Research Paper

Application of water poverty index in spatial analysis of water stress in Sistan region

Zahra Ghaffari Moghadam [1*], Ali Sardar Shahraki [2], Fatemeh Bidarnamani [3]

[1] Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Agricultural Institute, Research Institute of zabol, Zabol, Iran

[2] Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Management and Economic Faculty, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

[3] Assistant Professor, Department of Agronomy and plant Breeding, Agricultural Institute, Research Institute of zabol, Zabol, Iran

10.22125/IWE.2022.343150.1630

Received:
April.22.2021
Accepted:
June.1.2022
Available online:
October.05.2022

Keywords:
Water Poverty Index, AHP, water resource, Sistan

Abstract

Water and poverty interface is strongly interconnected and a robust assessment of water stress is crucial to identify needy areas and develop appropriate intervention for poverty reduction. Water Poverty Index (WPI) provides an interdisciplinary tool to assess water stress by linking physical estimates of water availability with socio-economic drivers of poverty. WPI is holistic water management tool designed to contribute to and is a comprehensive water management more effective water management and water resource evaluation. The results of the study show that the average poverty index in the cities of Sistan region in the same weight condition is 0.48 and, in the weight, according to AHP method is 0.43. The water poverty index varies from 0.60 to 0.23 among the cities of Sistan. hirmand city has more water stress compared to other cities.

1. Introduction

The issue of water scarcity and drought is one of the crises that threatens humanity in the near future and will cause tension and conflict between nations. The water crisis is a global issue that is most felt in arid and semi-arid regions. In the field of studying the status of water resources and considering its changes in order to manage water resources, various indicators and multi-criteria such as Falcon Mark,

[*] Corresponding Author: Zahra Ghaffari Moghadm
Address: Department of Agricultural Economics, Agricultural Institute, Research Institute of zabol, Zabol, Iran

Email: zahraghafari@uoz.ac.ir

UN index, water security index and poverty index have been presented (Wurtz et al., 2019). Water scarcity is a multidimensional issue that arises in the shortage of sufficient water to meet essential needs (Kallio et al., 2018). Relation of Water and poverty is strongly interconnected and a robust assessment of water stress is needed to identify needy areas and develop appropriate intervention for poverty reduction. Water Poverty Index (WPI) provides an interdisciplinary tool to assess water stress by linking physical estimates of water availability with socio-economic drivers of poverty. And is a comprehensive water management tool to help more Effective water management and evaluate water resources. This index considers various dimensions affecting the management and development of water resources and is an effective and comprehensive tool for analyzing the existence of surface water resources and its relationship with human and environmental needs. And due to the unfavorable quantitative and qualitative conditions and pollution of water resources, the poverty index has been proposed as a multi-criteria and more comprehensive index in the study of the status of resources.

2. Materials and Methods

This study presents the application of water poverty index (WPI) to estimate and compare water stress levels in 5 cities of Sistan region in 1401-1402. In this study, out of these five components (resources, access, capacity, consumption and environment) and 17 sub-indices related to the components to evaluate the water poverty index based on two methods of weighting including equal weighting and weighting using the method AHP was used. The water poverty index is evaluated by considering five components using equations 1 and 2 (El-Gafy, 2018).

$$WPI = \frac{\sum_{i=1}^{n} W_i X_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i} \qquad (1)$$

$$X_i = \frac{\sum_{s=1}^{z} W_s X_s}{\sum_{s=1}^{z} W_s} \qquad (2)$$

$$WPI = W_R R + W_A A + W_c C + W_U U + W_E E / \sum_{i=1}^{5} W_i \qquad (3)$$

In this regard, R is the resource component, A is the access component, C is the capacity component, U is the consumption component, E is the environment component, and W represents the weight of each of these components

component includes four sub-indices of groundwater per capita, per capita rainfall and per capita inflow of water resources, access component includes two sub-indices of access to piped water and average water consumption per hectare, consumption component including per capita drinking water consumption, production value per meter Cube of water, ratio of agricultural consumption to total consumption, ratio of general water consumption to total consumption, ratio of industrial water consumption to total consumption, ratio of irrigated lands to total arable lands, capacity component including sub-mortality indicators under one year, literacy ratio, The economically active population and the environmental component also include sub-indicators of chemical fertilizer consumption, the area of Jamgli natural park and green space

3. Results

.After calculating the 5 axes, it was possible to calculate the amount of water poverty for each city by two methods (by applying the same weight to the indicators and sub-indices and applying the specified weights). Table 1 shows the conditions of each city separately and the final results of water poverty

Table 1 Results of water poverty calculations in Sistan region by five cities and five axes based on the same weight

City	resource	access	capacity	use	environment	Water poverty	Level of water poverty
Zabol	0	2	2.19	3.1	0.79	0.47	Medium water poverty
Zahak	1.88	1.25	1.2	3.73	1.86	0.58	Medium water poverty
Hirmand	1.19	1.09	0	2.7	0.86	0.34	High water poverty
Nimrouz	1.95	1	0.91	1.98	1.67	0.44	Medium water poverty
Hamun	2.31	1.1	2.14	2.5	1.23	0.54	Medium water poverty

In Sistan region, due to its dependence on the Hirmand River and the decrease in the volume of river water flow to this region, the resource component score has decreased for all cities and the severity of water poverty in these cities has increased, and since this axis is the most effective The factor in water poverty was identified, so improving this axis will improve water conditions in all five cities.

4. Discussion and Conclusion

This study showed that all cities in the region needed to development in their water sector. Helmand city has the lowest value of water poverty index and in the strategies of water development sector in Sistan region should have the first priority and then Nimroz city is in the second priority. Also, according to the results, the average poverty index in the cities of Sistan region in the equal weight condition is 0.48 and in weighting according to the AHP method is 0.43. Which shows that Sistan region is in a situation of moderate water poverty and requires a lot of attention of policy makers and decision makers. The water poverty index varies from 0.60 to 0.23 among the cities of Sistan. Hirmand city has more water stress compared to other cities. The results of combining the components of water poverty index based on the calculated weights showed that the water poverty index has the highest value in Zabol city and the lowest value in Hirmand city and is weak in the capacity axis. Hamoon city is in the second rank and Zahak city is in the third rank in this method. Sustainable management of water resources through the development of water resources in an efficient and environmentally friendly manner, capacity development through capacity building of individuals, companies, communities in the field of resource management, maintaining and improving environmental health and reducing environmental pollution, increasing public awareness Regarding the impact of the environment on water resources and sustainable access to safe water with the aim of increasing access to clean and safe water in accordance with the minimum requirements in rural and urban areas can be effective solutions to reduce water poverty in the region.

5. Six important referens:

1- El-Gafy, I. K. E. D. (2018). The water poverty index as an assistant tool for drawing strategies of the Egyptian water sector. Ain Shams Engineering Journal, 9(2), 173-186.

2- Goel, I., Sharma, S., & Kashiramka, S. (2020). The water poverty index: An application in the Indian context. *Natural Resources Forum*

3- Jaren, L. S., Leya, R. S., & Mondal, M. S. (2022). Investigation of Gender-Differentiated Impacts of Water Poverty on Different Livelihood Groups in Peri-Urban Areas around Dhaka, Bangladesh. Water, 14(7), 1167.

4- Liu, W., M. Zhao, Y. Cai, R.Wang and W. Lu. 2019. Synergetic relationship between urban and rural water poverty: Evidence from northwest China. International Journal of Environmental Research and Public Health, 16: 1647
5- Sharifzadegan Mohammad, H., S. Nedaie Tousi and F. Jamali . 2017. Identifying Regional Development Limitations: Application of Water Poverty Index to Qazvin Province of Iran. GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL PLANNING (UNIVERSITY OF ISFAHAN) , 65(1): 151-170.
6- Yazdi, N., S.N. Mousavi, A. Shirvanian and A.R. Zarei. 2021. Assessing the Effects of Climate and Drought Changes on the Water Poverty Index in the Fasa Plain. Journal of irrigation and water Engineering. 11(3-43): 289-304.

6. Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

7. Acknowledgments

We are grateful to .....

