار هکتار اراضی زیر کشت

گندم (آبی و دیم) بوده است (فتح الهی و همکاران، ۱۳۹۶) علاوه بر این، کشاورزی شغل اصلی اکثر روستائیان این استان است. کشاورزی سنتی و استمرار هدر رفت آب در بخش کشاورزی لرستان چالشی بوده که منابع آب زیرزمینی و سطحی لرستان را درگیر کرده است، موضوعی که اگر برای آن تدبیری اندیشیده نشود به بحرانی جدی تبدیل خواهد شد. متوسط افت سطح آب زیر زمینی دشت‌های استان ۰/۵۱ متر بوده است (حیدرنژاد و فردوئی، ۱۳۹۵). برداشت بی‌رویه از منابع زیر زمینی منجر به پیامدهای زیست محیطی همچون خشک شدن چاه‌ها، نشست زمین و شور شدن آب شده است. که نشان دهنده مدیریت نامناسب منابع آبی در این استان است بنابراین، ارائه راهکارهایی جهت رفع این مشکل ضروری می‌باشد.



شکل ۲- نقشه موقعیت جغرافیایی استان لرستان و حوزه‌های آبریز اصلی آن (سطح دو)

## ابزار تحقیق

برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسشنامه‌ای که شامل دو بخش اصلی بود، استفاده شد. بخش اول شامل ویژگی‌های جمعیت شناختی پاسخگویان از جمله جنسیت، سن، سطح تحصیلات، سابقه کار، سابقه کار کشاورزی، محل سکونت، وضعیت استخدام، سازمان محل خدمت، سابقه کار پژوهشی در حوزه آب، سابقه کار آموزشی و سابقه کار اجرایی مرتبط با آب؛ و بخش دوم پرسشنامه شامل ادراک مخاطبان نسبت به راهکارهای امنیت آبی بود که با پنج مولفه سنجیده شد. در بخش راهکارها مولفه‌های امنیت آبی شامل مصرف آب (۱۰ شاخص)، توان اقتصادی تأمین آب (۱۳ شاخص)، پایداری یا تداوم دسترسی به آب (۱۱ شاخص)، دسترسی فیزیکی به منابع آب (۹ شاخص) و فراهمی یا موجود بودن منابع آب (۱۳ شاخص) بودند که جمعاً شامل ۵۶ شاخص برای تبیین مؤلفه‌های مدل بود. از پاسخ‌دهندگان خواسته شد موافقت یا مخالفت خود را بر اساس طیف ۵ سطحی لیکرت (بین ۱ برای خیلی کم تا ۵ برای خیلی زیاد) اعلام کنند.



## روایی و پایایی پرسشنامه

روایی مقیاس سنجش راهکارهای امنیت آبی پس از طراحی پرسشنامه از طریق نظرسنجی از اساتید گروه مدیریت و توسعه کشاورزی دانشگاه تهران سنجیده شد. پس از بازنگری و تعدیل برخی گویه‌ها، پرسشنامه نهایی شد. به منظور بررسی پایایی پرسشنامه، از هر دو شاخص آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی (CR) استفاده شد که مقدار آن برای هر پنج سازه در سطح قابل قبولی (بالای ۰/۷) قرار داشت.

## نمونه‌گیری و گردآوری داده‌ها

این مطالعه در استان لرستان و در سال ۱۴۰۳ انجام شد. جامعه آماری مطالعه کارشناسان جهاد کشاورزی استان لرستان بودند که شامل کارشناسان امور آب و خاک، زراعت، باغبانی و ترویج کشاورزی بودند ( $N=130$ ). حجم نمونه بر اساس جدول کرجسی و مورگان ۹۷ نفر تعیین شد که در نهایت ۱۰۰ نفر ( $n=100$ ) مورد پرسش قرار گرفتند.

## داده‌ها و روش تحلیل

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق از نوع داده‌های اولیه بود که با استفاده از مصاحبه‌های حضوری جمع‌آوری شدند. داده‌های مربوط به راهکارهای امنیت آبی شامل پنج مولفه اصلی و جمعاً ۵۶ نشانگر بودند. برای تحلیل داده‌ها در بخش استنباطی از روش مدل‌های ساختاری مرتبه دوم بر پایه روش حداقل مربعات جزئی (Partial Least Squares) که روشی ناپارامتریک است، استفاده شد. اعتبارسنجی مدل‌ها از طریق بررسی همزمان متغیرهای پنهان و آشکار بود که جایگزین مناسبی برای مدل معادلات ساختاری محسوب می‌شود. این روش نسبت به حجم نمونه حساسیت کمتری داشته و نیازمند توزیع نرمال داده‌ها نیست. در پژوهش حاضر، پنج مولفه اصلی امنیت آبی به عنوان متغیرهای پنهان بخش ساختاری مدل را تشکیل داده‌اند که هر یک دارای شاخص‌هایی به عنوان متغیرهای آشکار (بخش اندازه‌گیری مدل) هستند. ضرایب مسیر که مقادیر ارتباط‌دهنده سازه‌ها (متغیرهای پنهان) می‌باشند، جهت و شدت روابط بین سازه‌ها را مشخص می‌کنند، به طوری که مقادیر بالاتر نشان‌دهنده قدرت بیشتر رابطه بوده و علامت مثبت یا منفی به ترتیب بیانگر رابطه مستقیم یا معکوس است. برای تعیین معناداری آماری این روابط، از روش خودگردان‌سازی (بوت‌استرپ) استفاده شده است که مقادیر بالاتر از ۱/۹۶ نشان‌دهنده رابطه معنادار در سطح اطمینان ۹۵٪ می‌باشد.

## یافته‌ها و بحث

ویژگی‌های جمعیت شناختی پاسخگویان نشان داد که میانگین سنی آن‌ها ۴۲/۲۹ سال (با انحراف از معیار ۶/۸) بود. وضعیت استخدامی حدود ۲۲ درصد از آن‌ها رسمی قطعی و بیشتر آن‌ها دارای تحصیلات کارشناسی (۴۱ درصد) بودند. همچنین ۸۰ درصد آن‌ها سابقه کار کشاورزی شخصی داشته‌اند. بیشتر پاسخگویان مرد (۶۸ درصد) و میانگین سابقه کار کشاورزی آن‌ها ۸/۸۱ سال (با انحراف از معیار ۷/۲۱) بود. علاوه بر این ۲۳ درصد پاسخگویان سابقه کار پژوهشی، ۲۲ درصد آموزشی و ۱۸ درصد سابقه کار اجرایی در حوزه امنیت آبی داشتند.

## اعتبار سنجی مدل

قبل از تحلیل یافته‌ها لازم است اعتبار مدل مرتبه دوم طراحی شده مورد ارزیابی قرار گیرد. این کار باید در دو بخش در رابطه با مدل اندازه‌گیری و مدل ساختاری باشد. در بخش مدل‌های اندازه‌گیری (شامل پنج مولفه اصلی تأمین کننده امنیت آبی)، با توجه به

اینکه تمامی بارهای عاملی متغیرهای آشکار مدل‌ها بالاتر از  $0/7$  یا نزدیک به آن بوده، مقادیر تی استیودنت بالاتر از مقدار  $1/96$  (برای سطح اطمینان ۹۵ درصد) (شکل ۳ و ۴)، شاخص پایایی ترکیبی (CR) و آلفای کرونباخ نیز در حد مقدار قابل قبولی است (مقدار بالاتر از  $0/7$  نشان دهنده پایایی خوب است، در حالی که مقادیر بین  $0/6$  و  $0/7$  قابل قبول و مقادیر کمتر از این غیر قابل قبول تلقی می‌شوند)، بخش اندازه‌گیری مدل از اعتبار لازم برخوردار است (Hair Jr et al., 2021). از این رو می‌توان نتیجه گرفت که این مدل‌ها از پایایی قابل قبولی برخوردار بوده و فاقد مسئله هم‌خطی نیز هست. بالاتر بودن مقادیر شاخص میانگین واریانس استخراج شده (AVE) از  $0/5$  و شاخص پایایی ترکیبی (CR) از  $0/7$  (جدول ۲) نیز گواهی بر روایی واکرا و همگرایی مدل است.

