Agricultural and Rural Economics

Vol. 2, No. 4, Autumn 2024

Scientific Paper

Developing a Dimension Map of Integrated Water Management in Selected Countries and Iran: Application of Water Poverty Index

Z. Kiani Feyzabad [1], F. Balovi [2], S. Yazdani [3]

Received: 23 November, 2024 Accepted: 7 January, 2025

Introduction: Water is one of the key components for sustaining human life. It plays a very important role in the achievement of food security, personal hygiene and health, development of economic sectors (industry, services, and agriculture), and also in protection of natural ecosystems and environmental services. Considering the close relationship between sustainability of water resources and production of foodstuff and energy, weather, economic growth, and human security, the most important threat the world faces today is water insecurity. Hence, protection of water resources is a serious matter and integrated water resources management (IWRM) is the only action plan for achieving this goal. The IWRM is an approach in which the process of economic and social development of countries is coordinated and consistent with water and land sources so that sustainability of vital ecosystems and their future renewability and also satisfaction of water needs are not endangered. That is why the present research studied and compared the status on the IWRM in selected countries across the world using the Water Poverty Index (WPI).

Materials and Methods: The WPI, which was widely accepted with the realization of the multidimensional nature of water scarcity, shows the relationship between the level of human well-being and the various dimensions of water resources. As a comprehensive tool that combines the physical, social, economic, and environmental dimensions associated with water, the WPI allows

1. Corresponding Author and PhD Graduate in Agricultural Economics, University of Tehran, Tehran, Iran (kiani_zahra@ut.ac.ir).
2. PhD Graduate in Agricultural Economics, Department of Irrigation and Development Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran.
3. Professor, Department of Agricultural Economics, University of Tehran, Tehran, Iran.

DOI: 10.30490/etr.2025.367327.1042

a better understanding of the complexities of water resources management. It has five components including resources, access, capacity, use, and environment. Each component is measured by using some indices. The value of each one is standardized so that its numerical value is in the range of zero to 100 for the purpose of aggregation and interpretation. After calculating the values of the WPI, the countries across the world can be grouped into five different categories based on the Central Limit Theorem (CLT). Savings can be made in government time and costs by determining the most important components and variables influencing the WPI. Therefore, the sensitivity of the WPI was also analyzed to better understand the extent to which each component or variable impacted the fluctuations in the WPI. To conduct the present research, the required data for the period 2000-2020 were obtained from the statistical resources of the World Bank and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and their mean values were used in the measuring process. The software packages of Excel 2019 and Arc GIS were used to perform the calculations and spatial analysis of the WPI, respectively.

Results and Discussion: The results of descriptive statistics related to the WPI and its components showed that its minimum and maximum values for the countries across the world were 34.12 for Niger and 74.81 for Guyana – which indicated a range of variation of 40.09. In addition, the estimated mean value of the global WPI was 58.60. Study of the descriptive statistics related to the five components of the WPI for the countries worldwide also revealed that the resources component had the lowest mean value (-27.88), the lowest minimum value (-19.29) and the largest range of variation (109.78). Based on these statistics, we can say that the global situation with respect to the resource component was inappropriate and water distribution was not balanced. The capacity component had the second lowest mean value (43.47), which suggested that the economic and social capacity in water resources management across the world was not suitable. Furthermore, this component had the smallest range of variation (52.31), which suggested that the countries worldwide indicated the least difference in the capacity component. As for the access component also, the results showed that it had the largest mean value (80.02), which indicated that the countries across the world seemed to be in better conditions in terms of access to wastewater disposal and treatment systems. In addition, this component had the largest standard deviation (24.8), which meant that access to water treatment and wastewater disposal and treatment systems was not balanced worldwide. The use component had a high standard deviation (22.07) among the five components, whereas the lowest standard deviation (9.49) was obtained for the environment

component. The results of classifying the countries with respect to the WPI and spatial analysis also indicated that 25 countries faced water insecurity and 12 confronted low water security. In addition, 31 countries had suitable water security and 16 enjoyed 100 percent water security. In general, most countries faced the water insecurity and the low water security were located in Africa and Asia. Iran, with a WPI value of 58.55, ranked 82 among the nations in the world with respect to the water security. The results related to the sensitivity analysis of the WPI also illustrated that based on the Variable Contribution (VC) index, the access component with the value of 2.27 percent contributed the most to the positive fluctuations in the WPI and the capacity component with the value of -2.27 percent the least. Furthermore, omission of the access component or the resources component changed the standard deviation of the WPI by 5.58 and 16 units on average, respectively. Based on the results of contribution of variable in the fluctuations of the average water poverty index known as ME, the WPI values decreased by 5.58 percent and 16 units on average if the resources component or the access component was omitted, respectively.

Conclusion and Suggestions: The journey of the countries across the world towards sustainable development can be facilitated if they know the current situation in regard to sustainability of water resources and strike a balance between water resources and water use. The study results showed that 25 countries lacked sustainability of water resources and 12 others confronted low sustainability of water resources; in addition, 31 countries enjoyed suitable sustainability of water resources and 16 had 100 percent sustainability of water resources. According to the results, there is 100 percent sustainability of water resources in most European and American countries, whereas the majority of Asian and African countries have the lowest level of sustainability of water resources as shown by their WPI values. Since the access, capacity, resources, use, and environment components are highly important in higher levels of sustainability or high levels of unsustainability of water resources, it is suggested that a comprehensive approach be used for continuously assessing sustainability of water resources in various regions in order to develop integrated water resources management.

Keywords: *Water Security, Water Poverty Index (WPI), Selected Countries of the World, Integrated Water Management.*

JEL Classification: Q01, Q25, Q28

اقتصاد کشاورزی و روستایی

سال ۲، شماره ۴، پاییز ۱۴۰۳

مقاله علمی

تدوین نقشه ابعاد مدیریت یکپارچه آب در کشورهای منتخب و ایران: کاربرد شاخص فقر آبی

زهرا کیانی فیض‌آباد[۱]، فرشته بالوی[۲]، سعید یزدانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

چکیده

مدیریت یکپارچه منابع آب فرآیندی است که در آن، روند توسعهٔ اقتصادی و اجتماعی کشورها هماهنگ با منابع آب در نظر گرفته می‌شود، به‌گونه‌ای که پایداری زیست‌بوم، قدرت تجدیدشوندگی و تحقق نیازهای آبی را به خطر نیندازد. با توجه به اهمیت منابع آب در توسعه کشورها و محدودیت ظرفیت آن، حفاظت این منبع حیاتی با به‌کارگیری مدیریت یکپارچه آن بیش از پیش حائز اهمیت است. از این‌رو، در مطالعهٔ حاضر، با به‌کارگیری شاخص فقر آبی، وضعیت پایداری منابع آب کشورهای جهان طی دوره ۲۰۰۰-۲۰۲۰ ارزیابی شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، میانگین شاخص فقر آبی جهان ۵۸/۶۰ است که در این میان، مؤلفهٔ منابع کمترین مقدار را داراست. همچنین، بر اساس رتبه‌بندی شاخص فقر آبی، ۲۵ کشور با عدم امنیت آبی و دوازده کشور با امنیت آبی پایین روبه‌رو هستند؛ همچنین، امنیت آبی در ۳۱ کشور مناسب و در شانزده کشور کامل است. اکثریت

۱- نویسندهٔ مسئول و دانش‌آموختهٔ دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. (kiani_zahra@ut.ac.ir)

۲- دانش‌آموختهٔ دکتری اقتصاد کشاورزی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۳- استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

DOI: 10.30490/etr.2025.367327.1042

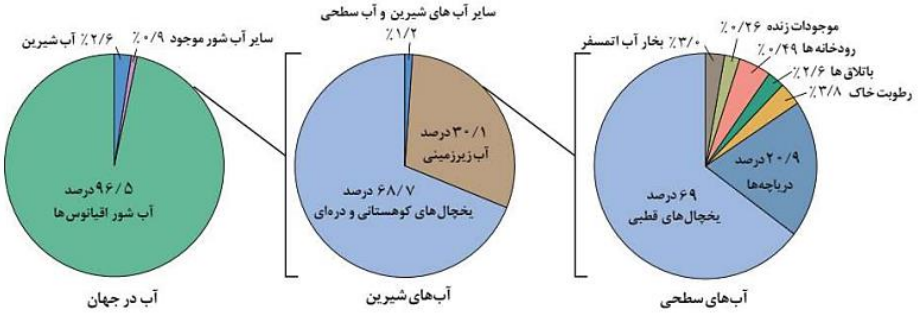
کشورهای آسیایی و آفریقایی ناپایدارترین کشورها از نظر منابع آبی به‌شمار می‌روند. ایران با رتبه ۸۲ جزو دسته کشورهایی با امنیت آبی متوسط است که از لحاظ مؤلفه‌های ظرفیت و منابع، دارای شرایط نامناسب است. کشورهای مناطق اروپایی در وضعیت پایداری کامل آب قرار دارند. از آنجا که مؤلفه‌های دسترسی، ظرفیت، مصرف و محیط زیست، در کنار مؤلفه منابع برای اکتساب درجه پایداری و ناپایداری آب کشورهای جهان، اهمیت زیادی دارند، پیشنهاد می‌شود که در راستای برقراری مدیریت یکپارچۀ منابع آب، با استفاده از رویکرد جامع‌نگر، پیوسته به ارزیابی وضعیت پایداری آب مناطق پرداخته شود.

کلیدواژه‌ها: *امنیت آبی، شاخص فقر آبی، کشورهای منتخب جهان، مدیریت یکپارچه آب.*

طبقه‌بندی JEL : Q28, Q25, Q01

مقدمه

آب از مؤلفه‌های کلیدی ادامه حیات بشر است و نقشی بسیار مهم در دستیابی به امنیت غذایی، تأمین بهداشت و سلامت انسان، توسعه بخش‌های اقتصادی (صنعت، خدمات و کشاورزی) و همچنین، حفاظت از زیست‌بوم‌های طبیعی و خدمات محیط زیست ایفا می‌کند (Guppy, 2014. Jonsson & Wilk, 2014. Rosegrant et al., 2002). از این‌رو، حفاظت از این منبع حیاتی در جهان یکی از نگرانی‌های بشر است. به‌طور کلی، میزان آب شیرین در جهان تنها ۲/۶ درصد از آب موجود در کره زمین را تشکیل می‌دهد. از آنجا که در حال حاضر، فناوری استفاده از آب‌های شور و یخچال‌های طبیعی مقرون‌به‌صرفه نیست، دسترسی به آب شیرین قابل استفاده برای مصارف آشامیدنی، صنعت، کشاورزی و محیط زیست با محدودیت بسیار مواجه است (شکل ۱).



مأخذ: اطلس وضعیت منابع آب در ایران، ۱۳۹۸

شکل ۱- وضعیت آب در جهان

در همین راستا، با توجه به ارتباط نزدیک پایداری آب و تولید مواد غذایی، انرژی، آب‌وهوا، رشد اقتصادی و امنیت انسانی، عمده‌ترین تهدید جهان امروز، ناامنی آبی است. از این‌رو، حفاظت از منابع آبی مسئله‌ای مهم و جدی است (Rosegrant et al., 2002; Manandhar et al., 2012). بر اساس دیدگاه کمیته فنی مجمع جهانی آب، مدیریت یکپارچه منابع آب الزامی است. مدیریت یکپارچه منابع آب فرآیندی است که در آن، روند توسعهٔ اقتصادی و اجتماعی کشورها هماهنگ و سازگار با منابع آب، زمین و پایداری زیست‌بوم‌های حیاتی باشد، به‌گونه‌ای که قدرت تجدیدپذیری آتی منابع طبیعی و تأمین نیازهای آبی به مخاطره نیفتد (TAC, 2000). با توجه به اهمیت منابع آب در توسعه کشورها و محدودیت ظرفیت آن، لزوم حفاظت از این منبع حیاتی با به‌کارگیری مدیریت یکپارچه آن بیش از پیش حائز اهمیت است. به همین منظور، گام اساسی در راستای حفظ این منابع کمیاب، بررسی و تبیین عوامل مؤثر بر مدیریت یکپارچه آب است. کشور ایران، به‌دلیل قرارگیری در منطقه خشک و نیمه‌خشک جهان، از چالش کمیابی آب مستثنی نیست، به‌گونه‌ای که بسیاری از شاخص‌های تبیین‌کننده کمیابی آب بیانگر وضعیت نامناسب ایران است. به همین دلیل، مطالعه پیش رو به بررسی وضعیت مدیریت یکپارچه آب با استفاده از شاخص فقر آبی[1] در کشورهای منتخب جهان و ایران می‌پردازد. تاکنون، شاخص‌های متعدد برای بررسی وضعیت مدیریت یکپارچه آب در سطوح مختلف توسط محققان ارائه شده که یکی از مناسب‌ترین آنها شاخص فقر آبی (WPI) است. این شاخص، برای اولین بار، توسط سالیوان معرفی شد و به‌عنوان ابزاری چندبعدی و جامع، با یکپارچه‌سازی جنبه‌های فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی مرتبط با آب در مقیاس‌های جغرافیایی مختلف، به ارزیابی وضعیت امنیت آبی می‌پردازد. شاخص فقر آبی (WPI) درک بهتری از پیچیدگی‌های مربوط به مدیریت بهینه منابع آب به‌دست می‌هد (Korc & Ford, 2000; Sullivn et al., 2003). از این‌رو، می‌توان با بهره‌گیری از این شاخص، به سنجش وضعیت منابع آبی کشورهای مختلف جهان و رتبه‌بندی جایگاه آنها از نظر عوامل یادشده در شاخص پرداخت. لازم به ذکر است که ملاک انتخاب کشورهای مورد مطالعه دسترسی به آمار و اطلاعات مورد نیاز شاخص در کشورهاست. بررسی وضعیت منابع آب و پایداری آب در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از محققان در ایران و جهان بوده است که در ادامه، به جدیدترین آنها اشاره می‌شود.