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال سیزدهم. شماره چهل و نه . پاییز۱۴۰۱

کاربرد شاخص فقر آبی در تجزیه و تحلیل فضایی تنش آبی در منطقه سیستان

زهرا غفاری مقدم*[۱]، علی سردارشهرکی[۲]، فاطمه بیدرنامنی[۳]

تاریخ ارسال:۱۴۰۰/۰۲/۲۹
تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۰۳/۱۱

مقاله پژوهشی

چکیده

با توجه به آمار و ارقام، منطقه سیستان جزو مناطق فراخشک و کم آب است و مسئله کمبود آب و خشکسالی یکی از بحران هایی است که منطقه سیسان را در آینده‌ای نزدیک تهدید می‌کند. آب و میزان فقر به شدت به هم مرتبط هستند بنابراین یک ارزیابی قوی از تنش آبی برای شناسایی مناطق نیازمند و توسعه مداخلات مناسب برای کاهش فقر ضروری است. شاخص فقر آب (WPI) ابزاری برای ارزیابی تنش آبی با پیوند دادن تخمین‌های فیزیکی میزان آب در دسترس با محرک‌های اقتصادی-اجتماعی فقر می‌باشد. و همچنین یک ابزار جامع برای مدیریت و ارزیابی منابع آب می‌باشد. این مطالعه کاربرد شاخص فقر آب (WPI) را برای تخمین و مقایسه سطح تنش آبی در ۵ شهرستان منطقه سیستان در سال ۱۴۰۰-۱۴۰۱ ارائه می‌کند. نتایج مطالعه نشان داد که متوسط شاخص فقر در شهرستانهای منطقه سیستان در حالت وزن یکسان ۰/۴۸ و در وزن دهی بر اساس روش AHP، ۰/۴۳ می‌باشد. شاخص فقر آبی در بین شهرستانهای سیستان از ۰/۶۰ تا ۰/۲۳ متفاوت است. شهرستان هیرمند در مقایسه با دیگر شهرستان‌ها دارای تنش آبی بیشتری است. جهت مقابله با فقر آبی در منطقه سیستان، مدیریت و استفاده بهینه از منابع آبی به ویژه در شرایط خشکسالی بسیار حائز اهیمت می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شاخص فقر آبی، AHP، منابع آب، سیستان

۱- (نویسنده مسئول) استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، پژوهشکده کشاورزی، پژوهشگاه زابل، زابل، ایران. تلفن تماس: ۰۹۱۵۵۴۴۱۶۷۱. آدرس الکترونیکی zahraghafari@uoz.ac.ir.

۲- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. تلفن تماس: ۰۵۴۳۱۱۳۶۸۷۲. آدرس الکترونیکی a.s.shahraki@eco.usb.ac.ir

۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، پژوهشکده کشاورزی، پژوهشگاه زابل، زابل، ایران. آدرس الکترونیکی: f.bidarnamani65@uoz.ac.ir

مقدمه

آب یکی از باارزش‌ترین منابع طبیعی و جزء سرمایه های ملی هر کشور محسوب می‌شود و علاوه بر اینکه یکی از ضروری‌ترین کالاها برای حفظ حیات بشر است به عنوان یک نهاده اساسی کمیاب در تولید به شمار می‌رود (سردار شهرکی، ۱۳۹۵). منابع آبی در زیر ساختهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی نقشی غیر قابل انکار داشته و امروزه با توجه به تغییر شرایط اقلیمی و وجود پدیده خشکسالی اهمیت خود را بیش تر از هر زمانی نشان داده است (safari et al, 2014). آب همچنین نقش عمده ای در رفاه انسان و همچنین در فعالیت های اقتصادی به ویژه در بخش های کشاورزی و صنعتی ایفا می‌کند (Sultana and Crow,2000). مسئله کمبود آب و خشکسالی یکی از بحران هایی است که بشر را در آینده‌ای نزدیک تهدید می‌کند و باعث تنش و درگیری بین ملت ها خواهد شد. بحران آب یک مسئله جهانی است که در مناطق خشک و نیمه خشک بیشتر احساس می‌شود (Sedegh et al., 2010). کمبود آب نه تنها به میزان در دسترس بودن آب بستگی دارد بلکه به عنوان وضعیت آب ناکافی برای برآوردن نیازهای مردم و همچنین محیطی که در آن زندگی می کنند تعریف می‌شود. (Feitelson, and Chenoweth, 2002; Chenoweth, 2008). تراکم بالای جمعیت، تغییر برنامه ریزی نشده در کاربری اراضی، کاهش سطح آب‌های سطحی و زیرزمینی، کیفیت غیرقابل قبول آب و سایر مسائل آبی فشار مضاعفی را بر منابع آبی وارد کرده است (Faisal, and Kabir, 2005; Jaren and Mondal, 2021). در حوزه بررسی وضعیت منابع آب و بررسی تغییرات آن به منظور مدیریت منابع آب شاخص‌های متفاوت و چند معیاری از جمله فالکن مارک، شاخص سازمان ملل، شاخص امنیت آب و شاخص فقر ارائه شده است (Wurtz et al., 2019). فقر آب موضوعی چندبعدی است که در صورت کمبود آب کافی برای رفع نیازهای ضروری به وجود می‌آید (Kallio et al., 2018). ارزیابی وضعیت منابع آب پیش نیاز مدیریت پایدار آب است و نقش مهمی در دستیابی به توسعه پایدار دارد. همچنین فقر اقتصادی به شدت با فقر آب مرتبط است (Liu and Liu., 2021). یکی از ابزارهای جدید طراحی شده برای ارزیابی مدیریت پایدار آب، شاخص فقر آب (WPI1) است. این شاخص ابعاد مختلف تاثیرگذار بر مدیریت و توسعه منابع آبی را در نظر گرفته و ابزاری موثر و جامع برای تحلیل موجودیت منابع اب سطحی و ارتباط آن با نیازهای انسان و محیط زیست می‌باشد و با توجه به شرایط نامطلوب کمی و کیفی و آلودگی منابع آب، شاخص فقر به عنوان یک شاخص چند معیاره و دارای جامعیت بیشتر در بررسی وضعیت منابع مطرح بوده است (آسیابی هیر و همکاران، ۱۳۹۶)و در امور سیاست‌گذاری و تصمیم‌سازی مدیریت و توسعه منابع آبی از قابلیت بالایی برخوردار است (رجبی هشجین و عرب، ۱۳۸۵). این شاخص توسط بسیاری از محققان در مطالعات اخیر در مورد ارزیابی کمبود آب در یک منطقه مورد استفاده قرار گرفته است. به گفته کویرالا و همکاران. ، WPI یک ابزار قوی و جامع برای ارزیابی تنش آب در مقیاس‌های فضایی مختلف ارائه می‌دهد. مفهوم WPI برای اولین بار توسط سالمه (Salameh, 2000) برای ارزیابی وضعیت آب شرب ارائه شد و سپس توسط سالیوان (Sullivan, 2002, 2001) توسعه داده شد. لارنس و همکاران (۲۰۰۲) آن را به عنوان میزان تأثیر کمبود آب بر جمعیت انسانی نشان می دهد. فقر آب اساساً معیاری برای کمبود آب است، که در آن کمبود آب با ترکیب مولفه‌های کمیابی فیزیکی آب و عوامل اجتماعی-اقتصادی ارزیابی می‌شود. و مولفه هایی مانند دسترسی به آب، مصرف آب و شرایط محیط زیست برای تخمین کمبود آب بکار می‌روند (Garrige and Foguet, 2010; Jaren and mondal, 2021). برآورد فیزیکی در دسترس بودن آب همیشه نمی‌تواند یک منطقه دارای تنش آبی را شناسایی کند، زیرا با بالاترین سرانه در دسترس بودن آب، یک منطقه یا گروه معیشتی ممکن است در نهایت فقیر از آب شود (Shalamzari and Zhang, 2018). بنابراین فقر آب به صراحت بر دسترسی فیزیکی آب تمرکز نمی‌کند، بلکه سایر ابعاد مهم در دسترس بودن و قابلیت استفاده آب

[1] Water poverty index

را در کنار عوامل اجتماعی-اقتصادی مورد توجه قرار می دهد. (Komnenic et al., 2009).