جدول ۲- روایی و پایایی مدل اندازه‌گیری راهکارهای امنیت آبی

| مولفه                             | علامت در مدل | نشانهگر                                                                                        | بار عاملی | مقادیر | خطای استاندارد | CR    | AVE   | آلفای کرونباخ |
|-----------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|----------------|-------|-------|---------------|
| دسترسی فیزیکی (Phaccess)          | AcsPh4       | بهبود زیرساخت‌های جاده و حمل و نقل برای دسترسی به منابع و زیر ساخت‌های آبی                     | ۰/۰۴۷     | ۱۸/۲۳۹ | ۰/۱۱۷          | ۰/۸۴۱ | ۰/۵۸۶ | ۰/۸۰۹         |
|                                   | AcsPh5       | اجرای برنامه‌های استحصال و جمع‌آوری آب باران در سطح حوزه‌های آبخیز و مزارع                     | ۰/۰۸۳     | ۹/۰۹۹  | ۰/۷۵۱          |       |       |               |
|                                   | AcsPh9       | ایجاد تشکلهای آب بران برای مدیریت و نگهداری زیرساخت‌های محلی آب                                | ۰/۰۷۵     | ۹/۳۶۹  | ۰/۸۲۵          |       |       |               |
| توان اقتصادی تامین آب (Ecoaccess) | AcsEco4      | حمایت از ایجاد تشکلهای یا تعاونی آب بران برای کاهش هزینه مدیریت جمعی منابع آبی                 | ۰/۰۶۸     | ۹/۸۴۶  | ۰/۶۹۵          | ۰/۸۱۷ | ۰/۵۴۲ | ۰/۸۲۵         |
|                                   | AcsEco5      | معرفی طرح‌های بیمه‌ای برای محافظت در برابر خسارات مالی به زیرساخت، منابع یا تجهیزات آب کشاورزی | ۰/۰۴۹     | ۱۶/۶۱۸ | ۰/۷۵۵          |       |       |               |
|                                   | AcsEco6      | تشویق مشارکتهای عمومی خصوصی برای سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آبی و مدیریت آب کشاورزی           | ۰/۰۵۵     | ۱۳/۵۸۰ | ۰/۷۶۵          |       |       |               |
|                                   | AcsEco9      | در نظر گرفتن مشوق‌های اقتصادی برای پذیرش روش‌های پایدار مصرف آب                                | ۰/۰۹۸     | ۷/۸۹۳  | ۰/۸۳۷          |       |       |               |
|                                   | Cons4        | پذیرش و اجرای الگوی کشت مناسب و تناوب زراعی برای مدیریت بهینه آب در مزرعه                      | ۰/۰۸۴     | ۸/۱۳۹  | ۰/۷۰۱          |       |       |               |
| مصرف (Consumption)                | Cons5        | بکارگیری روش‌های کشاورزی حفاظتی مانند مالچ پاشی یا حفظ پوشش خاک برای حفظ رطوبت                 | ۰/۰۵۶     | ۱۳/۸۵  | ۰/۷۵۴          | ۰/۷۹۸ | ۰/۵۵۷ | ۰/۸۳۴         |
|                                   | Cons6        | احیای عرف‌های مناسب مصرف آب بین کشاورزان                                                       | ۰/۰۴۶     | ۱۵/۱۳۳ | ۰/۷۸۲          |       |       |               |
|                                   | Cons9        | حمایت از تعاونی تولید برای بهبود مصرف آب کشاورزی                                               | ۰/۰۵۱     | ۱۵/۵۸۱ | ۰/۷۴۶          |       |       |               |
| ثبات/پایداری (Stability)          | Stab1        | توسعه سیستم‌های هشدار زود هنگام برای مدیریت خشکسالی و سیل                                      | ۰/۰۴۰     | ۱۸/۶۴۴ | ۰/۷۸۵          | ۰/۸۵۳ | ۰/۶۰۰ | ۰/۸۱۸         |
|                                   | Stab2        | ساخت زیرساخت‌های ذخیره‌سازی آب (سد، مخازن)                                                     | ۰/۰۴۸     | ۱۶/۰۸۶ | ۰/۷۹۱          |       |       |               |
|                                   | Stab8        | حمایت از حفاظت و بازسازی اکوسیستم‌های طبیعی بعنوان بستر مادر تامین آب                          | ۰/۰۵۱     | ۱۲/۲۳۷ | ۰/۸۴۶          |       |       |               |
|                                   | Ava7         | تصویب سیاست‌هایی برای تامین و استحصال آب                                                       | ۰/۰۹۳     | ۶/۸۰۹  | ۰/۷۰۵          |       |       |               |
| فراهمی / موجودیت (Availability)   | Ava8         | تقویت چارچوب‌های قانونی برای حفاظت از حقوق مالکیت، حقا به و تخصیص آب                           | ۰/۰۷۸     | ۹/۱۷۲  | ۰/۸۳۶          | ۰/۷۳۵ | ۰/۵۴۲ | ۰/۷۸۰         |
|                                   | Ava9         | ترویج جنگل کاری یا بهبود پوشش گیاهی مراتع و مدیریت حوزه‌های آبخیز برای بهبود موجودیت آب        | ۰/۰۶۸     | ۱۲/۵۳۰ | ۰/۷۷۵          |       |       |               |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