ایساید و همکاران (Isayed et al., 2024)، با مروری بر مطالعات شاخص فقر آبی در جهان، به بررسی نقاط عطف و تحولات مهم آن در مقیاس‌های مختلف و همچنین، ارتباط بین شاخص فقر آبی و

1. Water Poverty Index (WPI)

اهداف توسعه پایدار پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که مطالعاتی بسیار محدود، به‌صورت متمرکز، به شاخص فقر آبی پرداخته‌اند و مهم‌ترین خلاء مطالعات را می‌توان بررسی و پیش‌بینی اثرات تصمیمات و سیاست‌گذاری مدیریت آب بر رفاه جامعه دانست. آکوستا–گونزالز و چافلا (Acosta-González & Chafla, 2024)، با استفاده از اطلاعات کیفیت آب، مطابق ابعاد ایمنی و بهداشت، به ارزیابی شاخص فقر آبی (WPI) پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که معیارهای فقر آبی دارای همبستگی بالاست و دسته افراد دارای فقر آبی از سطح تحصیلات پایین برخوردارند و در دهک‌های پایین‌تر توزیع درآمد قرار دارند. پاندی و همکاران (Pandey et al., 2024)، با استفاده از شاخص فقر آبی اصلاح‌شده، به بررسی روند فقر آبی ایالت راجستان در سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۱۸ پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که مؤلفه منابع و دسترسی در شرایط نامناسب قرار دارند. کیانی فیض‌آباد و همکاران (Kiani Feyzabad et al., 2023) شاخص فقر آبی (WPI) را در مقیاس حوضه آبریز کشور ایران بر اساس اطلاعات سال ۲۰۱۶ به‌کار گرفتند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که متوسط شاخص فقر آبی ۴۳/۷۳ بوده و مؤلفه‌های منابع و مصرف دارای کمترین مقدار (به‌ترتیب، ۱۹/۲۴ و ۳۶/۸۵) است. خاندکا و پاتاک (Khadka & Pathak, 2021)، با بررسی فقر آبی منطقهٔ واقع در نپال هیمالیا با استفاده از شاخص فقر آبی، مهم‌ترین عوامل تنش آبی منطقه را ارزیابی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که این منطقه دارای مقادیر بسیار کم WPI بوده، که بیانگر دسترسی پایین به آب است. کوئیرالا و همکاران (Koirala et al., 2020) به بررسی تنش آبی رودخانه کوشی نپال پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که فقر آبی حوضه آبریز کوشی ۵۴/۵ و میزان آن بین ۴۹/۷۵ تا ۶۹/۲۹ بوده و بنابراین، اولویت سیاست‌گذاری توجه به مناطق دارای تنش آبی شدید است. هایلو و همکاران (Hailu et al., 2022) شاخص‌های امنیت آب را بر اساس موجودی منابع آب، دسترسی به آب، مصرف آب، ظرفیت محیط زیست و مؤسسات آب در اتیوپی بررسی کردند و نشان دادند که اکثر خانوارها با ناامنی آب مواجه‌اند و علت اصلی آن، ضعف سازمان‌دهی مؤسسات و نبود نظام و دانش کافی در مورد نظام‌های مدیریت آب است. یزدی و همکاران (Yazdi et al., 2021)، پس از محاسبه شاخص فقر آبی در دشت فسا طی سال‌های ۹۷–۱۳۸۷، به بررسی همبستگی بین تغییرات اقلیمی و تغییرات خشکسالی با شاخص فقر آبی در منطقه مورد مطالعه پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که وضعیت مصارف منابع آبی نقشی تعیین‌کننده در شاخص فقر آبی دشت فسا دارد و ظرفیت منابع آبی این دشت دارای کمترین نقش در این شاخص است. سلامی و طاهری ریکنده (Salami & Taheri Rikandeh, 2019)، با به‌کارگیری شاخص فقر آبی، به بررسی امنیت آبی استان‌های ایران در سال‌های ۱۳۹۴–۱۳۸۷ پرداختند. بر اساس شاخص فقر آبی محاسبه‌شده برای

استان‌های مختلف کشور، استان‌های سیستان و بلوچستان، قم، کرمان، هرمزگان و گلستان ناامنی آبی شدید و استان‌های تهران و گیلان امنیت آبی ضعیف دارند؛ همچنین، پنج استان آذربایجان شرقی، زنجان، سمنان، کرمانشاه و لرستان در طبقهٔ امنیت آبی بالا و پنج استان بوشهر، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، کردستان و مرکزی در طبقهٔ امنیت آبی کامل جای گرفته‌اند. طالبی و همکاران (Talebi et al., 2017) به بررسی ابعاد کم‌آبی با استفاده از شاخص فقر آبی و تحلیل مقایسه‌ای آن در شهرستان قم پرداختند. نتایج بررسی آنها نشان داد که بخش مرکزی منطقه مورد مطالعه، با مقدار ۱۲۶، پایین‌ترین رتبه و جعفرآباد، با مقدار ۲۱۷/۶، بالاترین رتبه را در شاخص فقر آبی دارند. آسیابی هیر و همکاران (Asiabi Hir et al., 2017) به بررسی شاخص فقر آبی بر مبنای مؤلفه‌های پنج‌گانهٔ منابع، دسترسی، ظرفیت، مصارف و محیط زیست در مدیریت منابع آب در برخی از حوضه‌های آبخیز اردبیل پرداختند. چو و همکاران (Cho et al., 2000)، با استفاده از روش مؤلفه‌های اصلی، به استخراج شاخص فقر آبی برای ۱۴۷ کشور جهان پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که شاخص ترکیبی سه جزء ساده شامل دسترسی، ظرفیت، محیط زیست می‌تواند گویای تنش آبی باشد؛ از سوی دیگر، شاخص فقر آبی یادشده با شاخص توسعه انسانی همبستگی مثبت و بالا دارد.

همان‌گونه که در بررسی جدیدترین مطالعات در زمینه پایداری آب مشاهده شد، یکی از رایج‌ترین شاخص‌ها برای سنجش وضعیت منابع آب شاخص فقر آبی بوده که در مطالعهٔ حاضر نیز همین شاخص و مؤلفه‌های آن در کشورهای منتخب جهان محاسبه و مقایسه شده است. یکی از مهم‌ترین خلاءهای مطالعات بررسی‌شده فقدان تحلیل حساسیت شاخص فقر آبی است که در مطالعهٔ حاضر، پس از انجام تحلیل حساسیت شاخص فقر آبی بر اساس اجزای آن و دسته‌بندی کشورها در گروه‌های همگن، راهبرد مناسب هر گروه برای مقابله با چالش‌های منابع آب پیشنهاد می‌شود. علاوه بر آن، ایجاد شفافیت از وضعیت امنیت آبی جهان، تعیین جایگاه ایران در بین سایر کشورها و تبیین مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر ناامنی آبی را می‌توان نوآوری پژوهش حاضر دانست.

روش تحقیق

با پذیرش کمیابی آب به‌عنوان مشکل چندبعدی، اصطلاح فقر آبی به‌طور گسترده مورد پذیرش قرار گرفت (Komnenic et al., 2009). شاخص فقر آبی نشان‌دهندهٔ ارتباط میان سطح رفاه انسان و ابعاد گوناگون مرتبط با منابع آب است (Sullivan, 2002. Sullivan et al., 2003). این شاخص به‌عنوان ابزاری جامع با ادغام ابعاد فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی مرتبط با آب، درک ساده‌تری از پیچیدگی‌های مدیریت منابع آب به‌دست می‌دهد (Sullivan et al., 2003; Korc &

Foad, 2000). مفهوم پایهٔ فقر آبی دربرگیرندهٔ پنج محور اصلی منابع، دسترسی، ظرفیت، مصرف و محیط زیست است. محور منابع به بررسی موجودیت منابع آب سطحی و زیرزمینی و محور دسترسی به چگونگی دسترسی بدین منابع در نمونهٔ موردی می‌پردازد. در محور ظرفیت، به‌طور کلی، مجموعه عوامل اثرگذار در ظرفیت اقتصادی و اجتماعی نمونه مورد مطالعه (از جمله درآمد، تحصیل، بهداشت و سلامت افراد) بررسی می‌شود. از دیگر محورهای فقر آبی، محور مصرف است که با مطالعهٔ آن، الگوی مصرف در بخش‌های مختلف و بهره‌وری مصرف مشخص می‌شود. سرانجام، آخرین محور فقر آبی محیط زیست است که در آن، تعدادی از مقولات زیست‌محیطی مرتبط با تأمین و مدیریت آب مطالعه می‌شود (Sullivan et al., 2003). بنابراین، می‌توان با استفاده از شاخص فقر آبی، به رتبه‌بندی وضعیت مناطق مختلف از لحاظ عوامل فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی و نیز ارائه سیاست مناسب پرداخت. همچنین، با استفاده از این شاخص، می‌توان به بررسی عملکرد و ارزیابی سیاست‌های دولت در حوزه آب پرداخت. مؤلفه منابع دارای دو زیرمعیار موجودیت و تغییرپذیری است. زیرمعیار موجودیت نیز خود شامل متغیرهای سرانه آب زیرزمینی و سطحی است که دسترسی فیزیکی به منابع آب را در منطقهٔ مورد مطالعه ارزیابی می‌کند. مقادیر بالاتر این معیار نشان‌دهندهٔ توان استفادهٔ فراوان نسبت به تغییرپذیری سالانه و فصلی است. کاهش موجودیت منابع آب منجر به افزایش فقر آبی و افزایش دستیابی به منابع آب، با انعطاف‌پذیری جامعه در ارتباط با منابع آب همراه خواهد بود (Alessa et al., 2008; Sullivan, 2001). معیار تغییرپذیری نیز شامل متغیر ضریب تغییرات بارش است. هرچه میزان تغییرات بارندگی بیشتر باشد، اطمینان از موجودیت منابع آب کاهش می‌یابد. ضرایب تغییرات بارندگی در طول یک دورهٔ پنج‌ساله محاسبه می‌شود (Van Ty et al., 2010). ضریب تغییرات مساوی یا بیشتر از سی درصد آسیب‌پذیرترین وضعیت را نشان می‌دهد (Manandhar et al., 2012). مؤلفه دسترسی دارای متغیرهای سرانه تعداد انشعابات آب نقاط شهری و روستایی، جمعیت زیر پوشش خدمات جمع‌آوری و دفع بهداشتی فاضلاب شهری و افراد زیر پوشش سازمان تأمین اجتماعی است. دسترسی کافی به منابع آب و شبکهٔ تخلیه فاضلاب موجب بهبود وضعیت اقتصادی و بهداشتی می‌شود (Van Ty et al., 2010). عدم دسترسی به منابع آب موجب کاهش توسعه اقتصادی، اتلاف هزینه و زمان در دسترسی به منابع آب خواهد شد (Sullivan & Meigh, 2006; Manandhar et al., 2012). مؤلفه ظرفیت نیز بر اساس زیرمعیارهای اقتصادی و اجتماعی ارزیابی می‌شود. زیرمعیار اقتصادی دارای متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه و اشتغال بخش غیرکشاورزی است. مؤلفه ظرفیت توانایی مردم برای مدیریت منابع آب است. اهمیت ظرفیت‌های