مطالعات متعددی برای اندازه گیری فقر آب در مقیاس های زمانی و مکانی مختلف انجام شده است. این مطالعات بر کمی کردن فقر آب کشورها و مناطق مختلف (Fenwick, 2010; Yahaya et al., 2009) ، حوضه‌های رودخانه‌ای (Foguet and Garriga, 2011) ، مقیاس جامعه (Wilk and Jonsson, 2013; Ladi et al., 2021) از طریق یک چارچوب استاندارد فقر آبی که برای همه موارد و همه مقیاس‌ها استفاده می‌شد، متمرکز است. آسیابی و همکاران (۱۳۹۶) به ارزیابی تغییرات مکانی شاخص فقر آبدر حوضه‌های آبخیز استان اردبیل پرداختند نتایج مطالعه نشان داد مقدار متوسط شاخص فقر آب در استان اردبیل ۴۳ است که طبق طبقه‌بندی مرکز اکولوژی و هیدرولوژی والینگفورد، فقر آبی شدید دارد. یزدی و همکاران (۱۴۰۰) با استفاده از شاخص فقر بر مبنای پنج مولفه وزنی منابع، دسترسی، ظرفیت، مصارف و محیط زیست وضعیت منابع آب سطحی و زیر سطحی در دشت فسا را طی سالهای ۱۳۸۷-۱۳۹۷ بررسی نمودند و سپس به بررسی همبستگی بین تغییرات اقلیمی و تغییرات خشکسالی با شاخص فقر پرداختند. بر اساس نتایج مقدار شاخص فقر در این منطقه بین ۰/۶۷۸ تا ۰/۲۹۷ طی سالهای ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۳ نوسان دارد. گودرزی و منکاوی (۱۴۰۰) به بررسی تنش آبی در خوضه آبریز رودخانه کارون با استفاده شاخص فقر پرداختند. مقدار شاخص فقر در این منطقه ۶۷/۶۵ به دست آمد که از لحاظ فقر آبی در محدوده فقر آبی کم تا متوسط قرار دارد. همتی و همکاران (۱۳۹۴) به اولویت‌بندی مولفه‌ها و زیرمعیارهای اصلی شاخص فقر آبی کشاورزی با استفاده از فرایند تحلیل شبکه (ANP1) پرداختند و نتایج آن را با روش (AHP2) برای شهرستان دزفول مقایسه کردند. که نتایج حاکی از کارایی بیشتر مدل ANP برای تحلیل شاخص فقر آبی کشاورزی در منطقه می‌باشد. همتی و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی شاخص فقر آبی کشاورزی در شهرستان دزفول پرداختند نتایج نشان داد از عوامل مهم ایجاد فقر آبی کشاورزی در این شهرستان ظرفیت پایین کشاورزان برای مصرف بهینه آب و سطح پایین دسترسی کشاورزان به منابع آب موجود می‌باشد. همچنین مقدار متوسط شاخص فقر در این منطقه ۴۲/۶۶ به دست آمد. طالبی و امینی (۱۳۹۷) به ارزیابی وضعیت شهرستان قم و بخش‌های آن از نظر شاخص فقر آب پرداختند نتایج حاکی از آن بود که بخش مرکزی با شاخص ۱۲۶ پایین‌ترین رتبه و جعفرآباد با ۲۱۷/۶ بالاترین رتبه را در شاخص فقر آبی داشتند. غفاری مقدم و همکاران (۱۴۰۰) به تحلیل بحران آب در بخش کشاورزی منطقه سیستان با استفاده از رهیافت آینده پژوهی پرداختند که نتایج مطالعه حاکی از آن بود که عوامل خشکسالی، وابستگی به منابع آب خارجی، توجه نکردن کافی به مدیریت منابع آب، کشت بی رویه محصولات آب بر، شیوه نامناسب آبیاری، ضعف فناوری کشاورزی و رایگان بودن آب در بخش کشاورزی از عوامل مهم بر بحران آب در این منطقه می‌باشد.

El-Gafy (2018) با اضافه کردن زیرشاخص‌ها در ابعادی مانند انرژی، بهره‌وری اقتصادی آب و سویه‌های جنسیتی شاخص فقر آبی را توسعه دادند تاکور و همکاران (۲۰۱۷) شاخص فقر آب را در رودخانه باگماتی در نپال ارزیابی کردند و به این نتیجه رسیدند که شاخص فقر آب می‌تواند به عنوان ابزاری موثر در مدیریت یکپارچه منابع آب و طرح جامع بهره‌برداری از آب به منظور دستیابی به اهداف توسعه پایدار استفاده شود.Ladi et al., (2021) به بررسی اثرات اجزای WPI روی شاخص توسعه انسانی با استفاده از مدلسازی رگرسیون حداقل مربعات معمولی در ایران پرداختند نتایج نشان داد که مؤلفه منبع WPI بیشترین تأثیر را بر توسعه شاخص انسانی در ایران دارد و پس از آن مؤلفه‌های ظرفیت، محیط، استفاده و دسترسی قرار دارند.Koirala et al., (2020) در مطالعه خود کاربرد شاخص فقر آب (WPI) را برای تخمین و مقایسه سطح تنش آبی در ۲۷ ناحیه حوضه رودخانه کوشی در نپال ارائه می‌کنند. نتایج نشان داد متوسط شاخص فقر در این حوزه رودخانه ۵۴/۴ می‌باشد و مقدار این شاخص از ۴۹/۷۵ تا ۶۹/۲۹ در بین مناطق متفاوت است. Jaren et al., 2022

[1] Analytic Network Process

[2] Analytical Hierarchy Process

در مطالعه خود نشان دادند که چگونه گروههای معیشتی و جنسیتی در چند منطقه حومه شهری در شهر داکا تحت تاثیر فقر آب قرار گرفته‌اند. نتایج مطالعه نشان داد که دسترسی و کیفیت ناکافی آب، دسترسی و استفاده محدود، ظرفیت اجتماعی-اقتصادی ضعیف بر هر گروه معیشتی تأثیر می‌گذارد، و این عوامل در نهایت منجر به فقر شدید دختران نوجوان، و زنان با مشکلات جسمی و سالخورده شد.

منطقه سیستان در شرق ایران و در شمال استان سیستان و بلوچستان با وسعت ۲۵۴۵/۵۱۲ کیلومتر مربع و طول جغرافیایی ۶۱ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی، با اقلیم گرم و خشک و متوسط بارندگی بین ۵۰ تا ۵۵ میلی‌متر در سال، میزان تبخیر سالانه ۴۸۰۰ میلیمتر و متوسط دمای ۲۲/۵ درجه سانتی‌گراد قرار دارد. سیستان در انتهای یک حوزه‌ی وسیع و بسته‌ی داخلی قرار دارد که یکی از بزرگترین مناطق بیابانی دنیاست. شرایط آب و هوایی، وابستگی کامل به رودخانه هیرمند و فعالیتهای کشور افغانستان در مهار آب رودخانه هیرمند، منجر به ایجاد بحران شدید آبی، اثرات منفی در اقتصاد، کشاورزی و محیط زیست این منطقه شده است. و مسئله مدیریت آب را در این منطقه با مشکلات فراوانی مواجه ساخته است (شهرکی، ۱۳۸۸). از آنجائیکه تنها منبع تامین آب در منطقه سیستان رودخانه هیرمند می‌باشد از یک طرف تاثیر پذیری منابع آب این منطقه از تغییرات اقلیمی و خشکسالی و نوسانات در جریان روخانه هیرمند و از سوی دیگر رشد جمعیت، توسعه شهرنشینی، گسترش بخش‌های کشاورزی و صنعت افزایش تقاضای آب در این منطقه اتفاقی ناگزیر بوده و لذا مدیریت منابع آب برای جلوگیری از مواجه شدن با بحران آب و تنش‌های احتمالی آن الزامی می‌باشد (سردار شهرکی،۱۳۹۵). در مطالعات گذشته تنش آبی با استفاده از شاخص فقر آبی برای شهرستانهای منطقه سیستان مورد بررسی قرار نگرفته است بنابراین در این مطالعه سعی بر آن است با استفاده از روش WPI وضعیت بحران آب در پنج شهرستان منطقه سیستان تخمین زده شود.