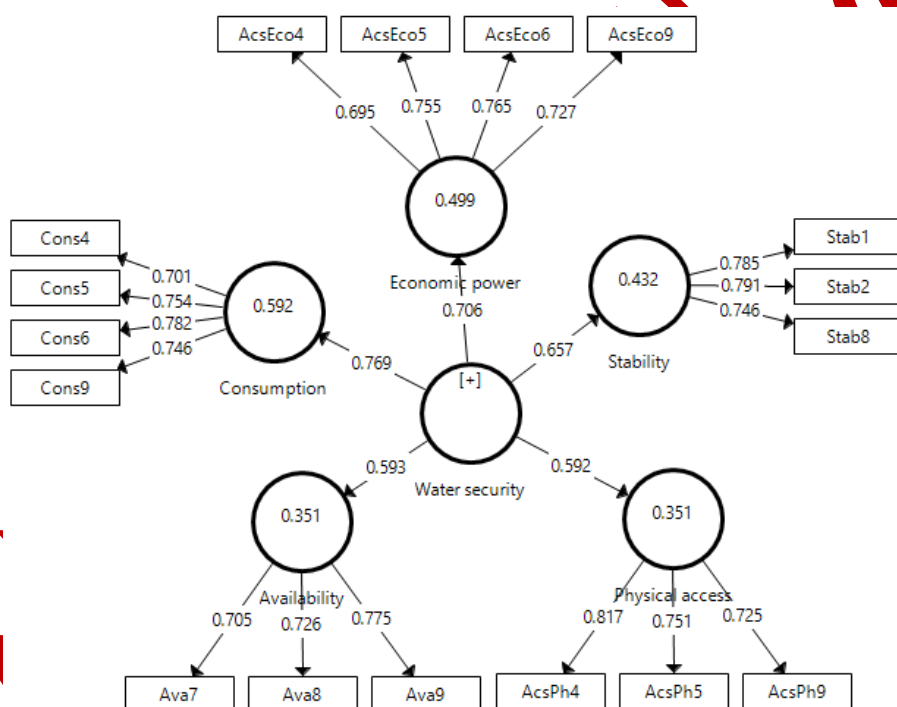


به منظور بررسی اعتبار واگرا در مدل‌های اندازه‌گیری از معیار فورنل -لارکر (The Fornell - Larcker Criterion) نیز استفاده شد. این معیار نشان می‌دهد هر یک از مولفه‌ها نسبت به سایر مولفه‌ها با سازه خود بار عاملی قوی‌تری داشته است. همانطور که در جدول (۳) نشان داده می‌شود. تمامی مولفه‌ها از روایی تشخیصی خوبی برخوردارند، زیرا ریشه دوم میانگین واریانس استخراج شده برای هر مولفه که در قطر ماتریس قرار دارد، از مقادیر ضرایب همبستگی (اعداد واقع در زیر قطر ماتریس) بیشتری هستند.

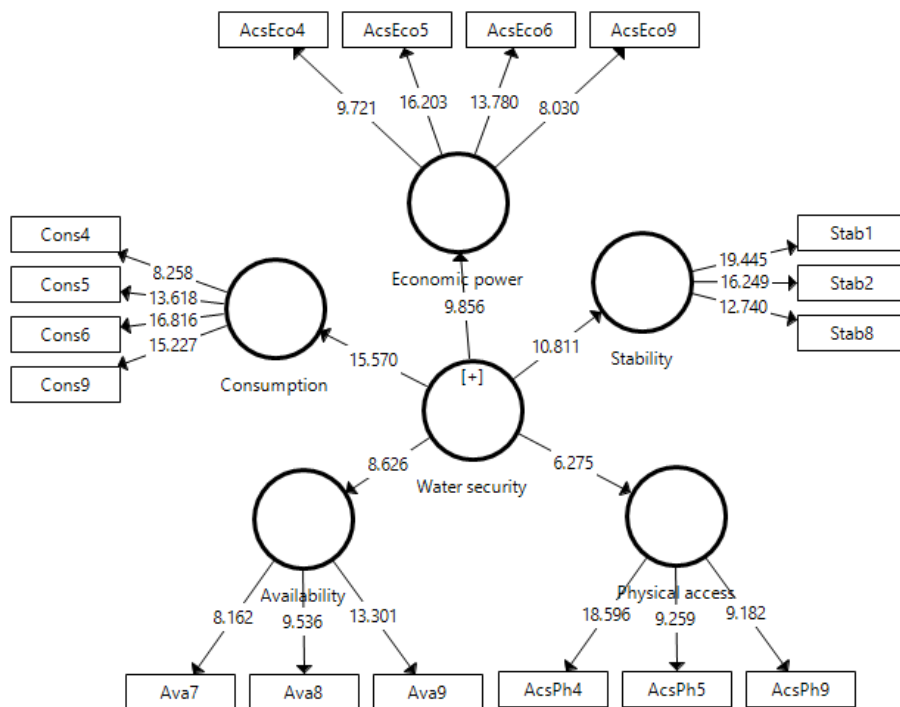
جدول ۳- مقایسه ریشه دوم میانگین واریانس استخراج شده با همبستگی‌های موجود (معیار فورنل -لارکر)

| مولفه                 | ۱     | ۲     | ۳     | ۴     | ۵     |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| فراهمی / موجودیت      | ۰/۷۳۶ | -     | -     | -     | -     |
| مصرف                  | ۰/۵۰۳ | ۰/۷۴۶ | -     | -     | -     |
| توان اقتصادی تامین آب | ۰/۳۵۰ | ۰/۶۰۲ | ۰/۷۳۶ | -     | -     |
| دسترسی فیزیکی         | ۰/۲۵۵ | ۰/۳۷۸ | ۰/۲۷۰ | ۰/۷۶۵ | -     |
| ثبات/پایداری          | ۰/۴۷۲ | ۰/۴۵۲ | ۰/۳۷۱ | ۰/۳۰۹ | ۰/۷۷۴ |

مأخذ: یافته‌های تحقیق



شکل ۳- بارهای عاملی و ضرایب مسیر مدل راهکارهای امنیت آبی



شکل ۴- مقادیر آماره تی استیوننت مدل راهکارهای امنیت آبی

علاوه بر اعتبارسنجی مدل‌های اندازه‌گیری لازم است قبل از تحلیل نتایج، اعتبار بخش ساختاری مدل نیز بررسی گردد. برای ارزیابی تناسب مدل ساختاری، لازم است هیچگونه هم‌خطی بین متغیرهای مدل وجود نداشته باشد. مقادیر ضریب تورم واریانس (VIF) کمتر از ۵ به مفهوم عدم وجود هم‌خطی است. همچنین مقدار ضریب تبیین ( $R^2$ ) در این مطالعه در حد قابل قبول بود که نشان می‌دهد این مدل توانایی توضیح واریانس راهکارهای امنیت آبی را دارد. شاخص پیش‌بینی‌کننده ( $Q^2$ ) نیز بزرگتر از صفر می‌باشد که نشان دهنده کفایت توان مدل در این زمینه است (جدول ۶). مقدار آماره  $t$  که باید بزرگتر از ۱/۹۶ باشد، نیز تأییدی بر صحت ضرایب مسیر است (شکل ۳).

جدول ۴- ارزیابی بخش ساختاری مدل مولفه‌های امنیت آبی

| مؤلفه                         | ضریب مسیر | P-Values | مقدار $t$ | $R^2$ | $Q^2$ | نتیجه |
|-------------------------------|-----------|----------|-----------|-------|-------|-------|
| موجود بودن منابع آب           | ۰/۵۹۳     | ۰/۰۰۰    | ۸/۶۲۶     | ۰/۳۵۱ | ۰/۱۶۹ | تایید |
| دسترسی فیزیکی به منابع آب     | ۰/۵۹۲     | ۰/۰۰۰    | ۶/۲۷۵     | ۰/۳۵۱ | ۰/۱۷۶ | تایید |
| پایداری یا تداوم دسترسی به آب | ۰/۶۵۷     | ۰/۰۰۰    | ۱۰/۸۱۱    | ۰/۴۳۲ | ۰/۲۳۵ | تایید |
| توان اقتصادی تأمین آب         | ۰/۷۰۶     | ۰/۰۰۰    | ۹/۸۵۶     | ۰/۴۹۹ | ۰/۲۴۶ | تایید |
| مصرف آب                       | ۰/۷۶۹     | ۰/۰۰۰    | ۱۵/۵۷۰    | ۰/۵۹۲ | ۰/۲۹۹ | تایید |