اجتماعی و اقتصادی برای نظام مدیریت آب شناخته شده است. تولید ناخالص داخلی سرانه توان اقتصادی را در دسترسی به فناوری و سرمایه‌گذاری در پروژه‌های آب اندازه‌گیری می‌کند (Adger et al., 2004; Pandey et al., 2011). تنوع کسب درآمد در بخش غیرکشاورزی بر ظرفیت اطمینان از درآمد و ظرفیت اقتصادی جامعه برای حل مسائل مرتبط با مدیریت آب می‌افزاید (Brooks et al., 2005; Pandey et al., 2011). بنابراین، متغیر اشتغال بخش غیرکشاورزی به‌عنوان معیاری از ظرفیت اقتصادی مورد سنجش قرار می‌گیرد (Appelgren & Klohn, 1999). زیرمعیار اجتماعی نیز بر اساس دو متغیر نرخ باسوادی و نرخ مشارکت اقتصادی ارزیابی می‌شود. متغیر نرخ باسوادی به‌صورت درصد جمعیت باسواد شش سال و بالاتر تعریف می‌شود. مقادیر بیشتر این شاخص نشان‌دهندهٔ افراد باسوادتر است که از توانابی درک مسائل مربوط به آب و توانایی انجام اقداماتی برای مدیریت آب برخوردارند (Brooks et al., 2005; Sullivan et al., 2003). جمعیت فعال اقتصادی نیز به‌عنوان درصدی از جمعیت ده‌ساله و بالاتر در کل جمعیت تعریف می‌شود. مقادیر بالاتر این متغیر نشان‌دهندهٔ ظرفیت بیشتر افراد برای مقابله با تنش آبی است (Adger et al., 2004; Brooks et al,. 2005; Pandey et al., 2011). مؤلفه مصرف نیز بر اساس دو متغیر سرانه مصرف آب خانگی و سطح زیر کشت فاریاب محصولات کشاورزی مورد سنجش قرار می‌گیرد. مصرف آب برای توسعه جوامع ضروری است (Sullivan, 2001). در مؤلفه مصرف، میزان مصرف آب بخش‌های اصلی اقتصادی شامل خانگی، کشاورزی و صنعتی در نظر گرفته می‌شود. با توجه حداقل نیاز آبی سرانه برای یک فرد یعنی، بیست تا صد لیتر در روز (Howard & Bartram, 2003)، متغیر سرانه مصرف آب خانگی استانداردسازی می‌شود. توسعهٔ کشاورزی، محرک رشد اقتصادی و کاهش فقر است (Jin at al., 2005). توسعه کشت آبی به‌منظور در امان ماندن از خشکسالی و افزایش عملکرد می‌تواند بیانگر تنش آبی موجود باشد. از این‌رو، این متغیر دارای تأثیر منفی بر شاخص فقر آبی است. در نهایت، مؤلفه محیط زیست دارای دو زیرمعیار تنش زیست‌محیطی و پوشش گیاهی است. زیرمعیار تنش زیست‌محیطی با متغیر توزیع کود شیمیایی و زیرمعیار پوشش گیاهی با استفاده از مساحت مناطق حفاظت‌شدهٔ تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست ارزیابی می‌شوند. کیفیت محیط زیست و سلامت زیست‌بوم‌های محیطی از الزامات پایداری مصرف منابع آب است. به‌طور کلی، بهبود نظام‌های زیست‌محیطی لازمهٔ توسعهٔ پایدار بوده و موجب افزایش ظرفیت غلبه بر تنش‌های ناشی از کم‌آبی می‌شود (Sullivan et al., 2003). مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی موجب آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی می‌شود. بنابراین، این‌گونه مقادیر مصرف به‌عنوان تنش‌های محیط زیست در نظر گرفته می‌شود. تغییر کاربری

اراضـی، چرای بیش از حد دام و قطع درختان موجب تخریب پوشـش گیاهی شـده و بیانگر انحراف محیط زیست از حالت طبیعی است. تخریب پوشش گیاهی منجر به اختلال چرخهٔ آب‌شناختی و افزایش فرسایش خاک و رسوب‌گذاری در رودخانه‌ها می‌شود. نتیجهٔ چنین شرایطی آسیب‌پذیری منابع آب و زیست‌بوم‌های طبیعی است (Pandey el al., 2012; Manandhar et al., 2012). هر کدام از مؤلفه‌های یادشده با شاخص‌هایی اندازه‌گیری می‌شوند (Lawrence et al., 2002). برای تجمیع و تفسیر، مقادیر هر کدام از شاخص‌ها استانداردسازی[1] می‌شود تا اندازهٔ عددی آنها در بازه صفر تا صد قرار گیرد. بدین منظور، در ارتباط با متغیرهای دارای واحد، از روش اسـتانداردسـازی موریس[2] یا ضـریب محرومیت[3] در قالب رابطهٔ زیر استفاده می‌شود (Van Ty et al., 2010):

$$M = \frac{X_i - X_{min,max}}{X_{max} - X_{min}} \qquad (۱)$$

که در آن، M مقدار استانداردشدهٔ شاخص و Xi، Xmin و Xmax، به‌ترتیب، مقادیر متغیرها، حداقل و حداکثر آنهاست. پس از استانداردسازی هر کدام از زیرشاخص‌ها، متوسط آنها محاسبه می‌شود تا مقدار هر مؤلفه به‌دست آید. سپس، با استفاده از روش میانگین‌گیری، مقدار نهایی شاخص فقر آبی در کشورهای جهان بر اساس رابطه (۲) به‌دست خواهد آمد (Sullivan, 2002; Sullivan et al., 2003; Manandhar et al., 2012).

$$WPI = \frac{\sum_{j=1}^{N} w_i X_j}{\sum_{i=1}^{N} w_i}, \qquad N = ۱,...,۵ \qquad (۲)$$

که در آن، WPI، X_j، i و w، به‌ترتیب، مقدار شاخص فقر آبی در کشورهای جهان، ارزش مؤلفه‌ها، اندیس مؤلفه‌ها و وزن هر مؤلفه است. با توجه به اهمیت مؤلفه‌ها در تعیین میزان پایداری، وزن‌ها به‌صورت برابر در نظر گرفته شده است (Sullivan, 2002). پس از محاسبهٔ شاخص فقر آبی، به رتبه‌بندی کشورهای جهان پرداخته می‌شود. بدین منظور، بر اساس قضیهٔ حد مرکزی[4]، می‌توان

1. normalize
2. Morris
3. deprivation score
4. Central Limit Theorem (CLT)

کشورهای جهان را به پنج گروه مختلف تقسیم‌بندی کرد (Qiang et al., 2008; Salami & Taheri Rikandeh, 2019). چگونگی ایجاد این گروه‌ها یا طبقات شاخص فقر آبی در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- چگونگی طبقه‌بندی شاخص فقر آبی در کشورهای منتخب

طبقه	معیار طبقه‌بندی
ناپایداری آب	$WPI < \overline{WPI} - s_{WPI}$
پایداری ضعیف آبی	$\overline{WPI} - s_{WPI} \leq WPI < \overline{WPI} - 0.5 s_{WPI}$
پایداری متوسط آبی	$\overline{WPI} - 0.5 s_{WPI} \leq WPI < \overline{WPI} + 0.5 s_{WPI}$
پایداری بالای آبی	$\overline{WPI} + 0.5 s_{WPI} \leq WPI < \overline{WPI} + s_{WPI}$
پایداری کامل آبی	$\overline{WPI} + s_{WPI} \leq WPI$

مأخذ: یافته‌های پژوهش

شاخص فقر آبی (WPI) به‌تنهایی اطلاعات دقیق در خصوص اهمیت مؤلفه‌ها و متغیرهای آن ارائه نمی‌دهد. این در حالی است که تشخیص مهم‌ترین مؤلفه‌ها و متغیرهای تأثیرگذار بر فقر آبی می‌تواند از اتلاف زمان و منابع دولت جلوگیری کند. بنابراین، برای درک بهتر میزان تأثیر هر مؤلفه و متغیر بر نوسان‌های شاخص ترکیبی فقر آبی، لازم است که یک ارزیابی دقیق‌تر و پیچیده‌تر صورت گیرد. بدین منظور، مؤثرترین مؤلفه‌ها و متغیرها از دو نظر شناسایی می‌شوند؛ یکی، مؤلفه‌ها و متغیرهای دارای بیشترین سهم در نوسان‌ها و دیگری، مؤلفه‌ها و متغیرهای دارای بیشترین اثر منفی بر متوسط شاخص فقر آبی. برای محاسبه مؤلفه‌ها و متغیرهایی که بیشترین سهم را در نوسان‌های شاخص فقر آبی دارند، از روش چانات و لاروک (Chanut & Laroque, 1979) استفاده شده است. در این روش، انحراف معیار هر مؤلفه، متغیر و شاخص فقر آبی محاسبه شده و پس از محاسبه ضریب همبستگی بین متغیرها، مؤلفه‌ها و شاخص ترکیبی فقر آبی، سهم هر مؤلفه در نوسان‌های شاخص ترکیبی کل از طریق رابطهٔ ۲ به‌دست آمده است:

$$VC_i = \frac{corr(X_i, X_{WPI}) \times s_{X_i}}{s_{X_{WPI}}} \qquad (۲)$$

که در آن، VCi سهم متغیر و مؤلفه‌ها در نوسان‌های شاخص فقر آبی، $corr(X_i, X_{WPI})$ ضریب همبستگی بین متغیرها، مؤلفه‌ها و شاخص فقر آبی، S_{X_i} انحراف معیار متغیرها و مؤلفه‌ها، و $S_{X_{WPI}}$ انحراف معیار شاخص فقر آبی است. همچنین، به‌منظور تعیین متغیرها و مؤلفه‌هایی که بیشترین اثر منفی را بر شاخص ترکیبی فقر آبی داشته‌اند، تک‌تک متغیرها و مؤلفه‌ها از شاخص فقر آبی حذف شده و اثر آنها بر متوسط شاخص ترکیبی محاسبه شده است. برای انجام تحقیق حاضر، آمار مورد نیاز از منابع آماری بانک جهانی[1] و سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو[2]) سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ و از مقادیر متوسط آنها در فرآیند اندازه‌گیری استفاده شده است. در پژوهش حاضر، به‌منظور انجام محاسبات و تحلیل فضایی شاخص فقر آبی از بسته‌های نرم‌افزاری Excel 2019 و Arc Gis بهره گرفته شده است.

نتایج و بحث

با توجه به نکات یادشده در بخش روش تحقیق، پس از گردآوری اطلاعات مورد نیاز هر کدام از متغیرها استانداردسازی شده است. سپس، هر کدام از مؤلفه‌های شاخص فقر آبی در کشورهای مختلف جهان مورد محاسبه قرار گرفته است. نتایج آمارهای توصیفی شاخص فقر آبی و مؤلفه‌های آن نیز در جدول ۲ گزارش شده است. مطابق نتایج این جدول، مقادیر حداقل و حداکثر شاخص فقر آبی در کشورهای جهان، به‌ترتیب، برابر با ۳۴/۷۲ (مربوط به کشور نیجر) و ۷۴/۸۱ (مربوط به کشور گویان) است. بر این اساس، دامنهٔ تغییرات شاخص برابر با ۴۰/۰۹ است. همچنین، میانگین شاخص فقر آبی کشورها برابر با ۵۸/۶۰ برآورد می‌شود. بررسی آمارهای توصیفی مؤلفه‌های پنج‌گانهٔ شاخص فقر آبی در کشورهای جهان نیز نشان می‌دهد که مؤلفهٔ منابع با میانگین ۲۷/۸۸ کمترین مقدار را در میان مؤلفه‌ها داشته است. این مؤلفه، در میان پنج مؤلفهٔ شاخص فقر آبی، دارای کمترین مقدار حداقل (۱۹/۲۹-) و بیشترین مقدار دامنهٔ تغییرات (۱۰۹/۷۸) بوده است. بر این اساس، می‌توان گفت که از لحاظ مؤلفهٔ منابع، وضعیت کشورهای جهان نامناسب و توزیع آب نامتوازن است. پس از مؤلفهٔ منابع، مؤلفهٔ ظرفیت با میانگین ۴۳/۴۷ دارای کمترین مقدار میانگین بوده، که بیانگر ظرفیت اقتصادی و اجتماعی نامناسب برای مدیریت منابع آب در کشورهای جهان است. همچنین، این مؤلفه دارای کمترین دامنه تغییرات (۵۲/۳۱) است و نشان می‌دهد که تفاوت کشورهای جهان در مؤلفه ظرفیت از سایر مؤلفه‌ها کمتر است.

1. World Bank
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

در مورد مؤلفهٔ دسترسی نیز مطابق نتایج، این مؤلفه بیشترین مقدار میانگین (۸۰/۰۲) را داراست و به‌نظر می‌رسد که شرایط کشورهای جهان، از لحاظ دسترسی به شبکهٔ تخلیه و تصفیهٔ فاضلاب، مساعدتر است. همچنین، این مؤلفه بیشترین انحراف معیار (۲۴/۶۸) را داشته، که نشان‌دهندهٔ عدم توازن در دسترسی به شبکهٔ تخلیه و تصفیهٔ فاضلاب و منابع آب کشورهای جهان است. مؤلفه مصرف در میان مؤلفه‌ها دارای انحراف معیار بالاست (۲۲/۰۷). مؤلفهٔ محیط زیست نیز کمترین انحراف معیار (۹/۴۹) را داشته است.