مواد و روشها

WPI یک معیار بین رشته‌ای ارائه می‌دهد که ثروت یک خانوار را با در دسترس بودن آب مرتبط می‌کند که نشان‌دهنده میزان استرس ناشی از کمبود آب در منطقه مورد مطالعه است (Lawrence and Meigh, 2002). WPI پنج مؤلفه منبع (R) ، دسترسی (A) ، استفاده (U) ، ظرفیت (C) و محیط زیست را در نظر می‌گیرد که در دسترس بودن فیزیکی آب را با عوامل اجتماعی-اقتصادی و محیطی ادغام می‌کند (Pandey, 2012).

در این مطالعه، از این پنج مؤلفه برای ارزیابی اثرات مرتبط استفاده شد، اما زیر شاخص‌ها با توجه به وضعیت حاکم در منطقه مورد مطالعه و تطبیق آن با داده‌های موجود منطقه اصلاح شدند (Jaren and mondal, 2021). در جدول ۱ مولفه‌ها، زیر شاخص‌ها و مراجع شاخص‌های فقر آب آورده شده است.

جدول(۱): مولفه‌ها، زیر شاخص‌ها و مراجع شاخص‌های فقر آب

مولفه	زیر شاخص	مرجع شاخص	منبع داده
منابع	سرانه آب زیرزمینی	طالبی و امینی، ۱۳۹۷	اداره آب و منطقه‌ای شهرستان زابل
	سرانه بارش	طالبی و امینی، ۱۳۹۷	گزارشات سازمان هواشناسی
	سرانه منابع آب ورودی	Jafari Shalamzari, M.; Zhang 2018, Liu et al., 2018	اداره آب و منطقه‌ای شهرستان زابل
دسترسی	خانوارهای با دسترسی به شبکه آب لوله کشی و بهداشتی	Lawrenceet al., 2002, Sullivan, et al., 2003	سالنامه آماری سیستان و بلوچستان
	متوسط مصرف آب در یک هکتار	Sullivan, et al., 2003	سازمان جهاد کشاورزی استان سیستان و بلوچستان
	مرگ و میر زیر یکسال	Jemmali and Matoussi 2013	سالنامه آماری سیستان و بلوچستان
ظرفیت	نسبت سواد	Shadeed et al., 2019; Goel et al., 2020	سالنامه آماری سیستان و بلوچستان
	جمعیت فعال اقتصادی	Jemmali and Matoussi 2013	سالنامه آماری سیستان و بلوچستان
	سرانه مصرف شرب	Lawrence et al., 2002; Shadeed et al., 2019	اداره آب و فاضلاب شهرستان زابل
مصرف	ارزش تولید به ازای هر مترمکعب	Lawrence et al., 2002	سازمان جهاد کشاورزی استان سیستان و بلوچستان
	نسبت مصرف کشاورزی به کل مصرف	شریف زادگان و همکاران، ۱۳۹۶، Goel et al., 2020; El-Gafy, 2018	سازمان جهاد کشاورزی استان سیستان و بلوچستان
	نسبت مصرف آب عمومی به کل مصرف	شریف زادگان و همکاران، ۱۳۹۶	سالنامه آماری سیستان و بلوچستان
	نسبت مصرف آب صنعتی به کل مصرف	شریف زادگان و همکاران، ۱۳۹۶، El-Gafy, 2018	سالنامه آماری سیستان و بلوچستان
	نسبت زمینهای آبی به کل زمینهای زراعی	Thakur et al., 2017	سازمان جهاد کشاورزی استان سیستان و بلوچستان
	مصرف کود شیمیایی	Thakur et al., 2017	سازمان جهاد کشاورزی استان سیستان و بلوچستان
محیط زیست	عرصه پارک جنگلی طبیعی	Goel et al., 2020; Liu et al.,2019	سالنامه آماری سیستان و بلوچستان
	عرصه فضای سبز	پیشنهادی	سالنامه آماری سیستان و بلوچستان

شاخص فقر آب با در نظر گرفتن پنج مؤلفه با استفاده از رابطه ۱ ارزیابی می‌شود(El-Gafy, 2018).

$$WPI = \frac{\sum_{i=1}^{n} W_i X_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i} \quad (۱)$$

$$X_i = \frac{\sum_{s=1}^{z} W_s X_s}{\sum_{s=1}^{z} W_s} \quad (۲)$$

$$WPI = W_R R + W_A A + W_c C + W_U U + W_E E / \sum_{i=1}^{5} W_i \quad (۳)$$

در این رابطه R مولفه منابع، A دسترسی، C مولفه ظرفیت، U مولفه مصرف، E مولفه محیط زیست و W بیانگر وزن هر یک از این مولفه‌ها می‌باشد

مولفه منابع: این مولفه در دسترس بودن آب را نشان می دهد، که به عنوان در دسترس بودن فیزیکی آن از طریق بارندگی، رودخانه ها و سایر منابع آبی در یک منطقه خاص را شامل می‌شود. (Mitra and Rao, 2019). این محور

چهار شاخص را در بر می‌گیرد شامل: سرانه آب زیرزمینی، سرانه بارش و سرانه منابع آب ورودی

$$R = W_{R1}R_1 + W_{R2}R_2 + W_{R3}R_3/\sum W_R \quad (۴)$$

در این رابطه R_1 سرانه آب زیر زمینی (متر مکعب به ازای هر نفر)، R_2سرانه بارش سالانه (میلی متر) و R_3معیار سرانه آب ورودی (متر مکعب به ازای هر نفر) بوده و W_{R1}، W_{R2} و W_{R3} به ترتیب وزن معیارهای R_1، R_2 و R_3 می‌باشند. زیر شاخص سرانه آب زیرزمینی، سرانه بارش و سرانه آب ورودی با استفاده از روابط ۳-۵ محاسبه می‌شوند (یزدی و همکاران، ۱۳۹۸).

$$R_1 = \frac{x_1}{pop} * 100 \quad (۵)$$

$$R_2 = \frac{x_2}{pop} * 100 \quad (۶)$$

$$R_3 = \frac{x_3}{pop} * 100 \quad (۷)$$

در این روابط x_1 مقدار تخلیه آب زیر زمینی، x_2 مقدار بارندگی سالانه و x_3 حجم منابع آب ورودی به منطقه سیستان می‌باشد. pop کل جمعیت ساکن در هر شهرستان می‌باشد.

دسترسی: این مولفه میزان دسترسی انسان به آب را اندازه‌گیری می‌کند و نه تنها فاصله تا یک منبع امن را محاسبه می‌کند، بلکه زمان مورد نیاز برای جمع‌آوری آب برای خانواده را نیز در نظر می‌گیرد. دسترسی فقط به معنای آب سالم برای آشامیدن و پخت و پز نیست، بلکه آبی برای آبیاری محصولات کشاورزی یا برای مصارف صنعتی است. این مولفه با استفاده از دو شاخص خانوارهای دارای دسترسی به آب لوله‌کشی و متوسط مصرف آب در هکتار و رابطه ۶ به دست آمد (یزدی و همکاران، ۱۳۹۸).

$$A = W_{A1}A_1 + W_{A2}A_2/\sum W_A \quad (۸)$$

در این رابطه A_1 و A_2 به ترتیب شاخص خانوارهای دارای دسترسی به آب لوله کشی و متوسط مصرف آب در هکتار و W_{A1} و W_{A2} به ترتیب وزن این شاخص‌ها می‌باشد

مصارف: این مولفه میزان مصرف آب برای اهداف مختلف از جمله مصارف خانگی، کشاورزی و صنعتی استفاده می شود که شش زیر شاخص را در بر می‌گیرد و با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود

$$U = W_{u1}U_1 + W_{u2}U_2 + W_{u3}U_3 + W_{u4}U_4 + W_{u5}U_5 + W_{u6}U_6/\sum W_U \quad (۹)$$

U_1مصرف آب خانگی می‌باشد این زیر شاخص نشان دهنده وضعیت فعلی مصرف آب در فعالیت‌های خانگی است (Gleick, 1996).