مأخذ: یافته‌های تحقیق



## نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که تحقق امنیت آبی مستلزم اتخاذ راهکارهایی حول پنج مولفه اصلی امنیت آبی است. بر اساس نتایج (جدول ۴ و شکل ۳)، راهکارهای حول مولفه مصرف آب (با ضریب مسیر ۰/۷۶۹) بیشترین تاثیر را بر امنیت آبی دارد. کشاورزان به عنوان بزرگترین مصرف کنندگان آب در بخش کشاورزی، نقش کلیدی در مدیریت منابع آب دارند. بنابراین، احیای روش‌های سنتی و بومی مدیریت آب که در گذشته مورد استفاده قرار می‌گرفتند، می‌تواند به کاهش مصرف آب کمک کند که در این تحقیق از بین نشانگرهای مولفه مصرف، بیشترین تبیین موبوط به نشانگر احیای عرف‌های مناسب مصرف آب بین کشاورزان (با ضریب مسیر ۰/۷۸۲) بود. همچنین، مالچ‌پاشی به عنوان یک روش مؤثر برای کاهش تبخیر آب از سطح خاک شناخته می‌شود. با پوشاندن سطح خاک با مواد آلی یا مصنوعی (مانند کاه و کلش، پلاستیک‌های مخصوص و غیره)، می‌توان از هدررفت آب جلوگیری کرد و رطوبت خاک را حفظ نمود. این روش به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک که با مشکل کم‌آبی مواجه هستند، بسیار مفید است و می‌تواند به افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی کمک کند. که بر اساس نتایج تحقیق نشانگر، استفاده از مالچ پلی اتیلن یا پوشش گیاهی برای کاهش تبخیر (با ضریب مسیر ۰/۷۵۴) بر مولفه مصرف آب مؤثر بوده است.

تعاونی‌های تولید می‌توانند با هماهنگی فعالیت‌ها و تصمیمات بین کشاورزان، استفاده بهینه از منابع آب را تسهیل کنند. این تعاونی‌ها می‌توانند با ارائه خدمات مشاوره‌ای، آموزش‌های لازم و توزیع منابع آبی به صورت عادلانه، به بهبود مصرف آب کمک کنند. همچنین این تعاونی‌ها می‌توانند در خرید و استفاده از تجهیزات مدرن آبیاری و سایر فناوری‌های مرتبط با صرفه‌جویی در آب، نقش مؤثری ایفا کنند. بنابراین نقش این مولفه بر مصرف آب غیر قابل انکار است که در این تحقیق نشانگر حمایت از تعاونی تولید برای بهبود مصرف آب کشاورزی (۰/۷۴۶) نقش مهمی داشته است. از دیگر روش‌های بهبود مصرف آب پذیرش الگوی کشت مناسب است؛ رعایت الگوی کشت متناسب با اقلیم، کلید دستیابی به امنیت آبی و غذایی است، اما بسیاری از کشاورزان از اهمیت آن غافلند. البته ضرورت دارد الگوهای کشت جدید سازگار با شرایط اقلیمی منطقه شناسایی و الزامات پیاده سازی آن از نظر تامین نهاده و سرمایه برای کشاورزان فراهم گردد. برای تغییر این وضعیت، بهینه‌سازی مصرف نهاده‌ها، حمایت‌های دولتی، توسعه مکانیزاسیون و تدوین سیاست‌های پایدار کشاورزی در شرایط تغییر اقلیم ضروری است (Karimi et al., 2024)، بنابراین، انتخاب الگوی کشت مناسب با توجه به شرایط اقلیمی و منابع آبی هر منطقه، یکی از راه‌های مؤثر برای کاهش مصرف آب است. کشت محصولاتی که به آب کمتری نیاز دارند یا مقاوم به خشکی هستند، می‌تواند به حفظ منابع آب کمک کند. همچنین، تغییر زمان کشت و استفاده از روش‌های کشت چندمرحله‌ای می‌تواند به کاهش فشار بر منابع آبی کمک کند. نتایج این تحقیق حاکی از تاثیر نشانگر، پذیرش و اجرای الگوی کشت مناسب و رعایت تناوب زراعی برای مدیریت بهینه آب در مزرعه (با ضریب مسیر ۰/۷۰۱) است که از مهم‌ترین راهکارهایی بودند که برای مولفه مصرف آب ارائه گردیدند. این یافته با نتایج (Opiyo et al., 2015; Razannezhad et al., 2018; Silvestri et al., 2012) هم‌راستا است، بنابراین، مهم‌ترین دلایل عدم رعایت الگوی کشت متناسب با اقلیم شامل تمرکز صرف بر منافع کوتاه‌مدت، استفاده از روش‌های سنتی و ناکارآمد کشاورزی، کمبود دانش فنی درباره شیوه‌های پایدار، فقدان مشوق‌های مؤثر دولتی، مدیریت نادرست منابع آبی، مقاومت در برابر تغییر الگوهای کشت، عدم بهینه‌سازی مصرف کودهای شیمیایی و کمبود مکانیزاسیون پیشرفته می‌باشد. این چالش‌ها در کنار یکدیگر منجر به کاهش بهره‌وری منابع، تخریب محیط زیست، افزایش مصرف نهاده‌ها و در نهایت تهدید جدی امنیت آبی و غذایی در کشور شده‌اند. برای مقابله با این وضعیت، بهینه‌سازی مصرف نهاده‌ها، توسعه مکانیزاسیون کشاورزی و تدوین سیاست‌های پایدار مبتنی بر دانش روز ضروری به نظر می‌رسند. دومین مولفه توان اقتصادی برای تامین آب (با ضریب مسیر ۰/۷۰۶) است. مهم‌ترین راهکارهای این مولفه تشویق مشارکت‌های عمومی-خصوصی برای سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آبی و مدیریت آب کشاورزی (با ضریب مسیر ۰/۷۶۵) است. مشارکت‌های عمومی-خصوصی می‌توانند منابع مالی لازم برای توسعه و نگهداری زیرساخت‌های آبی