جدول ۲- نتایج آمارهای توصیفی شاخص فقر آبی و مؤلفه‌های آن

آمارها	مؤلفه‌ها					شاخص فقر آبی
	منابع	دسترسی	مصرف	ظرفیت	محیط زیست	
میانگین	۲۷/۸۸	۸۰/۰۲	۷۸/۹۳	۴۳/۴۷	۶۲/۶۹	۵۸/۶۰
انحراف معیار	۱۱/۰۰	۲۴/۶۸	۲۲/۰۷	۱۰/۱۶	۹/۴۹	۹/۴۲
حداقل	-۱۹/۲۹	۸/۲۹	۰/۰۰	۱۸/۵۱	۳۹/۵۰	۳۴/۷۲
حداکثر	۹۰/۴۹	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۷۰/۸۱	۹۳/۲۵	۷۴/۸۱
دامنه تغییرات	۱۰۹/۷۸	۹۱/۷۱	۱۰۰/۰۰	۵۲/۳۱	۵۳/۷۵	۴۰/۰۹

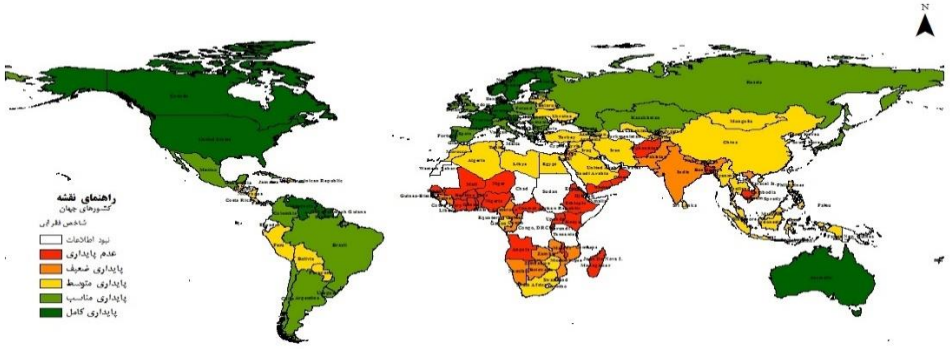
مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج جدول ۳، در مؤلفهٔ منابع، به‌ترتیب، کشورهای گویان، سورینام و کنگو با مقادیر ۹۰/۴۹، ۷۳/۲۳ و ۵۴/۴۲ در جایگاه اول تا سوم قرار دارند. پس از بررسی متغیرهای مورد استفاده در این مؤلفه برای سه کشور یادشده، مشخص می‌شود که از لحاظ سرانهٔ منابع آب سطحی و زیرزمینی، وضعیت این کشورها بسیار مناسب است. همچنین، در این مؤلفه، وضعیت کشورهای عمان، امارات متحده عربی و اردن با مقادیر ۱۹/۲۹-، ۰/۴۶- و ۷/۲۷ نامناسب است، که می‌توان این نتیجه را به نوسان‌های بالای بارش و پایین بودن سرانه آب زیرزمینی و سطحی مرتبط دانست. ایران، در مؤلفه منابع، با مقدار ۱۲/۱۱ رتبه ۱۲۰ جهان را دارا است. پس از بررسی متغیرهای مورد استفاده در این مؤلفه، مشخص می‌شود که ایران، از لحاظ نوسان‌های بارش، سرانه آب زیرزمینی و سطحی، به‌ترتیب، حائز رتبه ۱۲۱، ۷۴ و ۱۰۴ است. در مؤلفهٔ دسترسی نیز کشورهای استرالیا و اتریش هر دو با مقدار صد در جایگاه اول و ژاپن و اسپانیا، به‌ترتیب، با مقادیر ۹۹/۹۹ و ۹۹/۹۵ در جایگاه دوم و سوم قرار دارند. با بررسی متغیرهای این مؤلفه، مشخص می‌شود که این نتایج با توجه به امکانات و تجهیزات بالای شبکهٔ تخلیه و تصفیهٔ آب و فاضلاب در این کشورها توجیه‌پذیر است. در این مؤلفه کشورهای اوگاندا، آفریقای

جنوبی و اتیوپی، به‌ترتیب، با مقادیر ۸/۲۹، ۱۰/۵۲، ۱۶/۱۹ در وضعیت نامناسب قرار دارند، که با توجه به دسترسی بسیار پایین آنها به شبکه‌های تصفیه و تخلیه آب و فاضلاب و منابع آب آبیاری قابل توجیه است. ایران نیز با توجه به جایگاه ۶۵ و ۹۷ در شبکهٔ تصفیه آب و فاضلاب و منابع آب آبیاری در مؤلفه دسترسی رتبه هفتادم جهان را داراست. نتایج محاسبهٔ مؤلفهٔ مصرف نشان می‌دهد که هلند با مقدار صد در جایگاه اول، کشورهای اسلوونی و سوئیس هر دو با مقدار ۹۹/۹۵ به‌طور مشترک در جایگاه دوم و بروئنی با مقدار ۹۹/۹۳ در جایگاه سوم قرار دارند. در این مؤلفه، وضعیت کشورهای نیجر، اریتره و توگو با مقادیر ۰/۰۰، ۳۸/۸۲ و ۲۷/۷۷ مناسب نیست، که با توجه به سرانه مصرف آب پایین و سهم بالای مصرف آب بخش کشاورزی قابل توجیه است. ایران نیز در مؤلفه مصرف با مقدار ۹۸/۸۸ در جایگاه ۳۳ جهان قرار گرفته، که با توجه به سهم بالای مصرف آب بخش کشاورزی (رتبه ۵۵ جهان) توجیه‌پذیر است. در مؤلفهٔ ظرفیت، کشورهای آنگولا، سوئیس و کامرون، به‌ترتیب، با مقادیر ۷۰/۸۱، ۶۲/۵۸ و ۶۰/۷۹ از وضعیت مناسب برخوردارند؛ البته، در دستیابی بدین نتیجه، نقش متغیرهای سرانه تولید ناخالص داخلی بسیار برجسته بوده است. بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت که این کشورها از ظرفیت‌های اقتصادی و اجتماعی فراوان در مدیریت مطلوب منابع آبی برخوردارند. برعکس، کشورهای اردن، سوریه و تاجیکستان با مقادیر ۲۱/۰۷، ۱۸/۵۱ و ۱۹/۴۶ از ظرفیت‌های اقتصادی و اجتماعی پایین در مدیریت منابع آب برخوردارند. بر این اساس، علت نامناسب بودن مؤلفه ظرفیت در این کشورها را می‌توان به نرخ مشارکت اقتصادی پایین آنها نسبت داد. در مؤلفه ظرفیت، ایران با مقدار ۲۴/۶۶ در جایگاه ۱۲۲ جهان قرار دارد. قرارگیری ایران در این جایگاه به‌دلیل نرخ مشارکت اقتصادی پایین است. در مؤلفهٔ محیط زیست نیز رتبهٔ اول تا سوم با مقادیر ۹۳/۲۵، ۸۰/۶۲ و ۷۹/۴۲، به‌ترتیب، مربوط به کشورهای بوتان، بولیوی و اسلوونی است. با بررسی متغیرهای مورد استفاده در این مؤلفه، مشخص می‌شود که عمده‌ترین دلیل این نتیجه سهم بالای مساحت مناطق حفاظت‌شدهٔ تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست در این کشورهاست. همچنین، در این مؤلفه، کشورهای مصر، مالی و آفریقای جنوبی، به‌ترتیب، با مقادیر ۳۹/۵۰، ۴۱/۴۸ و ۴۴/۲۲ از وضعیت نامناسب برخوردارند، که می‌توان علت آن را به مصرف بالای کود شیمیایی در اراضی کشاورزی این کشورها نسبت داد. در مؤلفه محیط زیست نیز ایران با مقدار ۶۵/۱۵ در جایگاه ۵۷ جهان قرار دارد، که عمده‌ترین دلیل این نتیجه سهم پایین مناطق حفاظت‌شدهٔ تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست کشور است.

نتایج طبقه‌بندی کشورها از لحاظ شاخص فقر آبی و تحلیل فضایی آن در شکل ۲ ارائه شده است. همان‌گونه که در این شکل مشاهده می‌شود، ۲۵ کشور با فقدان امنیت آبی مواجه‌اند و دوازده

کشور نیز از امنیت آبی ضعیف برخوردارند. همچنین، ۳۱ کشور با امنیت آبی «آب مناسب» و شانزده کشور با امنیت آبی «کامل» روبه‌رو بوده‌اند. کشورهای افغانستان (۴۱/۹۴)، آنگولا (۴۵/۴۳)، بنگلادش (۴۶/۴۳)، بنین (۳۸/۵۱)، بورکینافاسو (۴۷/۲۴)، بروندی (۳۹/۷۶)، آفریقای جنوبی (۴۸/۹۶)، ساحل عاج (۴۲/۹۹)، ارتیره (۴۱/۰۹)، اتیوپی (۳۸/۳۳)، گامبیا (۴۷/۹۱)، غنا (۴۸/۴۶)، کنیا (۴۵/۹۲)، ماداگاسکار (۴۳/۳۴)، مالاوی (۴۰/۹۳)، مالی (۳۴/۷۲)، نیجر (۴۴/۸۲)، عمان (۴۸/۰۹)، رواندا (۴۴/۲۱)، سنگال (۴۲/۱۶)، توگو (۴۱/۷۷)، اوگاندا (۳۷/۵۹) و یمن (۴۶/۶۷)، بر اساس شاخص فقر آبی، ناپایدارترین کشورها از نظر منابع آبی به‌شمار می‌روند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، کشورهای بوتسوانا (۵۰/۰۹)، کامرون (۵۱/۴۱)، کنگو (۵۳/۶۲)، گینه (۴۹/۹۰)، هندوستان (۵۱/۰۳)، اردن (۵۳/۳۰)، موزامبیک (۵۰/۵۵)، نامیبیا (۵۱/۳۷)، نپال (۵۳/۵۹)، پاکستان (۵۰/۳۷)، ویتنام (۴۹/۶۹) و زامبیا (۵۰/۴۷) نیز در این طبقه‌بندی از پایداری ضعیف آب برخوردارند. به‌طور کلی، بیشتر کشورهای دارای ناامنی آب و امنیت ضعیف آبی در مناطق آفریقایی و آسیایی واقع شده‌اند. همچنین، ایران با مقدار ۵۸/۵۵ جایگاه ۸۲ را در میان کشورهای جهان به خود اختصاص داده است. در طبقه با امنیت آبی کامل، کشورهای استرالیا (۷۲/۳۴)، اتریش (۷۰/۷۶)، برونئی (۶۸/۴۶)، کانادا (۷۱/۵۱)، دانمارک (۶۸/۳۶)، فنلاند (۶۸/۶۱)، فرانسه (۶۹/۰۶)، آلمان (۷۰/۵۴)، گویان (۷۴/۸۱)، نروژ (۶۹/۴۱)، پرتغال (۶۸/۱۹)، اسلوونی (۷۱/۶۵)، سورینام (۷۱/۲۷)، سوئد (۷۰/۵۰)، ایالات متحده آمریکا (۷۱/۴۲) و ونزوئلا (۷۰/۹۴) قرار دارند.



مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۲- طبقه‌بندی کشورهای جهان از لحاظ شاخص فقر آبی