U_2 ارزش تولید به ازای هر متر مکعب آب در بخش کشاورزی می‌باشد که برای محاسبه این شاخص سود حاصل از کشت محصولات زراعی منتخب در هر شهرستان محاسبه می‌شود. U_3 نسبت مصرف آب کشاورزی به کل مصرف، U_4شاخص نسبت زمین‌های کشت شده به کل زمینهای قابل کشت، U_5 مقدار آب مصرف شده در بخش صنعت به کل آب مصرفی و U_6 نسبت آب مصرف شده در بخش عمومی به کل آب مصرف شده و W_{u1}، W_{u2}، W_{u3}، W_{u4}، W_{u5} و W_{u6} وزن‌های متناظر با هر یک از این شاخص‌ها می‌باشند. برای محاسبه شاخصها از روابط زیر استفاده می‌شود (یزدی و همکاران، ۱۳۹۸):

$$U_1 = \frac{x_{u1}}{pop} * 100 \quad (۱۰)$$

$$U_3 = \frac{x_{u3}}{X} * 100 \quad (۱۱)$$

$$U_4 = \frac{x_{u4}}{Area} * 100 \quad (۱۲)$$

$$U_5 = \frac{x_{u5}}{X} * 100 \quad (۱۳)$$

$$U_6 = \frac{x_{u6}}{X} * 100 \quad (۱۴)$$

x_{U1} مصرف آب خانگی می‌باشد. کمترین آب مورد نیاز برای بهداشت خانگی که معادل روزانه ۲۰ لیتر برای هر نفر در نظر گرفته می‌شود (WHO/UNICEF , 2000)، و بیشترین ابی که همه نیازهای آب خانگی را براورده می‌کند که معادل روزانه ۱۰۰ لیتر برای هر نفر در نظر گرفته می‌شود (Howard and Bartram, 2003). x_{u3} میزان مصرف آب در بخش کشاورزی، x_{u4}زمینهای کشت شده

در هر شهرستان(هکتار)، $Area$ کل زمینهای قابل کشت در هر شهرستان، x_{u5} میزان مصرف آب در بخش صنعت، x_{u6} میزان مصرف آب در بخش عمومی و X کل مصرف آب می‌باشد.

ظرفیت: این شاخص، اثر بخشی توانایی مردم برای مدیریت آب را نشان می‌دهد. با ارتباط نزدیک بین جامعه و مدیریت آب، اهمیت ظرفیت‌های اجتماعی و اقتصادی برای مدیریت منابع آب به رسمیت شناخته شده و مهم‌ترین بخش در شاخص فقر آب در نظر گرفته شده است. برای ارزیابی این مولفه از شاخصهای نرخ سواد، جمعیت فعال اقتصادی و نرخ مرگ و میر زیر یک سال استفاده می‌شود. مقادیر بیشتر شاخص نرخ سواد نشان می‌دهد هر چه تعداد افراد با سواد بیشتر باشد توانایی افراد برای انجام دادن اقداماتی جهت مدیریت منابع آب بیشتر خواهد بود(Brooks et al., 2005). همچنین شاخص جمعیت فعال اقتصادی نشان می‌دهد هر چه این شاخص بیشتر باشد ظرفیت افراد برای مقابله با تغییرات آب بیشتر خواهد بود (Panndey et al., 2011). مرگ و میر زیر یکسال: یکی از شاخص‌های مهم جهت نشان دادن سلامت و بهداشت جامعه مرگ و میر زیر یک سال می‌باشد و ارتباط نزدیکی با در دسترس بودن آب سالم و بهداشتی دارد. این زیر شاخص از نسبت متوفیان زیر یک سال به کل اطفال زنده به دنیا آمده به دست می‌آید(یزدی و همکاران، ۱۳۹۸).

$$C = W_{C1}C_1 + W_{C2}C_2 + W_{C3}C_3 / \sum W_C \quad (۱۵)$$

C_1، C_2 و C_3 به ترتیب شاخص مرگ و میر زیر یکسال، نرخ سواد و جمعیت فعال اقتصادی و W_{C1}، W_{C2} وزن‌های مرتبط با هر یک از شاخصها می‌باشد این شاخصها با استفاده از روابط زیر محاسبه می‌شوند(یزدی و همکاران، ۱۳۹۸).

$$C_1 = \frac{x_1}{X} * 100 \quad (۱۶)$$

$$C_2 = \frac{x_2}{pop} * 100 \quad (۱۷)$$

$$C_3 = \frac{x_3}{pop} * 100 \quad (۱۸)$$

در این روابط x_1 تعداد مرگ و میر کمتر از یکسال، X نعداد ولادت‌های ثبت شده، x_2 جمعیت با سواد، x_3 جمعیت با سن ۱۰-۶۰ سال و pop کل جمعیت می‌باشد.

محیط زیست: این مولفه با استفاده از سه زیر شاخص میزان مصرف کود، مساحت پارک جنگلی طبیعی و مساحت فضای سبز ارزیابی می‌شود (یزدی و همکاران، ۱۳۹۸).

$$E = W_{E1}E_1 + W_{E2}E_2 + W_{E3}E_3 / \sum W_E \quad (۱۹)$$

E_1 شاخص تنش زیست محیطی می‌باشد که جهت رسیدن به مصرف پایدار منابع آب حفظ کیفیت محیطی و سلامتی اکوسیستم اهمیت زیادی دارد این شاخص توسط مقدار کودهای شیمیایی استفاده شده ارزیابی می‌شود. انتقال مواد شیمیایی به آبراهه‌ها در اثر مصرف بی‌رویه کود توسط کشاورزان باعث آلودگی آب می‌شود. X_{E1} مقدار کودهای شیمیایی استفاده شده در هر هکتار از زمین، X_{max} و X_{min} مقادیر حداکثر و حداقل کودهای استفاده شده است.E_2 و E_3 به ترتیب شاخص مساحت پارک جنگلی طبیعی و مساحت فضای سبز می‌باشد که هر چه مساحت این شاخصها کمتر باشد نشان می‌دهد وضعیت منابع آبی در آن منطقه دچار بحران است. W_{E1}، W_{E2} و W_{E3} وزن‌های متناظر با هر یک از شاخص‌ها می‌باشند.

نرمال سازی معیارها و شاخص‌ها

هر یک از شاخص‌های بیان شده در روابط بالا با استفاده از واحدهای خاص خود اندازه‌گیری می‌شوند که با وجود واحدهای متنوع، جمع جبری روابط امکان‌پذیر نمی‌باشد. برای حل این مشکل نیاز به نرمال سازی و بی مقیاس نمودن کلیه شاخص‌ها می باشد که برای این منظور از روابط زیر استفاده می‌شود:

$$Np = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (۲۰)$$

$$Np = \frac{X_{max} - X_i}{X_{max} - X_{min}} \quad (۲۱)$$

چنانچه ارتباط بین زیر شاخص‌ها و شاخص فقر مثبت باشد از رابطه ۲۰ و اگر ارتباط عکس داشته باشد از رابطه ۲۱ استفاده می‌شود (Hamouda et al. 2009; Islam et al. 2013). X_i مقدار هر یک از شاخص‌ها، X_{min} حداقل مقدار

هر یک از شاخص‌ها و X_{max} حداکثر مقدار هر یک از شاخص‌ها می‌باشد.

تعیین وزن معیارها و شاخص‌ها

برای وزن دهی معیارها و شاخص ها دو روش به کار گرفته می‌شود: ۱- استفاده از وزن یکسان برای شاخص‌ها که در این حالت WPI از ۱۰۰ محاسبه می‌شود و وزن همه شاخص‌ها برابر ۱ در نظر گرفته شد ۲- اعمال وزن مخصوص برای هر شاخص با استفاده از روش AHP. این روش برای اولین بار توسط ساعتی و همکاران (Saaty et al., 2013) معرفی شد. برای تفسیر بهتر شاخص فقر مقادیر آن طبق جدول ۲ طبقه بندی شده است (El-Gafi, 2018).