استفاده مناسب‌تری می‌شود. این راهکار می‌تواند شامل پروژه‌هایی مانند احداث سدها، شبکه‌های آبیاری، تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب، و سیستم‌های نوین آبیاری باشد. برای افزایش توان اقتصادی در راستای تامین آب، تمرکز بر مشارکت‌های عمومی-خصوصی و بهبود مدیریت آب کشاورزی ضروری است. این راهکارها نه تنها به افزایش سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آبی کمک می‌کنند، بلکه باعث بهینه‌سازی مصرف آب در بخش کشاورزی نیز می‌شوند. اجرای این راهکارها می‌تواند به صورت قابل توجهی به پایداری منابع آبی و رشد اقتصادی کمک کند. این نتیجه در مطالعه (Sinyolo et al., 2014; Yegbemey et al., 2014) به اثبات رسیده است. دومین راهکار برای این مولفه معرفی طرح‌های بیمه‌ای برای محافظت در برابر خسارات مالی به زیرساخت، منابع یا تجهیزات آب کشاورزی (با ضریب مسیر ۰/۷۵۵) است که نشان‌دهنده تأثیر قابل توجه آن در کاهش ریسک‌های مالی مرتبط با بخش آب کشاورزی است. طراحی طرح‌های بیمه‌ای که خسارات ناشی از کم‌آبی یا خشکسالی را پوشش می‌دهند و به کشاورزان کمک می‌کنند تا در شرایط بحرانی، از نظر مالی حمایت شوند، همچنین پوشش بیمه‌ای برای کاهش خسارت بر عملکرد محصولات کشاورزی به دلیل کمبود آب یا اختلال در سیستم‌های آبیاری و ارائه بیمه‌نامه‌هایی برای جبران خسارات ناشی از کاهش سطح آب‌های زیرزمینی، همگی ممکن است بر قابلیت دسترسی به آب برای کشاورزی تأثیر بگذارند. با اجرای این راهکار، می‌توان از خسارات مالی ناشی از آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها و منابع آب کشاورزی کاست و امنیت مالی کشاورزان و دیفئان این بخش را افزایش داد. در نظر گرفتن مشوق‌های اقتصادی برای پذیرش روش‌های پایدار مصرف آب (با ضریب مسیر ۰/۷۲۷) نشان‌دهنده تأثیر قوی و مثبت این مشوق‌ها بر پذیرش روش‌های پایدار مصرف آب است. همچنین، یافته فوق بیانگر این است که مشوق‌های اقتصادی به میزان قابل توجهی رفتار افراد یا سازمان‌ها را در جهت استفاده از روش‌های پایدار مصرف آب تغییر می‌دهند. سیاست‌های اقتصادی مانند یارانه‌ها، تخفیف‌های مالیاتی، یا سایر مشوق‌های مالی می‌توانند به عنوان ابزارهای مؤثری برای تشویق جامعه به سوی مصرف پایدار آب عمل کنند. این موضوع به ویژه در مناطقی که با کمبود آب مواجه هستند یا نیاز به مدیریت بهتر منابع آب دارند، بسیار حائز اهمیت است. برای اجرای مؤثر این مشوق‌ها، لازم است سیاست‌ها به دقت طراحی شوند و با نیازها و شرایط محلی سازگار باشند. همچنین، آموزش و آگاهی بخشی به جامعه درباره مزایای روش‌های پایدار مصرف آب و نحوه بهره‌مندی از این مشوق‌ها نیز می‌تواند به افزایش پذیرش این روش‌ها کمک کند. در نهایت، این یافته‌ها می‌توانند به سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان کمک کنند تا با استفاده از ابزارهای اقتصادی، گام‌های مؤثری در جهت حفظ منابع آب و توسعه پایدار بردارند. حمایت از ایجاد تشکلات یا تعاونی‌های آب‌بران به عنوان یک راهکار مؤثر برای کاهش هزینه‌های مدیریت جمعی منابع آبی شناخته شده است. این تشکلات با مشارکت ذی‌نفعان محلی و بهره‌برداران منابع آب، می‌توانند به بهبود مدیریت پایدار منابع آبی کمک کنند. ضریب مسیر ۰/۶۹۵ نشان‌دهنده تأثیر نسبتاً قوی این راهکار در کاهش هزینه‌های مدیریت جمعی است. با تشکیل تعاونی‌ها یا تشکلات محلی، هزینه‌های مربوط به نظارت، توزیع و نگهداری منابع آبی بین اعضا تقسیم می‌شود. بنابراین، این تشکلات می‌توانند با استفاده از نیروهای محلی و دانش بومی، هزینه‌های اجرایی را کاهش دهند.

سومین مولفه در این راستا، مولفه پایداری یا تداوم دسترسی به آب (با ضریب مسیر ۰/۶۵۷) یکی از مهم‌ترین جنبه‌های مدیریت منابع آب است که تضمین می‌کند آب به صورت پایدار و مطمئن در دسترس جوامع قرار گیرد. یکی از راهکارهای اصلی این مولفه عبارت از ایجاد زیرساخت‌های ذخیره‌سازی آب (سدها، مخازن) است. این راهکار با ضریب مسیر (۰/۷۹۱) به عنوان مهم‌ترین راهکار شناخته شده است. زیرساخت‌های ذخیره‌سازی آب مانند سدها و مخازن، امکان ذخیره آب در زمان‌های پربابی و استفاده از آن در زمان‌های کم‌آبی را فراهم می‌کنند. این سازه‌ها به مدیریت بهتر منابع آب، کاهش اثرات خشکسالی و سیلاب‌ها کمک می‌کنند، این یافته همراستا با مطالعه (Zakeri et al., 2022) می‌باشد. زیر مولفه توسعه سیستم‌های هشدار زود هنگام برای مدیریت خشکسالی و سیل با ضریب مسیر ۰/۷۸۵ از اهمیت بالایی برخوردار است. سیستم‌های هشدار زود هنگام به جوامع و مسئولان اجازه می‌دهند تا در مواجهه با خشکسالی یا سیلاب‌ها، اقدامات پیشگیرانه و مدیریتی به موقع انجام دهند. این سیستم‌ها با استفاده از فناوری‌های نوین مانند سنجش از دور و مدل‌های پیش‌بینی، دقت و سرعت واکنش را افزایش می‌دهند. این یافته در مطالعه (Corbari et al., 2019; Sanogo et al., 2015) تایید شده است. از دیگر ابعاد این مولفه، حمایت از حفاظت و بازسازی اکوسیستم‌های طبیعی بعنوان بستر مادر



تامین آب (با ضریب مسیر ۰/۷۴۶) است. این نشانگر به عنوان یکی دیگر از مقوله‌های کلیدی مطرح شده است. اکوسیستم‌های طبیعی مانند جنگل‌ها، تالاب‌ها و مراتع نقش حیاتی در تامین و تنظیم چرخه آب ایفا می‌کنند. حفاظت و بازسازی این اکوسیستم‌ها به حفظ منابع آب زیرزمینی، کاهش فرسایش خاک و بهبود کیفیت آب کمک می‌کند. این اقدامات در کنار هم، به ایجاد یک سیستم پایدار و مقاوم برای مدیریت منابع آب کمک می‌کنند و از طریق کاهش آسیب‌پذیری در برابر تغییرات اقلیمی و بحران‌های آبی، امنیت آبی را برای نسل‌های آینده تضمین می‌کنند.

چهارمین مولفه موجود بودن منابع آب (۰/۵۹۳) است. این مولفه به وجود و فراهم و غنی بودن منابع آب اشاره دارد که یکی از پایه‌های اساسی برای مدیریت پایدار آب است. بدون وجود منابع آب کافی، اجرای هرگونه راهکار یا سیاستی با چالش مواجه خواهد شد. مهم‌ترین نشانگر برای این مولفه، ترویج جنگل‌کاری یا بهبود پوشش گیاهی مراتع و مدیریت حوزه‌های آبخیز برای بهبود موجودیت آب (۰/۷۷۵) است. وجود پوشش گیاهی در هر منطقه سرعت جریان‌های سطحی را کاهش داده و سبب نفوذ بیشتر آب به داخل خاک می‌گردد. در نتیجه تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر کاهش سیلاب‌های مخرب و نفوذ جریان‌های سطحی به لایه‌های زیرین خاک و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی خواهد داشت، بنابراین یکی از معضلات اساسی در حفظ منابع آب پوشش گیاهی و مراتع جنگلی می‌باشد. از دیگر موضوعاتی که در امنیت آبی موثر است حق آبه و بهره‌برداری و استفاده از آب به عنوان یک مؤلفه حیاتی در تأمین نیازهای بنیادی انسان مثل آشامیدن و آبیاری می‌باشد. همچنین حق آب می‌تواند شامل بهره‌برداری از مسیرهای آبی به منظور حمل و نقل، تجارت و حتی اهداف (اماکن) تفریحی باشد که در این مطالعه دومین نشانگر مقویت چارچوب‌های قانونی برای حفاظت از حقوق مالکیت، حقا به و تخصیص آب (با ضریب مسیر ۰/۷۲۶) و سومین بعد تصویب سیاست‌هایی برای تامین و استحصال آب است. این اقدام با ضریب مسیر ۰/۷۰۵ نشان‌دهنده اهمیت سیاست‌گذاری در زمینه تامین آب و روش‌های استحصال آن است. این سیاست‌ها می‌توانند شامل توسعه فناوری‌های جدید برای استخراج آب، مدیریت منابع آب زیرزمینی و سطحی، و بهبود روش‌های ذخیره و توزیع آب باشند. پنجمین مؤلفه در این مطالعه مربوط به دسترسی فیزیکی به منابع آب با ضریب مسیر ۰/۵۹۲ است. دسترسی فیزیکی به منابع آب یکی از عوامل کلیدی در دستیابی به امنیت آبی محسوب می‌شود. زیرساخت‌ها و تأسیسات مرتبط با آب نقش حیاتی در این زمینه ایفا می‌کنند.