جدول ۳- نتایج محاسبه شاخص فقر آبی و مؤلفه‌های آن در کشورهای جهان

رتبه	کشور	مؤلفه منابع	کشور	مؤلفه دسترسی	کشور	مؤلفه مصرف
۱	گویان	۹۰.۴۹	استرالیا	۱۰۰.۰۰	هلند	۱۰۰.۰۰
۲	سورینام	۷۳.۲۳	فلسطین اشغالی	۱۰۰.۰۰	اسلوونی	۹۹.۹۵
۳	کنگو	۵۴.۴۲	اتریش	۱۰۰.۰۰	سوئیس	۹۹.۹۵
۴	گابن	۴۶.۱۵	ژاپن	۹۹.۹۹	برونئی	۹۹.۹۳
۵	بوتان	۳۹.۷۷	اسپانیا	۹۹.۹۵	سوئد	۹۹.۹۱
۶	بلیز	۳۹.۷۰	سوئیس	۹۹.۹۴	کرواسی	۹۹.۹۱
۷	کانادا	۳۹.۲۴	ایتالیا	۹۹.۹۴	اتریش	۹۹.۹۰
۸	کلمبیا	۳۸.۵۳	ایالات متحده آمریکا	۹۹.۹۱	آلمان	۹۹.۸۹
۹	ونزوئلا	۳۷.۲۲	کانادا	۹۹.۷۴	ترینیداد و توباگو	۹۹.۸۷
۱۰	پرو	۳۶.۹۱	بلژیک	۹۹.۷۳	فلسطین اشغالی	۹۹.۸۳
۱۱	آفریقای جنوبی	۳۶.۸۴	فنلاند	۹۹.۷۱	فرانسه	۹۹.۸۱
۱۲	نروژ	۳۶.۴۸	استونی	۹۹.۶۸	آلبانی	۹۹.۷۴
۱۳	برزیل	۳۶.۳۴	عربستان سعودی	۹۹.۶۰	سورینام	۹۹.۶۹
۱۴	روسیه	۳۶.۱۷	آلمان	۹۹.۵۹	ایتالیا	۹۹.۶۹
۱۵	پاراگوئه	۳۵.۶۳	سوئد	۹۹.۵۵	امارات متحده عربی	۹۹.۶۸
۱۶	پاناما	۳۴.۹۸	چک	۹۹.۵۵	جامائیکا	۹۹.۶۵
۱۷	کرواسی	۳۴.۳۰	انگلستان	۹۹.۵۴	نروژ	۹۹.۶۳
۱۸	بولیوی	۳۳.۷۸	پرتغال	۹۹.۳۱	عربستان	۹۹.۶۱
۱۹	اسلوونی	۳۳.۷۵	فرانسه	۹۹.۲۹	ژاپن	۹۹.۵۶
۲۰	اوکراین	۳۳.۱۶	مالزی	۹۹.۲۲	انگلستان	۹۹.۵۰
۲۱	لتونی	۳۳.۰۱	یونان	۹۹.۱۹	مصر	۹۹.۴۳
۲۲	کاستاریکا	۳۲.۹۲	امارات متحده عربی	۹۹.۰۱	یونان	۹۹.۳۸
۲۳	چک	۳۲.۶۸	نروژ	۹۸.۹۷	اسپانیا	۹۹.۳۶
۲۴	اتیوپی	۳۲.۶۷	اسلوونی	۹۸.۹۵	گرجستان	۹۹.۳۵
۲۵	کامرون	۳۲.۶۵	اردن	۹۸.۸۶	استرالیا	۹۹.۲۸
۲۶	قرقیزستان	۳۲.۵۱	هلند	۹۸.۸۵	کانادا	۹۹.۱۶
۲۷	بلاروس	۳۲.۴۴	ازبکستان	۹۸.۷۶	ازبکستان	۹۹.۱۶
۲۸	استونی	۳۲.۲۶	شیلی	۹۸.۳۴	برزیل	۹۹.۱۳
۲۹	اندونزی	۳۲.۰۹	دانمارک	۹۸.۲۱	ارمنستان	۹۹.۱۳
۳۰	رواندا	۳۱.۹۲	کرواسی	۹۸.۰۷	کشور پرتغال	۹۹.۰۶
۳۱	آمریکا	۳۱.۷۱	برونئی	۹۸.۰۶	ونزوئلا	۹۹.۰۳
۳۲	چین	۳۱.۵۹	اوکراین	۹۷.۹۳	پاناما	۹۸.۹۵
۳۳	لیتوانی	۳۱.۴۶	کاستاریکا	۹۷.۸۴	ایران	۹۸.۸۸
۳۴	ژاپن	۳۱.۱۹	تایلند	۹۷.۶۰	مکزیک	۹۸.۶۰

رتبه	کشور	مؤلفه منابع	کشور	مؤلفه دسترسی	کشور	مؤلفه مصرف
۳۵	آنگولا	۳۱.۰۳	عمان	۹۷.۵۸	اروگوئه	۹۸.۴۲
۳۶	شیلی	۳۰.۹۹	اروگوئه	۹۷.۵۰	دومینیکن	۹۸.۳۷
۳۷	مالزی	۳۰.۷۵	قرقیزستان	۹۷.۴۷	ایالات متحده آمریکا	۹۸.۳۱
۳۸	نپال	۳۰.۶۹	لهستان	۹۷.۴۰	کوبا	۹۸.۲۳
۳۹	فیجی	۳۰.۵۱	بلاروس	۹۷.۳۹	لیبی	۹۸.۱۹
۴۰	نیجریه	۳۰.۵۰	آلبانی	۹۷.۳۰	سوریه	۹۷.۹۳
۴۱	لهستان	۳۰.۲۷	ونزوئلا	۹۶.۹۹	آرژانتین	۹۷.۷۱
۴۲	زامبیا	۳۰.۲۵	مصر	۹۶.۹۸	ایرلند	۹۷.۶۳
۴۳	فنلاند	۳۰.۰۹	تاجیکستان	۹۶.۵۲	الجزایر	۹۷.۵۹
۴۴	بروندی	۲۹.۸۷	ترکیه	۹۶.۳۱	اندونزی	۹۷.۳۳
۴۵	موزامبیک	۲۹.۷۶	ترینیداد و توباگو	۹۵.۹۵	بلغارستان	۹۶.۵۴
۴۶	گرجستان	۲۹.۷۳	آرژانتین	۹۵.۴۴	آفریقای جنوبی	۹۶.۲۳
۴۷	استرالیا	۲۹.۵۱	لیبی	۹۵.۴۳	کاستاریکا	۹۵.۹۴
۴۸	مالاوی	۲۹.۴۹	ارمنستان	۹۵.۱۱	روسیه	۹۵.۴۷
۴۹	ترکیه	۲۹.۳۲	ایرلند	۹۴.۹۷	دانمارک	۹۵.۲۰
۵۰	قزاقستان	۲۹.۲۳	سوریه	۹۴.۹۶	ترکیه	۹۴.۹۸
۵۱	جامائیکا	۲۹.۲۱	لتونی	۹۴.۷۵	تاجیکستان	۹۳.۵۳
۵۲	ساحل عاج	۲۹.۱۹	لیتوانی	۹۴.۴۳	فنلاند	۹۳.۴۹
۵۳	ایتالیا	۲۹.۱۲	فیجی	۹۴.۴۰	شیلی	۹۳.۴۲
۵۴	ایرلند	۲۹.۱۰	کوبا	۹۴.۳۳	کلمبیا	۹۳.۲۶
۵۵	ترینیداد و توباگو	۲۸.۸۱	گرجستان	۹۳.۵۳	قزاقستان	۹۲.۲۱
۵۶	اریتره	۲۸.۷۶	لبنان	۹۳.۳۷	عراق	۹۱.۹۰
۵۷	گینه	۲۸.۶۳	روسیه	۹۳.۰۱	بلژیک	۹۱.۲۷
۵۸	بنین	۲۸.۵۲	تونس	۹۳.۰۱	چک	۹۰.۷۶
۵۹	تایلند	۲۸.۵۰	الجزایر	۹۲.۶۶	السالوادور	۹۰.۴۳
۶۰	گواتمالا	۲۸.۳۲	بلغارستان	۹۲.۵۳	گویان	۹۰.۲۷
۶۱	برونئی	۲۸.۳۲	سری لانکا	۹۲.۵۰	فیلیپین	۸۹.۵۵
۶۲	بورکینافاسو	۲۸.۱۱	بلیز	۹۲.۳۵	میانمار	۸۸.۵۳
۶۳	کامبوج	۲۸.۰۹	مکزیک	۹۲.۰۵	بلاروس	۸۶.۸۴
۶۴	اوگاندا	۲۸.۰۸	ایران	۹۱.۹۳	لبنان	۸۶.۳۴
۶۵	رومانی	۲۷.۹۳	جامائیکا	۹۱.۸۷	رومانی	۸۶.۰۱
۶۶	سوئد	۲۷.۹۳	کلمبیا	۹۱.۶۶	جمهوری آذربایجان	۸۵.۶۸
۶۷	ماداگاسکار	۲۷.۹۲	عراق	۹۱.۵۲	تونس	۸۳.۸۳
۶۸	اتریش	۲۷.۹۱	سورینام	۹۱.۱۷	اوکراین	۸۳.۷۶
۶۹	اروگوئه	۳۳.۷۲	السالوادور	۹۱.۱۱	گواتمالا	۸۲.۰۲

رتبه	کشور	مؤلفه منابع	کشور	مؤلفه دسترسی	کشور	مؤلفه مصرف
۷۰	آفریقای جنوبی	۲۷.۸۲	گویان	۹۱.۰۰	چین	۸۱.۹۶
۷۱	توگو	۲۷.۶۳	قزاقستان	۹۰.۸۱	لهستان	۸۱.۶۶
۷۲	نیکاراگوئه	۲۷.۵۸	دومینیکن	۹۰.۶۵	مراکش	۸۰.۱۶
۷۳	غنا	۲۷.۵۴	جمهوری آذربایجان	۹۰.۵۹	پاکستان	۷۹.۲۶
۷۴	مالی	۲۷.۵۲	پاراگوئه	۹۰.۴۳	مالزی	۷۹.۲۲
۷۵	مکزیک	۲۷.۳۲	برزیل	۹۰.۳۲	گابن	۷۸.۸۴
۷۶	میانمار	۲۷.۳۲	رومانی	۸۹.۲۳	استونی	۷۸.۶۵
۷۷	بنگلادش	۲۷.۲۳	مراکش	۸۸.۱۹	اردن	۷۸.۴۰
۷۸	هندوستان	۲۷.۲۱	چین	۸۶.۷۸	پاراگوئه	۷۶.۸۱
۷۹	پرتغال	۲۷.۱۹	پاناما	۸۵.۷۱	نیکاراگوئه	۷۶.۵۴
۸۰	فلسطین اشغالی	۲۷.۱۵	پرو	۸۴.۷۴	هندوستان	۷۵.۴۱
۸۱	کنیا	۲۷.۱۱	ویتنام	۸۴.۶۴	قرقیزستان	۷۳.۸۱
۸۲	ارمنستان	۲۶.۷۵	آفریقای جنوبی	۸۳.۴۸	بوتسوانا	۷۲.۸۷
۸۳	سریلانکا	۲۶.۳۸	میانمار	۸۳.۳۸	سری لانکا	۷۲.۰۷
۸۴	آلمان	۲۶.۰۸	نیکاراگوئه	۸۲.۱۹	عمان	۷۱.۶۰
۸۵	فیلیپین	۲۶.۰۳	گواتمالا	۸۱.۴۶	بلیز	۶۹.۶۶
۸۶	فرانسه	۲۵.۸۰	فیلیپین	۸۱.۱۴	پرو	۶۹.۴۷
۸۷	تونس	۲۵.۷۹	بوتان	۷۹.۸۷	تایلند	۶۹.۱۷
۸۸	جمهوری آذربایجان	۲۵.۶۷	مغولستان	۷۶.۶۵	زیمبابوه	۶۸.۹۷
۸۹	نامیبیا	۲۵.۶۶	یمن	۷۳.۲۴	فیجی	۶۶.۹۴
۹۰	هلند	۲۵.۴۰	بولیوی	۷۲.۸۴	نامیبیا	۶۶.۰۵
۹۱	انگلستان	۲۵.۳۶	گابن	۶۹.۹۰	نیجریه	۶۵.۷۸
۹۲	دانمارک	۲۵.۰۱	نپال	۶۹.۸۴	لیتوانی	۶۵.۶۰
۹۳	آرژانتین	۲۴.۵۴	پاکستان	۶۹.۶۶	مغولستان	۶۴.۴۲
۹۴	یونان	۲۴.۳۴	هندوستان	۶۹.۵۳	ساحل عاج	۶۱.۳۷
۹۵	نیجر	۲۴.۰۷	کامرون	۶۸.۴۹	لتونی	۵۹.۵۷
۹۶	ویتنام	۲۴.۰۵	افغانستان	۶۵.۵۶	گامبیا	۵۹.۱۷
۹۷	کوبا	۲۳.۷۳	کنیا	۶۳.۷۴	کنیا	۵۸.۵۸
۹۸	یمن	۲۳.۵۵	زیمبابوه	۶۳.۰۷	ماداگاسکار	۵۷.۱۹
۹۹	السالوادور	۲۳.۴۷	اندونزی	۶۰.۵۹	بورکینافاسو	۵۷.۰۶
۱۰۰	مغولستان	۲۳.۳۸	موزامبیک	۵۸.۷۴	زامبیا	۵۶.۷۲
۱۰۱	بلغارستان	۲۳.۳۱	کنگو	۵۷.۳۲	گینه	۵۴.۶۴
۱۰۲	اسپانیا	۲۳.۱۵	غنا	۵۴.۷۸	یمن	۴۹.۶۴
۱۰۳	زیمبابوه	۲۲.۸۱	توگو	۵۴.۱۶	بنگلادش	۴۹.۵۸
۱۰۴	سوریه	۲۲.۴۹	بنگلادش	۵۳.۶۲	نپال	۴۹.۴۶