جدول (۲): طبقه بندی مناطق از لحاظ فقر آبی

ردیف	دامنه	وضعیت
۱	بین ۱-۰/۸	فقر آبی خیلی کم
۲	بین ۰/۸-۰/۶	فقر آبی کم
۳	بین ۰/۶-۰/۴	فقر آبی متوسط
۴	بین ۰/۴-۰/۲	فقر آبی بالا
۵	کمتر از ۰/۲	فقر آبی شدید

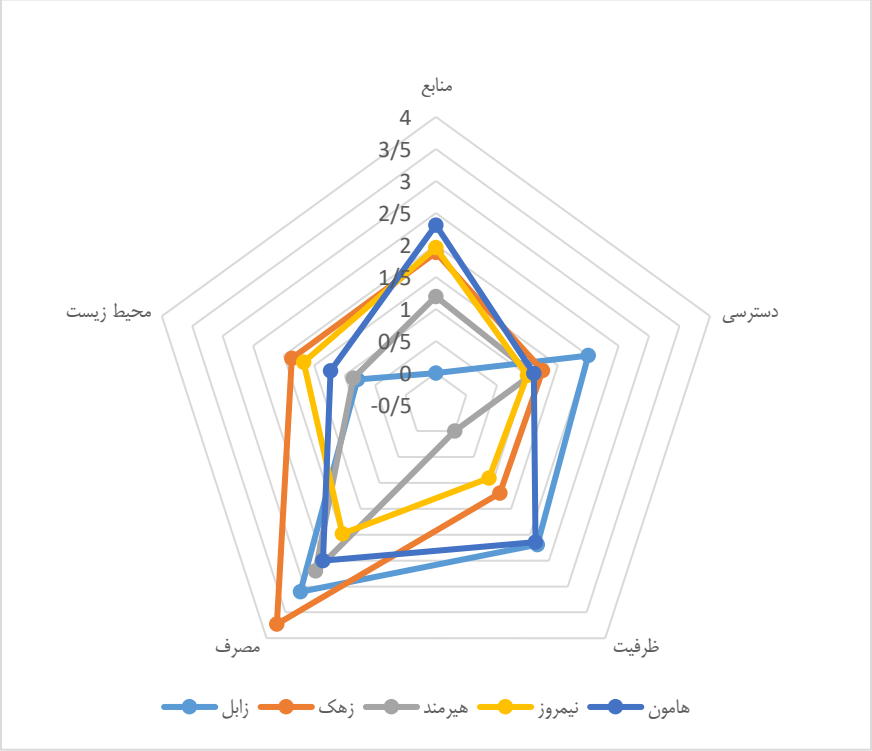
ماخذ: El- Gafi (2018)

بحث و نتایج

پس از محاسبه ۵ محور امکان محاسبه میزان فقر آبی برای هر شهرستان با دو روش (با اعمال وزن یکسان به شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها و اعمال وزن‌های مشخص شده) فراهم شد. در جدول ۳ شرایط هر شهرستان به تفکیک محورها و نتایج نهایی فقر آبی آورده شده است.

جدول (۳): نتایج محاسبات فقر آبی در منطقه سیستان به تفکیک شهرستان‌های پنج‌گانه و محورهای پنج‌گانه بر اساس وزن یکسان

شهرستان	منابع	دسترسی	ظرفیت	مصرف	محیط زیست	فقر آبی	سطح فقر آبی
زابل	۰	۲	۲/۱۹	۳/۱	۰/۷۹	۰/۴۷	فقر آبی متوسط
زهک	۱/۸۸	۱/۲۵	۱/۲	۳/۷۳	۱/۸۶	۰/۵۸	فقر ابی متوسط
هیرمند	۱/۱۹	۱/۰۹	۰	۲/۷	۰/۸۶	۰/۳۴	فقر آبی شدید
نیمروز	۱/۹۵	۱	۰/۹۱	۱/۹۸	۱/۶۷	۰/۴۴	فقر آبی متوسط
هامون	۲/۳۱	۱/۱	۲/۱۴	۲/۵	۱/۲۳	۰/۵۴	فقر آبی متوسط



شکل (۱): مقایسه تطبیقی وضعیت شهرستان‌های منطقه سیستان در محورهای پنج‌گانه فقر آبی

وضعیت فقر آبی در شهرستان زابل

شهرستان زابل از نظر فقر ابی در شراط فقر متوسط قرار دارد این شهرستان در محور منابع و محیط زیست در مقایسه با دیگر شهرستانها در جایگاه پایینتری قرار داشته و شرایط بحرانی در این محور وجود دارد علت بحرانی بودن این محور منابع پایین بودن میزان بارش و سرانه آب زیرزمینی می‌باشد و همچنین به علت جمعیت بالای این شهرستان و میزان کم آب ورودی سرانه منابع اب دراین شهرستان پایین است. و علت پایین بودن محور محیط زیست نیز ناشی از پایین بودن فضای سبز و پارک جنگلی طبیعی در این شهرسان می‌باشد. محور دسترسی در این شهرستان نسبت به دیگر شهرستان‌ها وضعیت بهتری دارد که این به دلیل دسترسی اکثر خانوارها به آب بهداشتی و لوله کشی در این شهرستان می‌باشد.

وضعیت فقر آبی در شهرستان زهک

شهرستان زهک از نظر شاخص فقر وضعیت بهتری نسبت به سایر شهرستان ها دارد و با فقر آبی متوسط روبه‌رو است. از جمله نقاط قوت این شهرستان کسب امتیاز بیشتر در محور مصرف و محیط زیست می باشد. شهرستان زهک در محور مصرف در زیر شاخص ارزش تولیدی به ازای آب مصرفی بالاترین امتیاز را دارد و این باعث شده در این محور این شهرستان بیشترین امتیاز را کسب کند. همچنین در محور محیط زیست دارا بودن بیشترین فضای سبز و مصرف کم کود در این شهرستان میتواند توجیهی برای بالا بودن امتیاز در بخش محیط زیست باشد وجود فضای سبز از نقاط قوت در این منطقه می‌باشد.

وضعیت فقر آبی در شهرستان هیرمند

این شهرستان از نظر شاخص کلی فقر در بدترین وضعیت نسبت به سایر شهرستان‌ها قرار دارد و در شرایط فقر آبی شدید قرار دارد. در محور ظرفیت دارای وضعیت بحرانی بوده و امتیاز متعلق به این محور صفر می‌باشد این شهرستان بالاترین میزان مرگ و میر زیر یکسال، پایین‌ترین نرخ سواد و پایین‌نرین جمعیت فعال اقتصادی را داشته است و این باعث شده امتیاز این شهرستان در این محور صفر باشد. همچنین در محور منابع چالش در این

شهرستان وجود دارد که علت آن را می‌توان در کاهش بارندگی و همچنین کم بودن میزان تخلیه آب زیرزمینی در این منطقه توجیه کرد. در محور محیط زیست نیز این شهرستان دچار ضعف است که علت آن مصرف بالای کود و فضای سبز پایین در این شهرستان می‌باشد.

وضعیت فقر آبی در شهرستان نیمروز

این شهرستان از نظر فقر آبی در شرایط فقر آبی متوسط است. این شهرستان در محورهای مصرف و ظرفیت دچار چالش است و وضعیت بدتری نسبت به سایر شهرستان‌ها در این محورها دارد. بالا بودن میزان مرگ و میر زیر یکسال در این شهرستان و پایین بودن نرخ سواد علت ضعف نیمروز در محور ظرفیت می‌باشد همچنین در محور مصرف چالش اصلی در پایین بودن ارزش تولید به ازای آب مصرفی و پایین بودن میزان مصرف آب در بخش عمومی و صنعت هست که این عوامل باعث شده پایین‌ترین امتیاز به این محور تخصیص یابد.

وضعیت فقر آبی در شهرستان هامون

شهرستان هامون در شرایط فقر آبی متوسط قرار دارد این شهرستان در محور منابع دارای وضعیت مناسبتری است. که علت آن را می‌توان در جمعیت پایین این شهرستان دانست به طوریکه سرانه منابع آب ورودی و بارش برای این شهرستان نسبت به سایر مناطق بالاتر است. همچنین این شهرستان دارای بالاترین نرخ سواد در بین مناطق و پایین‌ترین میزان مرگ و میر زیر یکسال می‌باشد که این عوامل باعث شده این شهرستان در محور ظرفیت امتیاز بالایی کسب کند و از نقاط قوت این شهرستان می‌باشند

در این مرحله با استفاده از نرم افزار Expert choice وزن هر یک از زیر معیارهای WPI بر اساس مدل AHP بدست آمد. در جدول ۴ نتایج وزن دهی معیارها و زیر معیارهای شاخص با استفاده از AHP ارائه شده است