زیر ساخت‌ها شامل شبکه حمل و نقل که دسترسی به منابع و خدمات را تسهیل می‌کند با ضریب مسیر ۰/۸۱۷ بیشترین تأثیر را در بهبود دسترسی فیزیکی به امنیت آبی دارند. بهبود جاده‌ها و شبکه‌های حمل و نقل باعث تسهیل دسترسی به منابع آب و زیرساخت‌های مرتبط می‌شود. از سوی دیگر اجرای برنامه‌های استحصال و جمع‌آوری آب باران در سطح حوزه‌های آبخیز و مزارع با ضریب مسیر ۰/۷۵۱ از اهمیت بالایی برخوردار است. جمع‌آوری آب باران به عنوان یک منبع جایگزین، می‌تواند در مدیریت پایدار منابع آب نقش مؤثری ایفا کند. در ضمن ایجاد تشکلهای آب بران برای مدیریت و نگهداری زیرساخت‌های محلی آب با ضریب مسیر ۰/۷۲۵ نیز از جمله اقدامات مؤثر در بهبود دسترسی فیزیکی به منابع آب است. تشکلهای محلی می‌توانند در مدیریت و نگهداری زیرساخت‌های آب مشارکت فعال داشته باشند. این راهکارها نشان می‌دهند که بهبود زیرساخت‌ها و مشارکت محلی در مدیریت منابع آب، نقش کلیدی در دسترسی فیزیکی به امنیت آبی و تحقق توسعه پایدار ایفا می‌کنند.

مدیریت و بهبود امنیت آبی نیازمند توجه به پنج مولفه کلیدی است که هر یک نقش حیاتی در تضمین دسترسی پایدار به آب برای جوامع و اکوسیستم‌ها ایفا می‌کنند. در این رابطه پیشنهادهایی به شرح زیر ارائه می‌شود. نخست، بهینه‌سازی مصرف آب از طریق تشویق به استفاده از فناوری‌های کم‌مصرف در بخش‌های کشاورزی، صنعتی و خانگی، همراه با افزایش آگاهی عمومی درباره اهمیت صرفه‌جویی و اجرای سیاست‌هایی مانند قیمت‌گذاری متناسب با مصرف که می‌تواند به کاهش تقاضای غیر ضروری آب کمک کند. دوم، دسترسی فیزیکی به آب با توسعه زیرساخت‌های توزیع آب، به ویژه در مناطق محروم، و اطمینان از توزیع عادلانه آب برای همه

جوامع، به ویژه گروه‌های آسیب‌پذیر، از طریق ایجاد سیستم‌های ذخیره‌سازی آب برای مواقع اضطراری، بهبود یابد. سوم، پایداری منابع آب با حفاظت از آب‌های سطحی و زیرزمینی در برابر آلودگی، مدیریت پساب‌های صنعتی و کشاورزی، و اجرای پروژه‌های احیای منابع آب مانند تالاب‌ها و آبخوان‌ها، تضمین شود. چهارم، توان اقتصادی تامین آب با جذب سرمایه‌گذاری‌های دولتی و خصوصی، تعیین قیمت‌های واقعی برای آب، و ارائه یارانه‌ها یا برنامه‌های حمایتی برای اطمینان از دسترسی به آب برای همه، تقویت گردد. پنجم، موجودیت منابع آبی با استفاده از استفاده بهینه از منابع غیرمتعارف مانند آب‌های بازیافتی، استحصال کارآمد آب باران، ایجاد سیستم‌های پایش و پیش‌بینی برای مدیریت بهتر منابع آب در شرایط تغییرات اقلیمی، و همکاری با کشورهای همسایه برای مدیریت آب‌های مشترک، بهبود یابد. در مجموع با برنامه‌ریزی و اجرای سیاست‌های جامع مبتنی بر این پنج مولفه، می‌توان امنیت آبی را در بلندمدت تضمین کرد و از بحران‌های آبی جلوگیری نمود.

#### سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت‌های معاونت پژوهش و فناوری دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران به انجام رسید. لذا بدین وسیله از همکاری و مساعدت این معاونت محترم سپاسگزاری می‌شود.

منابع

پرویزی، یحیی (۱۳۹۲). ارزیابی شاخص‌های کارایی و یکنواختی آبیاری نواری در استان لرستان. مجله پژوهش آب در کشاورزی/ب/جلد ۲۷/شماره ۳/۱۳۹۲. <https://doi.org/10.22092/jwra.2013.128843>

جودکی، علی، ظهوریان پردل، منیژه، شکیب، علیرضا، دشت بزرگی، آمنه (۱۴۰۰). پتانسیل یابی نواحی مناسب کشت زعفران استان لرستان در تغییر اقلیم. نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی. سال سیزدهم/شماره پنجاه دوم/زمستان ۱۴۰۱، صص ۸۹-۱۰۸.

چمن پیرا، رضا، داوودی، الهام، سیاه منصور، رضا، منتی زاده، میثم (۱۴۰۳). بررسی وضعیت حوزه آبخیز شمال خرم آباد. مجله علمی پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان. دوره ۱۳، شماره ۳ (پیاپی ۴۴)، پاییز ۱۴۰۳، صفحه ۱۵-۳۴. <https://doi.org/10.22052/deej.2025.255811.1085>

حیدرنژاد، سمیه، رنجبر فردویی، ابوالفضل (۱۳۹۵). بررسی وضعیت منابع آب زیرزمینی استان لرستان. اولین همایش بین‌المللی و دومین همایش ملی کشاورزی، محیط زیست و امنیت غذایی.