رتبه	کشور	مؤلفه منابع	کشور	مؤلفه دسترسی	کشور	مؤلفه مصرف
۱۰۵	بوتسوانا	۲۲.۲۴	گینه	۵۳.۰۵	بوتان	۴۹.۴۰
۱۰۶	آلبانی	۲۲.۱۴	اریتره	۵۲.۴۴	ویتنام	۴۹.۰۸
۱۰۷	الجزایر	۲۱.۸۷	نامیبیا	۵۱.۶۸	کامبوج	۴۹.۰۵
۱۰۸	مراکش	۲۰.۶۵	سنگال	۵۱.۱۰	بنین	۴۸.۷۶
۱۰۹	گامبیا	۲۰.۰۲	ساحل عاج	۵۰.۶۷	بولیوی	۴۸.۶۱
۱۱۰	ازبکستان	۱۹.۸۴	نیجر	۴۰.۷۰	آنگولا	۴۸.۲۷
۱۱۱	بلژیک	۱۹.۵۲	مالی	۳۸.۹۵	کنگو	۴۸.۱۶
۱۱۲	عراق	۱۹.۳۲	بنین	۳۸.۹۱	آفریقای جنوبی	۴۸.۰۲
۱۱۳	لیبی	۱۹.۲۱	زامبیا	۳۸.۵۷	غنا	۴۷.۷۰
۱۱۴	سنگال	۱۸.۴۵	بورکینافاسو	۳۶.۵۶	افغانستان	۴۶.۹۸
۱۱۵	لبنان	۱۸.۰۴	ماداگاسکار	۳۶.۱۷	رواندا	۴۶.۵۵
۱۱۶	سوئیس	۱۷.۶۱	کامبوج	۳۴.۹۹	اتیوپی	۴۵.۹۰
۱۱۷	عربستان	۱۷.۲۸	بوتسوانا	۳۴.۶۳	سنگال	۴۵.۲۳
۱۱۸	مصر	۱۴.۲۰	مالاوی	۳۴.۳۲	بوروندی	۴۳.۳۴
۱۱۹	تاجیکستان	۱۳.۷۰	نیجریه	۲۵.۷۶	موزامبیک	۴۳.۲۵
۱۲۰	ایران	۱۳.۲۸	بوروندی	۲۴.۹۸	اوگاندا	۴۳.۱۷
۱۲۱	پاکستان	۱۲.۱۱	رواندا	۲۴.۴۹	کامرون	۴۱.۲۱
۱۲۲	دومینیکن	۱۱.۴۳	آنگولا	۲۲.۶۲	مالاوی	۳۹.۹۶
۱۲۳	افغانستان	۹.۳۴	گامبیا	۲۱.۷۷	مالی	۳۹.۵۰
۱۲۴	اردن	۸.۷۶	اتیوپی	۱۶.۱۹	اریتره	۳۸.۸۲
۱۲۵	امارات متحده عربی	۸.۱۰	آفریقای جنوبی	۱۰.۵۲	توگو	۲۷.۷۷
۱۲۶	عمان	۷.۲۷	اوگاندا	۸.۲۹	نیجر	۰.۰۰

ادامهٔ جدول ۳-

رتبه	کشور	مؤلفه ظرفیت	کشور	مؤلفه محیط‌زیست	کشور	شاخص فقر آبی
۱	آنگولا	۷۰.۸۱	بوتان	۹۳.۲۵	گویان	۷۴.۵۶
۲	سوئیس	۶۲.۵۸	بولیوی	۸۲.۶۰	استرالیا	۷۴.۲۸
۳	کامرون	۶۰.۷۹	اسلوونی	۷۹.۴۲	اسلوونی	۷۲.۸۹
۴	نیجر	۶۰.۵۰	ونزوئلا	۷۸.۵۵	کانادا	۷۱.۱۹
۵	امارات متحده عربی	۵۹.۲۸	تاجیکستان	۷۷.۷۷	ایالات متحده آمریکا	۷۰.۱۹
۶	آفریقای جنوبی	۵۹.۲۰	استرالیا	۷۷.۵۶	سورینام	۶۹.۸۵
۷	نروژ	۵۹.۰۳	لهستان	۷۶.۹۱	ونزوئلا	۶۹.۶۵
۸	کنگو	۵۷.۹۷	رومانی	۷۶.۸۰	اتریش	۶۹.۵۷

رتبه	کشور	مؤلفه ظرفیت	کشور	مؤلفه محیط‌زیست	کشور	شاخص فقر آبی
۹	موزامبیک	۵۷.۸۲	مغولستان	۷۵.۸۱	آلمان	۶۹.۵۵
۱۰	سوئد	۵۷.۵۳	بلغارستان	۷۵.۴۷	سوئد	۶۹.۳۴
۱۱	مالی	۵۷.۳۹	بوتسوانا	۷۵.۴۵	نروژ	۶۹.۰۵
۱۲	دانمارک	۵۷.۳۸	کامبوج	۷۴.۹۱	فرانسه	۶۸.۵۶
۱۳	نیجریه	۵۶.۹۲	آلمان	۷۳.۵۹	فنلاند	۶۸.۱۲
۱۴	هلند	۵۵.۹۱	اتریش	۷۳.۲۲	برونئی	۶۷.۹۶
۱۵	کانادا	۵۵.۸۴	مراکش	۷۲.۹۸	دانمارک	۶۷.۸۲
۱۶	بورکینافاسو	۵۵.۸۰	ارمنستان	۷۲.۹۴	پرتغال	۶۷.۶۵
۱۷	زیمبابوه	۵۵.۳۹	ایالات متحده آمریکا	۷۲.۵۸	انگلستان	۶۷.۵۷
۱۸	استرالیا	۵۵.۳۳	نامیبیا	۷۲.۵۸	روسیه	۶۷.۴۷
۱۹	ایالات متحده آمریکا	۵۴.۵۸	استونی	۷۲.۳۸	ایتالیا	۶۷.۳۶
۲۰	زامبیا	۵۴.۵۵	نیکاراگوئه	۷۲.۳۱	چک	۶۷.۳۴
۲۱	انگلستان	۵۴.۵۰	زامبیا	۷۲.۲۷	اسپانیا	۶۷.۲۷
۲۲	رواندا	۵۴.۲۵	فرانسه	۷۱.۱۵	برزیل	۶۷.۱۸
۲۳	بنین	۵۳.۹۴	زیمبابوه	۷۰.۷۲	سوئیس	۶۷.۱۷
۲۴	فنلاند	۵۳.۶۱	لتونی	۷۰.۷۲	هلند	۶۷.۱۳
۲۵	آلمان	۵۳.۵۸	نپال	۷۰.۲۰	کرواسی	۶۶.۷۸
۲۶	ایرلند	۵۳.۱۰	گابن	۷۰.۰۳	ژاپن	۶۶.۴۲
۲۷	ماداگاسکار	۵۲.۹۹	روسیه	۶۹.۹۹	یونان	۶۶.۲۳
۲۸	اتریش	۵۲.۷۹	دومینیکن	۶۹.۸۹	اسرائیل	۶۶.۰۹
۲۹	اتیوپی	۵۲.۲۱	مکزیک	۶۹.۲۲	قزاقستان	۶۵.۹۹
۳۰	ژاپن	۵۱.۵۹	الجزایر	۶۸.۹۷	استونی	۶۵.۸۰
۳۱	گینه	۵۰.۴۷	چک	۶۸.۸۳	پاناما	۶۵.۷۸
۳۲	بوروندی	۵۰.۱۴	قرقیزستان	۶۸.۷۷	آرژانتین	۶۵.۷۵
۳۳	قزاقستان	۴۹.۸۰	آلبانی	۶۸.۴۱	ترینیداد و توباگو	۶۵.۷۰
۳۴	فلسطین اشغالی	۴۹.۶۳	پرو	۶۸.۳۰	اروگوئه	۶۵.۶۹
۳۵	برونئی	۴۹.۵۱	قزاقستان	۶۸.۲۳	ایرلند	۶۵.۶۶
۳۶	فرانسه	۴۹.۲۳	کوبا	۶۸.۲۲	گرجستان	۶۵.۶۱
۳۷	کامبوج	۴۹.۱۸	لیتوانی	۶۸.۱۸	مکزیک	۶۵.۵۵
۳۸	اروگوئه	۴۸.۴۸	آرژانتین	۶۷.۸۳	ارمنستان	۶۵.۴۹
۳۹	اسپانیا	۴۸.۲۱	جمهوری آذربایجان	۶۷.۸۱	لهستان	۶۵.۲۳
۴۰	ساحل عاج	۴۸.۰۹	سوئد	۶۷.۵۷	بلغارستان	۶۵.۱۵
۴۱	کشور پرتغال	۴۷.۹۵	پرتغال	۶۷.۴۸	جامائیکا	۶۵.۱۱
۴۲	ترینیداد و توباگو	۴۷.۹۴	تونس	۶۷.۲۶	کلمبیا	۶۴.۶۸

رتبه	کشور	مؤلفه ظرفیت	کشور	مؤلفه محیط‌زیست	کشور	شاخص فقر آبی
۴۳	نپال	۴۷.۷۷	گرجستان	۶۷.۲۳	آلبانی	۶۴.۱۹
۴۴	پرو	۴۷.۷۴	اسپانیا	۶۷.۰۱	شیلی	۶۴.۱۲
۴۵	مالاوی	۴۷.۶۳	برزیل	۶۶.۶۲	رومانی	۶۴.۱۰
۴۶	استونی	۴۷.۳۱	برونئی	۶۶.۴۹	کوبا	۶۴.۰۰
۴۷	چین	۴۷.۲۷	پاراگوئه	۶۶.۴۹	جمهوری آذربایجان	۶۳.۹۰
۴۸	بلژیک	۴۷.۲۶	دانمارک	۶۶.۴۷	بلاروس	۶۳.۸۹
۴۹	جمهوری آذربایجان	۴۷.۱۷	فنلاند	۶۶.۱۳	بلژیک	۶۳.۷۸
۵۰	غنا	۴۷.۰۲	اوکراین	۶۶.۰۹	پاراگوئه	۶۳.۳۰
۵۱	اسلوونی	۴۶.۲۰	پاناما	۶۵.۷۷	اوکراین	۶۲.۹۵
۵۲	چک	۴۵.۷۰	بلیز	۶۵.۷۲	ترکیه	۶۲.۸۲
۵۳	لتونی	۴۵.۴۲	ایتالیا	۶۵.۵۱	آفریقا جنوبی	۶۲.۵۴
۵۴	بولیوی	۴۵.۳۹	گویان	۶۵.۳۵	کاستاریکا	۶۲.۱۴
۵۵	بوتسوانا	۴۵.۳۵	مالاوی	۶۵.۳۳	عربستان	۶۱.۸۵
۵۶	اوگاندا	۴۴.۹۹	یونان	۶۵.۲۷	لیبی	۶۱.۵۵
۵۷	اریتره	۴۴.۹۲	ایران	۶۵.۱۵	دومینیکن	۶۱.۴۶
۵۸	تایلند	۴۴.۸۳	سنگال	۶۴.۷۹	ازبکستان	۶۱.۲۸
۵۹	پاناما	۴۴.۶۷	لیبی	۶۴.۶۹	امارات متحده عربی	۶۱.۰۷
۶۰	آرژانتین	۴۴.۵۲	فیجی	۶۳.۹۷	پرو	۶۰.۹۳
۶۱	پاراگوئه	۴۴.۵۰	رواندا	۶۳.۸۲	گابن	۶۰.۷۲
۶۲	لیتوانی	۴۴.۳۷	تایلند	۶۳.۷۸	بوتان	۶۰.۳۴
۶۳	برزیل	۴۴.۰۶	کانادا	۶۳.۵۷	بلیز	۶۰.۳۱
۶۴	کنیا	۴۴.۰۵	اوگاندا	۶۳.۴۴	قرقیزستان	۶۰.۱۹
۶۵	روسیه	۴۳.۹۷	جامائیکا	۶۳.۴۳	میانمار	۶۰.۱۳
۶۶	ویتنام	۴۳.۸۸	موزامبیک	۶۳.۱۸	الجزایر	۶۰.۰۶
۶۷	یونان	۴۳.۶۷	آفریقای جنوبی	۶۳.۰۶	لیتوانی	۶۰.۰۴
۶۸	ایتالیا	۴۳.۳۳	میانمار	۶۲.۸۵	تایلند	۵۹.۹۰
۶۹	ونزوئلا	۴۲.۹۰	گینه	۶۲.۷۲	لتونی	۵۹.۶۷
۷۰	بوتان	۴۲.۸۱	غنا	۶۲.۵۳	مالزی	۵۹.۶۴
۷۱	میانمار	۴۲.۷۶	توگو	۶۲.۵۱	تاجیکستان	۵۹.۵۲
۷۲	کلمبیا	۴۲.۵۴	گواتمالا	۶۲.۴۲	السالوادور	۵۹.۴۸
۷۳	عمان	۴۲.۲۵	سوریه	۶۲.۳۸	سوریه	۵۹.۱۴
۷۴	آفریقای جنوبی	۴۱.۸۲	عراق	۶۲.۱۶	تونس	۵۹.۰۵
۷۵	بلاروس	۴۱.۳۹	یمن	۶۲.۰۱	چین	۵۹.۰۴
۷۶	نامیبیا	۴۱.۱۵	عربستان	۶۱.۹۱	گواتمالا	۵۸.۹۱