جدول (۴): وزن نهایی معیارها و زیر معیارهای شاخص WPI بر اساس روش AHP

محور	وزن نهایی	زیر شاخص‌ها	وزن نهایی
منابع	۰/۲۴۸	سرانه آب زیرزمینی	۰/۰۱۳
		سرانه بارش	۰/۰۴۰
		سرانه منابع آب ورودی	۰/۱۹۵
دسترسی	۰/۶۹۹	خانوار دارای دسترسی به آب لوله کشی	۰/۶۹
		متوسط مصرف آب در یک هکتار	۰/۰۰۹
		مرگ و میر زیر یکسال	۰/۲۱
		نسبت سواد	۰/۲۱
ظرفیت	۰/۴۲۷	جمعیت فعال اقتصادی	۰/۰۰۷
		سرانه مصرف شرب	۰/۳۳۲
		ارزش تولید به ازای هر مترمکعب	۰/۰۳۶
		نسبت مصرف کشاورزی به کل مصرف	۰/۰۶۲
		نسبت زمینهای آبی به کل زمینها	۰/۰۵۵
مصرف	۰/۵۶۴	نسبت مصرف آب عمومی	۰/۰۵۱
		نسبت مصرف آب صنعت	۰/۰۲۸
		مصرف کود	۰/۰۰۷
محیط زیست	۰/۰۶۱	پارک جنگلی طبیعی	۰/۰۴۰
		فضای سبز	۰/۰۱۴

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد در بین مولفه‌ها، مولفه دسترسی بیشترین وزن و در بین معیارها معیار " مصرف سرانه شرب" بیشترین وزن جمعیت فعال اقتصادی و مصرف کود کمترین وزن را دارد. بعد از محاسبه وزن هر یک از معیارها و زیر معیارها شاخص فقر آبی بر اساس وزن‌های متفاوت محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول (۵): نتایج محاسبات فقر آبی در منطقه سیستان به تفکیک شهرستان‌های پنج‌گانه و محورهای پنج‌گانه بر اساس وزن دهی

شهرستان	منابع	دسترسی	ظرفیت	مصرف	محیط زیست	فقر آبی	سطح فقر آبی
زابل	۰	۰/۷	۰/۲۶	۰/۲۴	۰/۰۰۶	۰/۶	فقر آبی متوسط
زهک	۰/۱	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۳	۰/۰۲	۰/۴۲	فقر آبی متوسط
هیرمند	۰/۱۴	۰/۰۷	۰	۰/۲۳	۰/۰۳۴	۰/۲۳	فقر آبی بالا
نیمروز	۰/۱۹	۰/۰۰۹	۰/۱۶	۰/۲۴	۰/۰۴۴	۰/۳۲	فقر آبی بالا
هامون	۰/۲۴	۰/۰۸	۰/۴۲	۰/۳۵	۰/۰۱۶	۰/۵۶	فقر آبی متوسط

نتایج حاصل از ترکیب مولفه‌های شاخص فقر آب بر مبنای وزن‌های محاسبه شده نشان داد که شاخص فقر آب در شهرستان زابل بیشترین مقدار را و در شهرستان هیرمند کمترین مقدار را دارد و در محور ظرفیت دچار ضعف است. شهرستان هامون در رتبه دوم و شهرستان زهک نیز در این روش در رتبه سوم قرار دارد.

بحث و نتیجه گیری

مطالعه حاضر توسعه و کاربرد شاخص فقر آبی را در منطقه سیستان با در نظر گرفتن معیارهای موثر بر آن شامل (منابع، دسترسی، ظرفیت، مصرف و محیط زیست) برای انجام یک مقایسه نسبی بین ۵ شهرستان منطقه سیستان برای کمک به تصمیم‌گیران در تعیین اولویت‌های

توسعه در بخش آب نشان می‌دهد. در این مطالعه از ۱۷ زیرمعیار برای محاسبه شاخص فقر آبی استفاده شده است. دو روش وزن دهی یکسان و وزن دهی بر اساس روش AHP برای محاسبه WPI و اجزای آن مورد ارزیابی قرار گرفت. این مطالعه نشان داد تمام شهرستان‌های این منطقه به توسعه در بخش آب خود نیاز دارند. شهرستان هیرمند دارای پایین‌ترین مقدار شاخص فقر آبی می‌باشد و در استراتژی‌های بخش توسعه آب در منطقه سیستان بایستی اولویت اول را داشته باشد و بعد از آن شهرستان نیمروز در اولویت دوم قرار دارد. متوسط شاخص فقر آب شهرستان‌های مطالعه شده در منطقه سیستان ۰/۴۸ بدست آمد که نشان می دهد منطقه سیستان در شرایط فقر آبی متوسط قرار دارد و مستلزم توجه بسیار زیاد سیاستگذاران و تصمیم گیران است

در منطقه سیستان وابستگی به رودخانه هیرمند و کاهش حجم آورد آب رودخانه به این منطقه باعث شده امتیاز مولفه منابع برای همه شهرستان‌ها کاهش یابد و شدت فقر آبی در این شهرستان‌ها افزایش یابد. از آنجا که این محور به عنوان تاثیرگذارترین عامل در فقر آبی شناسایی شده، لذا بهبود این محور باعث ارتقاء شرایط آبی در هر پنج شهرستان می‌شود. یافته‌های این مطالعه به محققان، سیاست‌گذاران و سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا وضعیت فقر آب در مقیاس منطقه‌ای را بهتر درک کنند و اطلاعاتی را ارائه می دهد که می‌توان از آنها جهت شکل‌گیری سیاستهایی برای ارتقای معیشت پایدار جوامع روستایی و شهری از طریق و بهبود شیوه‌های مدیریت آب استفاده نمود. همچنین این امکان را برای آنها فراهم می‌سازد تا بتوانند تصمیمات جامعی برای مدیریت همه جانبه منابع محدود آب با توجه به شرایط محلی هر منطقه اتخاذ نمایند. در مجموع می‌توان گفت که شاخص فقر آب به عنوان یک ابزار کاربردی در مدیریت منابع آب، می‌تواند در تعیین اولویت‌ها و پایش تغییرات وضعیت منابع آب استفاده شود.

برای بهبود شاخص فقر بر اساس معیارهای تحت بررسی می‌توان استراتژی‌های زیر را پیشنهاد نمود.

مدیریت پایدار منابع آب از طریق توسعه منابع آب به روشی کارآمد و سازگار با محیط زیست که نیازهای آب را نه تنها برای نسل فعلی، بلکه برای آینده نیز برآورده کند.

ایجاد چارچوبی برای تقویت ظرفیت ذینفعان مختلف جامعه برای ایفای نقش‌ها و مسئولیت‌ها در حفظ منابع آب، گسترش و مدیریت تامین آب به ویژه در مناطق فقیر.
حفظ و بهبود سلامت محیط زیست و کاهش آلودگی محیط زیست، افزایش آگاهی عمومی در مورد تأثیر محیط زیست بر منابع آب، بهبود کارایی سیستم مصرف آب از طریق بهبود مصرف بهینه آب و ترویج تخصیص آن در بین مصارف رقابتی به گونه ای که نیازهای اساسی انسان را در اولویت قرار دهد. نیازهای خانگی، صنعتی و کشاورزی را متعادل کند و به حفظ کیفیت آب آشامیدنی توجه لازم داشته باشد، افزایش آگاهی عمومی در مورد بهترین راه های مصرف و صرفه جویی آب. در منطقه سیستان، بهبود راندمان آبیاری کشاورزی برای پاسخگویی به تقاضای رو به رشد آب مورد نیاز است.

دسترسی پایدار به آب سالم با هدف افزایش دسترسی به آب تمیز و سالم مطابق با حداقل الزامات در مناطق روستایی و شهری، و حصول اطمینان از دسترسی و قیمت مناسب آب سالم به‌ویژه در مناطق روستایی، تمرکز بر خانوارهای آسیب‌پذیر از مهم‌ترین راهکارهای دستیابی به این رویکرد برنامه‌ریزی است.

منابع

آسیایی هیر، ر.، ر. مصطفی زاده، م. رئوف و الف. اسمعلی عوری. ۱۳۹۶. ارزیابی چندمعیارهٔ تغییرات مکانی شاخص فقر آب در تعدادی از حوضه های آبخیز استان اردبیل. اکوهیدرولوژی، سال چهارم، شماره ۴، ص ۹۹۷-۱۰۰۹.

رجبی هشجین، م. و د.ر. عرب. ۱۳۸۵. شاخص فقر آبی، ابزاری کارآمد برای ارزیابی وضعیت منابع آبی جهان. دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، دانشگاه صنعتی اصفهان.