رحیمی بندرآبادی، سیما (۱۴۰۳). تحلیل فراوانی منطقه‌ای شدت، مدت و گستره خشکسالی هواشناسی استان لرستان. مطالعات علوم محیط زیست، دوره نهم، شماره ۱، فصل بهار سال ۱۴۰۳، صفحه ۸۰۰۸-۸۰۲۱. <https://doi.org/10.22034/jess.2023.408644.2091>

رضانژاد، ام البنین، شمس، علی، رزمی، حلیمه (۱۳۹۷). عوامل موثر بر تمایل کشاورزان به استفاده از راهکارهای مدیریت پایدار منابع آبی در شهرستان مراغه. مجله مهندسی منابع آب / سال یازدهم / تابستان ۱۳۹۷. <https://doi.org/20.1001.1.20086377.1397.11.37.1.4>

فتح‌الهی، هما، رفیعی، شاهین، موسوی اول، سید هاشم (۱۳۹۶). ارزیابی شاخص‌های انرژی، اقتصادی و زیست محیطی در تولید گندم دیم و آبی (مطالعه موردی: استان لرستان). مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۴۸، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶ (ص ۵۳۷-۵۲۷). <https://doi.org/10.22059/ijbse.2017.222873.664882>

کریم، محمد حسین، طولابی نژاد، مهرشاد (۱۴۰۰). راهبردهای احیای کشاورزی در راستای تجدید حیات مناطق روستایی. فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی، سال دهم، شماره چهارم (پیاپی ۳۸)، زمستان ۱۴۰۰. صفحات ۱۷-۴۲. <https://doi.org/20.1001.1.23222131.1400.10.38.2.6>



یزدان پرست، مریم و قربانی، مهدی (۱۴۰۳). طراحی و ارائه مدل پویای امنیت آب مبتنی بر تعاملات نظام اجتماعی - اکولوژیک (حوزه آبخیز دشت نیشابور). مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، دوره پنجاه و پنج، شماره دوم، ۱۴۰۳، ۱۸۸.۶۶۹۳۵۰۶۵۵/۱۰.۲۲۰۵۹/ijaedr.2023.350655.669188.۱۴۰۳، Doi:10.22059/ijaedr.2023.350655.669188.۱۴۰۳

## Reference

- Abdulrahman, R. R., Salih, A. M., Hussein, H. H. S., Aivas, S. A., Ahamd, K. H., Fatah, N. A., Karem, L. E., Yaqub, K. Q., & Bayz, H. A. (2025). The role of agriculture sector in eradicating poverty: challenges, policies, and pathways for economic growth in less developed countries. *Education*, 5(2), 208-213. <https://doi.org/10.55677/ijssers/V05I02Y2025-11>
- Anurethaa, R., Hussainy, S. A. H., & Singh, R. D. (2024). Evaluating the performance of traditional paddy (*Oryza sativa* L.) landraces under floating cultivation techniques in southern Tamil Nadu. *Crop Research*(5and6), 181-189. <https://doi.org/10.31830/2454-1761.2024.CR-994>
- Apraku, A., Gyampoh, B. A., Morton, J. F., & Karikari, A. B. (2023). Water security in rural Eastern Cape, SA: Interrogating the impacts of politics and climate change. *Scientific African*, 19, e01493. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01493>
- Chamanpira, R., Davoodi, E., Siahmansour, R., & Menatizade, M. (2025). Investigating the Economic Status of Northern Khorramabad Basin. *Desert Ecosystem Engineering*, 13(44), 15-34. <https://doi.org/10.22052/deej.2025.255811.1085>
- Chen, B., Duan, Q., Zhao, W., Wang, L., Zhong, Y., Zhuang, Y., Chang, X., Dong, C., Du, W., & Luo, L. (2023). Oasis sustainability is related to water supply mode. *Agricultural Water Management*, 290, 108589. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108589>
- Corbari, C., Salerno, R., Ceppi, A., Telesca, V., & Mancini, M. (2019). Smart irrigation forecast using satellite LANDSAT data and meteo-hydrological modeling. *Agricultural Water Management*, 212, 283-294. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.09.005>
- Drew, G., & Rai, R. P. (2016). Water management in post-colonial Darjeeling: the promise and limits of decentralised resource provision. *Asian Studies Review*, 40(3), 321-339. <https://doi.org/10.1080/10357823.2016.1192580>
- El Ayni, F., Manoli, E., Cherif, S., Jrad, A., Assimacopoulos, D., & Trabelsi-Ayadi, M. (2013). Deterioration of a Tunisian coastal aquifer due to agricultural activities and possible approaches for better water management. *Water and Environment Journal*, 27(3), 348-361. <https://doi.org/10.1111/j.1747-6593.2012.00354.x>
- ESCAP&WHO. (2020). *Water and climate change*. UNESCO. <https://hdl.handle.net/20.500.12870/7402>.
- FAO. (2014). The water-energy-food nexus: A new approach in support of food security and sustainable agriculture. In: FAO Rome, Italy. <http://www.fao.org/3/a-bl496e>.
- Fatolahi, H., Rafiee, S., & Mousavi, S. H. (2017). Evaluation of energy, economic and environmental indicators in rainfed and irrigated wheat production (case study: Lorestan province). . *Biosystem Engineering of Iran* 48(4), 527-537.(In Persian). <https://doi.org/10.22059/ijbse.2017.222873.664882>
- Ghanbarpouri, M. A., Ahmadee, M., & Rustum, R. (2023). Economic Damage Report of Flood in Agriculture, Policy Lessons and Approaches (Case study: Lorestan Province, Iran, in March 2019). 3rd Conference on Water Economics. , Link to publication record in Heriot-Watt Research Portal.
- Goda, A. M.-S., Aboseif, A. M., Mohammedy, E. Y., Taha, M. K., Mansour, A. I., Ramadan, E. A., Aboushabana, N. M., Zaher, M. M., Otazua, N. I., & Ashour, M. (2024). Earthen pond-based floating beds for rice-fish co-culture as a novel concept for climate adaptation, water efficiency improvement, nitrogen and phosphorus management. *Aquaculture*, 579, 740215. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.740215>

- Hair Jr, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., Ray, S., Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2021). Evaluation of reflective measurement models. *Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) using R: A workbook*, 75-90. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-80519-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-80519-7_4)
- Hemathilake, D., & Gunathilake, D. (2022). Agricultural productivity and food supply to meet increased demands. In *Future foods* (pp. 539-553). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91001-9.00016-5>
- Heydar Nejad, S., Ranjbar Fardooei, A. (2016). *Investigating the Status of Groundwater Resources in Lorestan Province* The First International and the Second National Conference on Agriculture, Environment, and Food Security, University of Jiroft. (In Persian),
- Immerzeel, W. W., Van Beek, L. P., & Bierkens, M. F. (2010). Climate change will affect the Asian water towers. *science*, 328(5984), 1382-1385. <https://doi.org/10.1126/science.1183188>
- Ingrao, C., Strippoli, R., Lagioia, G., & Huisinigh, D. (2023). Water scarcity in agriculture: An overview of causes, impacts and approaches for reducing the risks. *Heliyon*. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18507>
- IPCC. (2022). Big Findings from the IPCC 2022 Report on Climate Impacts. *Adaptation and Vulnerability. IPCC Sixth Assessment Report Impacts, Adaptation and Vulnerability*. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- Joudaki, A., Zohourian Por Del, M., Shakiba, A., & Dast Bozorgi, A. (2023). Finding the potential of suitable areas for saffron cultivation in Lorestan province in climate change. *Journal of Climate Research*, 1401(52), 89-108. (In Persian).
- Karim, M. H., & Toulabi Nejad, M. (2022). Strategies for Revival of Agriculture In line with the Revitalization of rural areas. (In Persian). <https://doi.org/10.1001.1.23222131.1400.10.38.2.6>
- Karimi, F., Ghahderijani, M., & Bakhoda, H. (2024). Optimizing cropping patterns and resource allocation for sustainable agricultural development: A case study of Ilam province, Iran. *Environmental and Sustainability Indicators*, 23, 100464. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100464>
- Kummu, M., Guillaume, J. H., de Moel, H., Eisner, S., Flörke, M., Porkka, M., Siebert, S., Veldkamp, T. I., & Ward, P. J. (2016). The world's road to water scarcity: shortage and stress in the 20th century and pathways towards sustainability. *Scientific Reports*, 6(1), 1-16. <https://doi.org/10.1038/srep38495>
- Maleknia, R., Khezri, E., Zeinivand, H., & Bادهیان, Z. (2017). Mapping natural resources vulnerability to droughts using multi-criteria decision making and GIS (case study: Kashkan Basin Lorestan Province, Iran). *Journal of Rangeland Science*, 7(4), 376.
- Medeiros, A. S., Wood, P., Wesche, S. D., Bakaic, M., & Peters, J. F. (2017). Water security for northern peoples: review of threats to Arctic freshwater systems in Nunavut, Canada. *Regional Environmental Change*, 17, 635-647. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-1084-2>
- Moridi, A. (2017). State of water resources in Iran. *International Journal of Hydrology*, 5, 111-114. <https://doi.org/10.15406/ijh.2017.01.00021>
- Muñoz-Castillo, R., Miralles-Wilhelm, F., & Machado, K. (2019). *A CLEWS Nexus modeling approach to assess water security trajectories and infrastructure needs in Latin America and the Caribbean*. <https://hdl.handle.net/10419/208137>.
- Nadathur, S., Wanasundara, J., & Scanlin, L. (2017). Proteins in the diet: Challenges in feeding the global population. In *Sustainable protein sources* (pp. 1-19). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00001-9>
- Nieder, R., Benbi, D. K., & Reichl, F. X. (2018). Soil components and human health. *Book*, 376, 20200183. <https://doi.org/10.1098/rstb.2020.0183>
- Noga, J., & Wolbring, G. (2013). Perceptions of water ownership, water management, and the responsibility of providing clean water. *Water*, 5(4), 1865-1889. <https://doi.org/10.3390/w5041865>