رتبه	کشور	مؤلفه ظرفیت	کشور	مؤلفه محیط‌زیست	کشور	شاخص فقر آبی
۷۷	دومینیکن	۴۰.۷۹	کرواسی	۶۱.۲۳	ایران	۵۸.۸۹
۷۸	کاستاریکا	۴۰.۶۵	انگلستان	۶۱.۰۱	نیکاراگوئه	۵۸.۷۹
۷۹	جامائیکا	۴۰.۳۴	اردن	۶۰.۹۰	فیلیپین	۵۸.۷۱
۸۰	اندونزی	۴۰.۳۰	افغانستان	۶۰.۶۴	فیجی	۵۸.۶۱
۸۱	گابن	۴۰.۲۷	فیلیپین	۶۰.۳۴	عراق	۵۸.۱۵
۸۲	مکزیک	۴۰.۲۴	السالوادور	۵۹.۵۶	اندونزی	۵۸.۱۵
۸۳	شیلی	۴۰.۰۲	ترکیه	۵۹.۵۵	مراکش	۵۷.۹۹
۸۴	لهستان	۳۹.۶۷	اندونزی	۵۸.۹۶	بولیوی	۵۷.۷۶
۸۵	کرواسی	۳۹.۲۷	اتیوپی	۵۸.۴۹	لبنان	۵۷.۷۲
۸۶	گواتمالا	۳۸.۸۷	سری لانکا	۵۷.۶۳	زیمبابوه	۵۷.۴۷
۸۷	رومانی	۳۸.۶۷	سورینام	۵۷.۵۷	سری لانکا	۵۷.۱۹
۸۸	گرجستان	۳۸.۱۴	بنین	۵۷.۰۵	مصر	۵۷.۰۸
۸۹	مالزی	۳۸.۰۷	کلمبیا	۵۶.۹۴	مغولستان	۵۶.۸۸
۹۰	بلغارستان	۳۷.۹۳	شیلی	۵۶.۷۴	کنگو	۵۶.۰۳
۹۱	بلیز	۳۷.۴۹	لبنان	۵۶.۶۵	نپال	۵۴.۷۲
۹۲	ازبکستان	۳۷.۳۴	ترینیداد و توباگو	۵۶.۴۳	اردن	۵۳.۲۲
۹۳	پاکستان	۳۷.۰۵	اروگوئه	۵۶.۴۲	کامرون	۵۳.۰۹
۹۴	گویان	۳۶.۹۶	بلاروس	۵۶.۴۱	نامیبیا	۵۲.۸۰
۹۵	توگو	۳۶.۸۵	بلژیک	۵۶.۳۹	هندوستان	۵۲.۵۲
۹۶	مغولستان	۳۶.۰۶	سوئیس	۵۶.۲۵	موزامبیک	۵۱.۷۱
۹۷	عربستان	۳۵.۹۹	ساحل عاج	۵۵.۴۸	زامبیا	۵۱.۴۲
۹۸	گامبیا	۳۵.۸۸	ماداگاسکار	۵۵.۳۵	پاکستان	۵۱.۳۵
۹۹	فیلیپین	۳۵.۱۹	گامبیا	۵۴.۹۹	بوتسوانا	۵۰.۰۴
۱۰۰	السالوادور	۳۴.۸۱	هلند	۵۴.۷۷	گینه	۵۰.۰۰
۱۰۱	سورینام	۳۴.۶۹	بورکینافاسو	۵۴.۶۱	ویتنام	۴۹.۴۴
۱۰۲	فیجی	۳۴.۵۲	پاکستان	۵۴.۴۴	ساحل عاج	۴۹.۱۲
۱۰۳	آلبانی	۳۴.۱۰	فلسطین اشغالی	۵۴.۳۴	کنیا	۴۸.۷۰
۱۰۴	کوبا	۳۳.۷۹	مالزی	۵۴.۱۵	عمان	۴۸.۲۵
۱۰۵	نیکاراگوئه	۳۳.۶۳	کامرون	۵۳.۹۱	غنا	۴۸.۱۶
۱۰۶	لیبی	۳۳.۳۴	ایرلند	۵۳.۸۳	کامبوج	۴۷.۴۵
۱۰۷	هندوستان	۳۳.۲۳	ازبکستان	۵۳.۲۹	یمن	۴۷.۴۱
۱۰۸	ارمنستان	۳۲.۹۲	نروژ	۵۲.۹۱	بورکینافاسو	۴۶.۹۶
۱۰۹	ترکیه	۳۲.۴۲	امارات متحده عربی	۵۰.۳۲	ماداگاسکار	۴۶.۸۲
۱۱۰	قرقیزستان	۳۲.۳۵	کنگو	۵۰.۲۶	بنین	۴۶.۰۴

رتبه	کشور	مؤلفه ظرفیت	کشور	مؤلفه محیط‌زیست	کشور	شاخص فقر آبی
۱۱۱	اوکراین	۳۲.۰۲	اریتره	۴۹.۹۹	نیجریه	۴۵.۸۵
۱۱۲	بنگلادش	۳۱.۸۳	هندوستان	۴۹.۷۸	آنگولا	۴۳.۸۸
۱۱۳	سنگال	۳۱.۶۷	آنگولا	۴۹.۳۷	رواندا	۴۳.۸۸
۱۱۴	افغانستان	۲۹.۴۰	ژاپن	۴۹.۳۰	مالاوی	۴۳.۷۳
۱۱۵	سری لانکا	۲۸.۸۹	کنیا	۴۹.۱۹	اریتره	۴۳.۳۳
۱۱۶	لبنان	۲۷.۵۲	نیجر	۴۸.۳۴	سنگال	۴۳.۲۳
۱۱۷	مراکش	۲۷.۱۶	عمان	۴۸.۳۲	افغانستان	۴۲.۹۵
۱۱۸	مصر	۲۶.۹۴	بنگلادش	۴۷.۴۴	بنگلادش	۴۲.۵۳
۱۱۹	عراق	۲۵.۴۱	ویتنام	۴۷.۱۳	توگو	۴۰.۹۳
۱۲۰	تونس	۲۵.۳۰	چین	۴۶.۲۷	اتیوپی	۴۰.۶۱
۱۲۱	یمن	۲۵.۰۰	نیجریه	۴۵.۱۶	مالی	۴۰.۲۶
۱۲۲	ایران	۲۴.۶۶	کاستاریکا	۴۴.۵۸	آفریقای جنوبی	۴۰.۱۶
۱۲۳	الجزایر	۲۴.۶۱	بوروندی	۴۴.۲۳	بوروندی	۳۹.۱۲
۱۲۴	اردن	۲۱.۰۷	آفریقای جنوبی	۴۴.۲۲	گامبیا	۳۸.۸۹
۱۲۵	تاجیکستان	۱۹.۴۶	مالی	۴۱.۴۸	اوگاندا	۳۵.۵۸
۱۲۶	سوریه	۱۸.۵۱	مصر	۳۹.۵۰	نیجر	۳۵.۱۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج محاسبهٔ ضرایب همبستگی میان مؤلفه‌ها و شاخص فقر آبی در جدول ۴ آمده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، تمام مؤلفه‌ها، به‌جز مؤلفه ظرفیت، ارتباط مثبت و معنی‌دار با شاخص فقر آبی دارند. مقدار ضریب همبستگی میان مؤلفه‌ها با شاخص فقر آبی، به‌ترتیب، برای مؤلفه‌های منابع، دسترسی، مصرف و محیط زیست برابر با ۰/۲۴۵، ۰/۸۶۷، ۰/۸۶۹ و ۰/۴۲۰. است. بر این اساس، ارتباط مؤلفه‌های دسترسی و مصرف با شاخص فقر آبی قوی‌تر است. بر اساس نتایج یادشده، مؤلفه‌های دسترسی و مصرف از ارتباط مثبت و معنی‌دار برخوردارند. از این‌رو، می‌توان گفت که با افزایش دسترسی به تجهیزات و امکانات مرتبط با آب، میزان مصرف آب در کشورهای جهان افزایش یافته است و به‌نظر می‌رسد که کشورهای جهان اصول صرفه‌جویی در مصرف آب را مد نظر قرار نمی‌دهند. بین مؤلفه‌های مصرف و ظرفیت ارتباط معکوس و معنی‌دار برقرار است. این نتیجه را می‌توان بدین مسئله مرتبط دانست که با افزایش ظرفیت اقتصادی و اجتماعی، میزان مصرف آب در کشورها کاهش یافته است. بنابراین، با تقویت ظرفیت اقتصادی و اجتماعی در کشورهای جهان (افزایش مشارکت اقتصادی و سرانه تولید ناخالص داخلی)، می‌توان به افزایش امنیت آبی دست یافت. همچنین، مؤلفه‌های دسترسی و

ظرفیت ارتباط معنی‌دار و معکوس دارند. بر این اساس، می‌توان گفت که با افزایش ظرفیت اقتصادی و اجتماعی، میزان دسترسی کاهش یافته است. همچنین، ارتباط مؤلفه‌های مصرف و محیط زیست مثبت و معنی‌دار است که بر این اساس، در کشورهایی با مصرف زیاد آب در بخش کشاورزی (و در نتیجه، افزایش تولید محصولات کشاورزی)، میزان مصرف کود شیمیایی نیز زیاد است. بر اساس نتایج همبستگی، بین مؤلفه‌های ظرفیت و محیط زیست نیز ارتباط منفی و معنی‌دار برقرار است. این نتیجه را می‌توان بدین مسئله مرتبط دانست که در کشورهایی با ظرفیت اقتصادی و اجتماعی بالا، میزان آلودگی منابع آب در نیز افزایش یافته است. همچنین، ضریب همبستگی بین مؤلفه‌های ظرفیت و منابع مثبت و معنی‌دار است. این نتیجه را می‌توان بدین مسئله مرتبط دانست که با افزایش ظرفیت اقتصادی و اجتماعی، مؤلفه منابع در کشورها افزایش یافته است. بر این اساس، می‌توان با تقویت ظرفیت اقتصادی و اجتماعی، وضعیت منابع آبی کشورها را بهبود بخشید.

جدول ۴- نتایج ماتریس ضریب همبستگی میان مؤلفه‌های شاخص فقر آبی با این شاخص

		منابع	دسترسی	مصرف	ظرفیت	محیط زیست	شاخص فقر آبی
منابع	ضریب همبستگی	۱	-۰/۰۶۳	-۰/۰۳۶	۰/۱۸۹	۰/۱۰۳	۰/۲۴۵
	آماره t	----	-۰/۷۰۶	-۰/۳۹۶	۲/۱۳۹	۱/۱۵۵	۲/۸۱۷
	مقدار احتمال	----	۰/۴۸۱	۰/۶۹۲	۰/۰۳۴	۰/۲۵۰	۰/۰۰۶
دسترسی	ضریب همبستگی		۱	۰/۷۸۴	-۰/۲۹۱	۰/۲۶۳	۰/۸۶۷
	آماره t		----	۱۴/۰۶۲	-۳/۳۸۴	۳/۰۴۰	۱۹/۴۰۱
	مقدار احتمال		----	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰
مصرف	ضریب همبستگی			۱	-۰/۱۹۷	۰/۲۰۱	۰/۸۶۹
	آماره t			----	-۰/۲۳۸	۲/۲۸۶	۱۹/۵۹۶
	مقدار احتمال			----	۰/۰۲۷	۰/۰۲۴	۰/۰۰۰
ظرفیت	ضریب همبستگی				۱	-۰/۱۷۳	-۰/۰۲۰
	آماره t				----	-۱/۹۶۲	-۰/۲۲۱
	مقدار احتمال				----	-۰/۰۵۲	۰/۸۲۵
محیط زیست	ضریب همبستگی					۱	۰/۴۲۰
	آماره t					----	۵/۱۶۱
	مقدار احتمال					----	۰/۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج تحلیل حساسیت شاخص فقر آبی نیز در جدول ۵ آمده است. نتایج شاخص سهم متغیرها[1] در نوسان‌های شاخص فقر آبی بر اساس مؤلفه‌های آن نشان می‌دهد که مؤلفه دسترسی با مقدار ۲/۲۷ درصد بیشترین سهم را در نوسان‌های مثبت شاخص فقر آبی و مؤلفه ظرفیت با مقدار ۰/۲۲- درصد کمترین سهم را در نوسان‌های منفی شاخص فقر آبی داشته‌اند. همچنین، با حذف مؤلفه دسترسی و مؤلفه منابع، انحراف معیار شاخص فقر آبی به میزان ۳/۷۱ و ۰/۲۹ تغییر می‌کند. بر اساس نتایج سهم متغیرها در نوسان‌های میانگین شاخص فقر آبی[2]، در صورت حذف مؤلفه‌های منابع و دسترسی، شاخص فقر آبی، به‌ترتیب، به‌طور متوسط، ۵/۵۸ و شانزده واحد کاهش می‌یابد.

جدول ۵- تحلیل حساسیت شاخص فقر آبی در کشورهای منتخب

مؤلفه	سهم متغیر در نوسانات میانگین شاخص فقر آبی	سهم متغیر در نوسانات شاخص فقر آبی	سهم متغیر در نوسانات انحراف معیار شاخص فقر آبی
منابع	۵/۵۸	۰/۲۹	۰/۲۹
مصرف	۱۵/۷۹	۲/۰۴	۳/۴۱
دسترسی	۱۶	۲/۲۷	۳/۷۱
ظرفیت	۳/۱۲	-۰/۲۲	-۰/۵۴
محیط زیست	۱۲/۵۴	۰/۴۲	۰/۶۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

آگاهی از وضعیت کشورهای جهان، از لحاظ پایداری آب و ایجاد توازن در منابع و مصارف آب، می‌تواند حرکت به سمت توسعهٔ پایدار را تسهیل کند. از این‌رو، در مطالعهٔ حاضر، پایداری آب کشورهای منتخب جهان با به‌کارگیری شاخص فقر آبی ارزیابی شده است. مطابق نتایج به‌دست‌آمده، ۲۵ کشور با عدم پایداری آب مواجه‌اند و دوازده کشور نیز از پایداری آب پایین برخوردارند؛ همچنین، ۳۱ کشور با پایداری آب مناسب و شانزده کشور با پایداری آب کامل روبه‌رو بوده‌اند. با توجه به نتایج مطالعهٔ حاضر، با توجه به شاخص فقر آبی، بیشتر کشورهای اروپایی و آمریکایی در وضعیت پایداری کامل آب و اکثریت کشورهای آسیایی و آفریقایی از نظر منابع آبی در وضعیت ناپایدارترین کشورها به‌سر می‌برند. از آنجا که مؤلفه‌های دسترسی، ظرفیت، مصرف و محیط زیست در کنار مؤلفه منابع برای اکتساب درجه

1. Variable Contribution (VC)
2. contribution of variable in fluctuations of the average water poverty index (ME)

پایداری و ناپایداری آب کشورهای جهان اهمیت زیادی دارند، پیشنهاد می‌شود که در راستای برقراری مدیریت یکپارچهٔ منابع آب، پیوسته با استفاده از رویکرد جامع‌نگر، به ارزیابی وضعیت پایداری آب مناطق پرداخته شود. مؤلفهٔ منابع با میانگین ۲۷/۸۸ کمترین مقدار را در میان مؤلفه‌ها دارد. حداقل این مؤلفه برابر با ۱۹/۲۹- بوده که در میان مؤلفه‌های مختلف، کمترین مقدار را داشته است. این نکات می‌تواند کمیابی منابع آب را در کشورهای جهان یادآور شود. با توجه به این کمبودها، توصیه می‌شود که بر میزان مصرف آب منابع محدود آبی نظارت لازم صورت گیرد. پس از مؤلفهٔ منابع، مؤلفهٔ ظرفیت با میانگین ۴۳/۴۷ دارای کمترین مقدار میانگین است. بر این اساس، کاملاً آشکار است که ظرفیت اقتصادی و اجتماعی نامناسب مدیریت منابع آب در کشورهای جهان موجب رتبه پایین مؤلفه ظرفیت شده است. از این‌رو، پیشنهاد می‌شود که دولت‌ها، به‌ویژه در کشورهای آسیایی، با تقویت تولید ناخالص داخلی سرانه و افزایش نرخ مشارکت اقتصادی، ظرفیت اقتصادی و اجتماعی را ارتقا دهند. در مؤلفه مصرف نیز اکثریت کشورهای آفریقایی و غرب آسیا در وضعیت بسیار نامناسب قرار گرفته‌اند؛ علت آن را می‌توان سرانه مصرف آب خانگی پایین و سهم بالای مصرف آب در بخش کشاورزی دانست. از این‌رو، پیشنهاد می‌شود که با افزایش بهره‌وری آب در بخش کشاورزی، درجه پایداری آب ارتقا یابد. در مؤلفه محیط زیست نیز اکثریت کشورهای آسیایی و آفریقایی در طبقه بسیار نامناسب قرار گرفته‌اند. عمده‌ترین دلیل این نتیجه را می‌توان به سهم پایین مناطق حفاظت‌شدهٔ تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست در این کشورها نسبت داد. از این‌رو، افزایش سهم مساحت مناطق حفاظت‌شده در این کشورها ضروری است. از طرف دیگر، بر اساس نتایج محاسبهٔ ضریب همبستگی، مؤلفه‌های دسترسی و مصرف بیشترین ارتباط را با شاخص فقر آبی دارند. بنابراین، می‌توان انتظار داشت که با تمرکز در این مؤلفه بتوان پایداری آب کشورهای جهان را هرچه سریع‌تر بهبود بخشید. اگرچه مؤلفه دسترسی بیشترین میانگن را در میان مؤلفه‌ها داراست، اما با توجه به دامنه تغییرات بالای این مؤلفه، پیشنهاد می‌شود که از طریق بهبود زیرساخت‌های عرضهٔ منابع آب، منابع آبی محدود در اختیار مصرف‌کنندگان قرار گیرد. همچنین، شایسته است که با به‌کارگیری فناوری‌های نوین و روش‌های پیشرفتهٔ آبیاری و با بهبود بهره‌وری آب در بخش کشاورزی، به افزایش منابع آب کمک شود. در مورد مؤلفهٔ محیط زیست نیز با وجود ارتباط مستقیم و معنی‌دار با شاخص فقر آبی و نقش مؤثر سهم مساحت مناطق تحت حفاظت سازمان حفاظت محیط زیست در جایگاه این مؤلفه، می‌توان پیشنهاد کرد که نظارت بر مناطق جنگلی و پوشش‌های گیاهی افزایش یابد. نتایج تحلیل شاخص فقر آبی نیز بیانگر سهم بالای مؤلفه دسترسی در بهبود وضعیت آبی مناطق و سهم پایین مؤلفه منابع است. بنابراین، رویکرد توجه به مؤلفه‌های

اجتماعی و اقتصادی حاکم بر پایداری آب باید در اولویت سیاست‌گذاری دولت‌ها قرار گیرد. در ارتباط با کشور ایران نیز با توجه به وضعیت بسیار نامناسب در مؤلفه‌های ظرفیت و منابع، پیشنهاد می‌شود که دولت از طریق بازنگری در الگوی تولید محصولات کشاورزی و هم‌راستایی منابع آب با سیاست‌های ارتقای سطح زیر کشت، از شدت مشکلات ناشی از تنش آبی بکاهد و همچنین، با به‌کارگیری ظرفیت‌های موجود، به ارتقای امکانات و تجهیزات رفاهی مرتبط با آب بپردازد تا از این رهگذر، رتبه مؤلفه ظرفیت ایران در جهان بهبود یابد.

منابع

1. Acosta-González, H. N., & Chafla, P. (2024). Measuring water poverty based on SDG 6. World Water Policy.
2. Adger, W. N., Brooks, N., Bentham, G., Agnew, M., & Eriksen S. (2004). New indicators of vulnerability and adaptive capacity. Tyndall Centre for Climate Change Research, University of East Anglia, Norwich NR4 7TJ, UK.
3. Alessa, L., Kliskey, A., Lammers, R., Arp, C., White, D., Hinzman, L., & Busey, R. (2008). The arctic water resource vulnerability index: an integrated assessment tool for community resilience and vulnerability with respect to freshwater. *Environmental Managrment*, 42, 523-541. DOI: 10.1007/s00267-008-9152-0.
4. Appelgren, B., & Klohn, W. (1999). Management of water scarcity: a focus on social capacities and options. *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere*, 24(4), 361-373.
5. Asiabi Hir, R., Mostafazadeh, R., Raoof, M., & Esmali Ouri, A. (2017). Multi-criteria evaluation of water poverty index spatial variations in some watersheds of Ardabil province. *Iranian Journal of Ecohydrology*, 4(4), 997-1009. DOI: 10.22059/ije.2017.63231. [In Persian]
6. Atlas of the situation of water resources in Iran. (2019), https://www.albrw.ir/uploaded_files/DCMS/wysiwyg/files/atlas_[17-36-57-70].pdf. [In Persian]
7. Brooks, N., Adger, W. N., & Kelly, P. M. (2005). The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications

for adaptation. *Global Environmental Change*, 15, 151-163. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2004.12.006.

8. Chanut, J. M., & Laroque, G. (1979). Point de vue sur les fluctuations macroéconomiques de 1949 à 1975. *Economie et Statistique*, 112(1), 73-78.
9. Cho, D. I., Ogwang, T., & Opio, C. (2010). Simplifying the water poverty index. *Social Indicators Research*, 97, 257-267.
10. Guppy, L. (2014). The Water Poverty Index in rural Cambodia and Vietnam: a holistic snapshot to improve water management planning. *Natural Resources Forum*, 38(3), 203-219.
11. Hailu, R., Tolossa, D., & Alemu, G. (2022). Household water security index: development and application in the Awash Basin of Ethiopia. *International Journal of River Basin Management*, 20(2), 185-201.
12. Howard, G., & Bartram, J. (2003). Domestic water quantity, service, level and health. World Health Organization (WHO), Geneva.
13. Isayed, A., Menendez-Aguado, J. M., Jemmali, H., & Mahmoud, N. (2024). Water poverty index over the past two decades: a comprehensive review and future prospects: the Middle East as a case study. *Water*, 16(16), 2250.
14. Jin, D., Zhang, J., & Han, J. (2005). A study on urban drought and water shortage risk assessment and management measures in Jilin province. Proceedings of Fifth Annual IIASA-DPRI Forum on Integrated Disaster Risk Management, Beijing. Beijing Normal University.
15. Jonsson, A. C., & Wilk, J. (2014). Opening up the water poverty index: co-producing knowledge on the capacity for community water management using the water prosperity index. *Society & Natural Resources*, 27(3), 265-280.
16. Khadka, G., & Pathak, D. (2021). Groundwater potential as an indicator of water poverty index in drought-prone mid-hill region of Nepal Himalaya. *Groundwater for Sustainable Development*, 12, 100502.
17. Kiani Feyzabad, Z., Yazdani, S., Salami, H., & Peykani, G. R. (2023). Analyzing and identifying the components of instability in Iranian basins (application of water poverty index in basin scale). *Iranian Journal of*

Agricultural Economics and Development Research, 54(2), 471-485. [In Persian]

18. Koirala, S., Fang, Y., Dahal, N. M., Zhang, C., Pandey, B., & Shrestha, S. (2020). Application of water poverty index (WPI) in spatial analysis of water stress in Koshi River Basin, Nepal. *Sustainability*, 12(2), 727. DOI: 10.3390/su12020727.
19. Komnenic, V., Ahlers, R., & van der Zaag, P. (2009). Assessing the usefulness of the water poverty index by applying it to a special case: Can one be water poor with high levels of access? *Physics and Chemistry of the Earth*, 34(4-5), 219-224.
20. Korc, M. E., & Ford, P. B. (2000). Application of water poverty index in border colonias of west Texas. *Water Policy*, 15(1), 98-115.
21. Lawrence, P., Meigh, J., & Sullivan, C. (2002). The water poverty index: an international comparison. Keele Economics Research Papers, Keele University, Keele, Staffordshire, UK Peagent.
22. Manandhar, S., Pandey, V. P., & Kazama, F. (2012). Application of Water Poverty Index (WPI) in Nepalese context: a case study of Kali Gandaki River Basin (KGRB). *Water Resources Management*, 26(1), 89-107.
23. Pandey, V. P., Babel, M. S., Shrestha, S., & Kazama, F. (2011). A framework to assess adaptive capacity of the water resources system in Nepalese river basins. *Ecological Indicators*, 11(2), 480-488.
24. Pandey, S., Mohapatra, G., & Arora, R. (2024). A temporal and spatial assessment of water stress with water poverty index: a case study of Rajasthan. Natural Resources Forum. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
25. Pandey, V. P., Manandhar, S., & Kazama, F. (2012). Water poverty situation of medium-sized river basins in Nepal. *Water Resources Management*, 26(9), 2475-2489.
26. Qiang, F., Kachanoski, G., Dong, L., & Zilong, W. (2008). Evaluation of regional water security using water poverty index. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 1(2), 8-14.

27. Rosegrant, M. W., Cai, X., & Cline, S. A. (2002). World water and food to 2025: dealing with scarcity. International Food Policy Research Institute, Washington, D.C..
28. Salami, H., & Taheri Rikandeh, E. (2019) Assessing the state of water security in provinces of Iran. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 33(1), 75-94. DOI: 10.22067/jead2.v0i0.77072. [In Persian]
29. Sullivan, C. A., & Meigh, J. (2006). Application of the Water Poverty Index at different scales: a cautionary tale. *Water International*, 31(3), 412-426.
30. Sullivan, C. A. (2001). The potential for calculating a meaningful water poverty index. *Water International*, 26(4), 471-480. DOI: 10.1080/02508060108686948.
31. Sullivan, C. A. (2002). Calculating a water poverty index. *World Development*, 30(7), 1195-1210.
32. Sullivan, C., Meigh, J., & Giacomello, A. M. (2003). The water poverty index: development and application at the community scale. *Natural Resource Forum*, 27(3), 189-199.
33. TAC (2000). Integrated Water Resources Management. Global Water Partnership, Technical Advisory Committee (TAC).
34. Talebi, H., Amini, A., and Nouri Zamanabadi, H. A. (2020). Investigating the changes in agricultural water resources and its relationship with economic and social indicators (case study: rural district of Neyzar, Salafchegan district, Qom province). *Journal of Rural Research*, 10(4), 666-683. [In Persian]
35. Van Ty, T., Sunada, K., Ichikawa, Y., & Oishi, S. (2010). Evaluation of the state of water resources using modified water poverty index: a case study in the Srepok river basin, Vietnam-Cambodia. *International Journal of River Basin Management*, 8(3-4), 305-317.
36. Yazdi, N., Mousavi, S. N., Shirvanian, A., & Zarei, A. R. (2021). Water poverty index and its changes trend in Fasa Plain. *Water Harvesting Research*, 4(1), 19-28. [In Persian]