- Opiyo, F., Wasonga, O., Nyangito, M., Schilling, J., & Munang, R. (2015). Drought adaptation and coping strategies among the Turkana pastoralists of northern Kenya. *International Journal of Disaster Risk Science*, 6, 295-309. <https://doi.org/10.1007/s13753-015-0063-4>
- Parvizi, Y. (2013). Evaluation of efficiency and uniformity indicators of strip irrigation in Lorestan province. *Journal of Water Research in Agriculture*, 3. <https://doi.org/10.22092/jwra.2013.128843> (In Persian).
- Pomeranz, K. (2013). Asia's Unstable Water Tower: The Politics, Economics, and Ecology of Himalayan Water Projects. *Asia Policy*, 16(1), 4-10. <https://doi.org/10.1353/asp.2013.0023>
- Rahimi Bandarabadi, S. (2024). Regional frequency analysis of intensity, duration and area of drought in Lorestan province. *Journal of Environmental Science Studies*, 9(1), 8008-8021. (In Persian). <https://doi.org/10.22034/jess.2023.408644.2091>
- Ray, B., & Shaw, R. (2019). Developing water security index for urban areas. *Urban Drought: Emerging Water Challenges in Asia*, 53-68. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-8947-3\\_4](https://doi.org/10.1007/978-981-10-8947-3_4)
- Rezanezhad, O., Shams, A., & Razmi, H. (2018). Investigating Fruit Farmers Intention in Sustainable Management of Agricultural Water Resources in Maragheh Township. *Scientific Quarterly of Water Resources Engineering*, 11(37), 1-12. (In Persian). <https://doi.org/20.1001.1.20086377.1397.11.37.1.4>
- Sanogo, S., Fink, A. H., Omotosho, J. A., Ba, A., Redl, R., & Ernert, V. (2015). Spatio-temporal characteristics of the recent rainfall recovery in West Africa. *International Journal of Climatology*, 35(15), 4589-4605. <https://doi.org/10.1002/joc.4309>
- Sen, S. M., & Kansal, A. (2019). Achieving water security in rural Indian Himalayas: a participatory account of challenges and potential solutions. *Journal of environmental management*, 245, 398-408. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.132>
- Shiravand, H., & Hosseini, S. A. (2020). A new evaluation of the influence of climate change on Zagros oak forest dieback in Iran. *Theoretical and Applied Climatology*, 141, 685-697. <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03226-z>
- Silvestri, S., Bryan, E., Ringler, C., Herrero, M., & Okoba, B. (2012). Climate change perception and adaptation of agro-pastoral communities in Kenya. *Regional Environmental Change*, 12, 791-802. <https://doi.org/10.1007/s10113-012-0293-5>
- Singh, V. P. (2017). Challenges in meeting water security and resilience. *Water International*, 42(4), 349-359. <https://doi.org/10.1080/02508060.2017.1327234>
- Sinyolo, S., Mudhara, M., & Wale, E. (2014). Water security and rural household food security: Empirical evidence from the Mzinyathi district in South Africa. *Food Security*, 6, 483-499. <https://doi.org/10.1007/s12571-014-0358-0>
- Tengö, M., Brondizio, E. S., Elmqvist, T., Malmer, P., & Spierenburg, M. (2014). Connecting diverse knowledge systems for enhanced ecosystem governance: the multiple evidence base approach. *Ambio*, 43, 579-591. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0501-3>
- UN-Water. (2013). *Water security & the global water agenda: A UN-water analytical brief*. United Nations University (UNU). <https://hdl.handle.net/20.500.12870/4206>.
- Vaghefi, S. A., Keykhai, M., Jahanbakhshi, F., Sheikholeslami, J., Ahmadi, A., Yang, H., & Abbaspour, K. C. (2019). The future of extreme climate in Iran. *Scientific Reports*, 9(1), 1464. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-38071-8>
- Vaidya, R. A. (2015). Governance and management of local water storage in the Hindu Kush Himalayas. *International journal of water resources development*, 31(2), 253-268. <https://doi.org/10.1080/07900627.2015.1020998>
- Vörösmarty, C. J., McIntyre, P. B., Gessner, M. O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., Glidden, S., Bunn, S. E., Sullivan, C. A., & Liermann, C. R. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *nature*, 467(7315), 555-561. <https://doi.org/10.1038/nature09440>

- WHO/UNICEF. (2012). *Global costs and benefits of drinking-water supply and sanitation interventions to reach the MDG target and universal coverage*. [http://www.who.int/about/licensing/copyright\\_form/en/index.html](http://www.who.int/about/licensing/copyright_form/en/index.html).
- Yazdanparast, M., & Ghorbani, M. (2024). Designing and Development of a Dynamic Water Security Model Based on Social-Ecological System Interactions (Neyshabur Plain watershed). *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 55(2), 183-204. (In Persian). <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2023.350655.669188>
- Yegbemey, R. N., Biaou, G., Yabi, J. A., & Kokoye, S. E. H. (2014). Does Awareness Through Learning About Climate Change Enhance Farmers' Perception of and Adaptation to Climate Uncertainty? *International Perspectives on Climate Change: Latin America and Beyond*, 227-238. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-04489-7\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-319-04489-7_16)
- Zakeri, M. A., Mirnia, S. K., & Moradi, H. (2022). Assessment of water security in the large watersheds of Iran. *Environmental Science & Policy*, 127, 31-37. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.10.009>
- Zeitoun, M. (2011). The global web of national water security. *Global Policy*, 2(3), 286-296. <https://doi.org/10.1111/j.1758-5899.2011.00097.x>
- Zia, A., Ali, M. Z., Jamil, M. N., Mukhtar, Z., Yaqub, K. Q., & Javed, K. (2025). The Impact of Financial Monetary Economic Variables on Economic Growth. *Kashf Journal of Multidisciplinary Research*, 2(01), 1-18. <https://doi.org/10.71146/kjmr185>

پژوهشی  
فراشی و همکاران