سردارشهرکی، ع. ۱۳۹۵. تخصیص بهینه منابع آب حوزه هیرمند با کاربرد تئوری بازی و ارزیابی سناریوهای مدیریتی. پایان‌نامه دکتری، دانشکده علوم زیست محیطی و کشاورزی پایدار دانشگاه سیستان و بلوچستان.

شریف‌زادگان، م.، س. ندایی طوسی و ف. جمالی. ۱۳۹۶. شناسایی موانع توسعه منطقه‌ای با به کارگیری شخص فقر آبی (نمونه موردی: استان قزوین). جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۶۵، شماره ۱، ص ۱۵۱-۱۷۰.

شهرکی، ج. ۱۳۸۸. تخصیص اقتصادی منابع آب حوضه‌ی آبریز استان سیستان و بلوچستان، پایان نامه دکتری، دانشکده علوم اداری و اقتصاد دانشگاه اصفهان.

طالبی، ح. و ع. امینی. ۱۳۹۷. بررسی ابعاد کم آبی با استفاده از روش شاخص فقر آبی (WPI) و تحلیل مقایسه ای آن در بخش های شهرستان قم. آمایش سرزمین، سال دهم، شماره ۲.ص ۳۶۶-۳۴۵.

غفاری مقدم، ز.، ا. مرادی، م. هاشمی تبار و ع. سردارشهرکی. ۲۰۲۱. تحلیلی بر بحران آب در بخش کشاورزی منطقه سیستان در سناریوهای مختلف: رهیافت آینده پژوهی. پژوهش آب در کشاورزی، سال ۳۵، شماره ۲، ص ۲۰۱-۲۱۶.

گودرزی، م. و ف. منکاوی. ۱۴۰۰. ارزیابی شاخص فقر آب در قسمتی از حوضه آبریز رودخانه کارون. اکوسیستم‌های طبیعی ایران، سال ۱۲، شماره ۱-۴۳. ص ۲۶-۴۶.

همتی، ب.، ب. فروزانی، م. یزدانپناه و ب. خسروی پور. ۱۳۹۴. مقایسه کاربرد فرایند تحلیل شبکه (ANP) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در تحلیل شاخص فقرآبی کشاورزی: مورد مطالعه شهرستان دزفول. علوم ترویج و آموزش کشاورزی، سال ۱۱، شماره ۲، ص ۲۰۳-۲۲۱.

همتی، ب.، ب. فروزانی، م. یزدانپناه و ب. خسروی پور. ۱۳۹۸. سنجش فقر آبی کشاورزی در میان گندم‌کاران آبی شهرستان ذزفول. دانش کشاورزی و تولید پایدار، سال ۲۹، شماره یک، ص ۲۸۵-۳۰۴.

یزدی، ن.، ن. موسوی، ع.ر. شیروانیان و ع.ر. زارعی. ۱۴۰۰. ارزیابی تاثیرات تغییرات اقلیم و خشکسالی بر شاخص فقر آب در دشت فسا. مهندسی آبیاری و آب ایران، سال ۱۱، شماره ۴۳، ص ۲۸۹-۳۰۴.

Brooks, N., W.N. Adger and P.M. Kelly. 2005. The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions, 15: 151- 163.

Chenoweth, J. 2008. A re-assessment of indicators of national water scarcity. Water Int, 33: 5–18

El-Gafy, I. K. E. D. 2018. The water poverty index as an assistant tool for drawing strategies of the Egyptian water sector. Ain Shams Engineering Journal, 9(2): 173-186.

Faisal, I.M. and M.R. Kabir. 2005. An analysis of gender–water nexus in rural Bangladesh. J. Dev. Soc, 21: 175–194.

Feitelson, E and J. Chenoweth. 2002. Water poverty: Towards a meaningful indicator. Water Policy, 4: 263–281.

Fenwick C. 2010. Identifying the water poor: an indicator approach to assessing water poverty in rural Mexico, Ph.D. thesis. The department of civil, environmental and geomatic engineering, University College London.

Foguet, A. and R. Garriga. 2011. Analyzing water poverty in basins. Water Resour Manage, 25(14):3595–612.

Garriga, R.G. and A.P. Foguet. 2010. Improved method to calculate a Water Poverty Index at local scale. J. Environ. Eng, 136:1287–1298.

Gleick, P. 1996. Basic water requirements for human activities: meeting basic needs. Water International, 83-92

Goel, I., S. Sharma and S. Kashiramka. 2020. The water poverty index: An application in the Indian context. Natural Resources Forum.

Hamouda, M.A., M. Nour EI-Din and F.I. Moursy. 2009. Vulnerability assessment of water resource system in the eastern Nile Basin. Water Resour Manage, 23:2697–2725

Howard, G. and J. Bartram. 2003. Domestic water quantity, level and health. World Health Organization.

Islam, M.M., S. Sallu, K. Hubacek and J. Paavola. 2013. Vulnerability of fishery-based livelihoods to the impacts of climate variability and change: insights from coastal Bangladesh. Reg Environ Change, 14(1):281–294.

Jaren, L. S., R. S.Leya and M. S. Mondal. 2022. Investigation of Gender-Differentiated Impacts of Water Poverty on Different Livelihood Groups in Peri-Urban Areas around Dhaka, Bangladesh. Water, 14(7): 1167.

Jaren, L.S. and M.S. Mondal. 2021. Assessing water poverty of livelihood groups in peri-urban areas around Dhaka under a changing environment. Water, 13: 2674.

Jemmali, H. and M.S. Matoussi. 2013. A multidimensional analysis of water poverty at local scale: Application of improved water poverty index for Tunisia. Water Policy, 15: 98–115

Kallio, M., J. H. Guillaume, M. Kummu and K. Virrantaus. 2018. Spatial variation in seasonal water poverty index for laos: An application of geographically weighted principal component analysis. Soc. Indic. Res, 140: 1131–1157.

Koirala, S., Y. Fang, N. M. Dahal, C. Zhang, B. Pandey and S. Shrestha. 2020. Application of water poverty index (WPI) in spatial analysis of water stress in Koshi River Basin, Nepal. Sustainability, 12(2): 727.

Komnenic, V., R. Ahlers and P. van der Zaag. 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? Phys. Chem. Earth, 34: 219–224

Ladi, T., A. Mahmoudpour and A. Sharifi. 2021. Assessing impacts of the water poverty index components on the human development index in Iran. Habitat International, 113: 102375.

Lawrence, P.R., J. Meigh and C. Sullivan. 2002. The Water Poverty Index: An International Comparison; Citeseer, (accessed on16 January 2020).

Liu, W., M. Zhao and T. Xu. 2018. Water poverty in rural communities of arid areas in China. Water, 10: 505.

Liu, Z. and W. Liu. 2021. Spatial–temporal relationship between water resources and economic development in rural China based on poverty perspective. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18: 1540.

Liu, W., M. Zhao, Y. Cai, R. Wang and W. Lu. 2019. Synergetic relationship between urban and rural water poverty: Evidence from northwest China. International Journal of Environmental Research and Public Health, 16: 1647.

Mitra, A. and N. Rao. 2019. Gender, water and nutrition in India: An intersectional perspective. Water Alt, 12: 930

Pandey, V.P., M.S. Babel, S. Shrestha and F.A. Kazam. 2011. Framework to assess adaptive capacity of the water resources system in Nepalese river basins. Ecological Indicators, 11(2): 480- 488.

Saaty, T. L. and L. G. Vargas. 2013. Decision making with the analytic network process: economic, political, social and technological applications with benefits, opportunities, costs and risks (Vol. 195). ISBN: 978- 1-4614-7278-0. Springer Science & Business Media

Sadegh, M., N.Mahjouri and R.Kerachian. 2010. Optimal inter-basin water allocation using crisp and fuzzy Shapley games. Water Resources Management, 24(10): 2291-2310.

Safari, N., M. Zarghami and F. Szidarovszky. 2013. Nash bargaining and leader–follower models in water allocation: Application to the Zarrinehrud River basin, Iran. Applied mathematical modelling, 38(7-8): 1959-1968.

Salameh, E. 2000. Redefining the water poverty index. Water Int, 25: 469–473.

Shadeed, S. M., T. G. Judeh and M. N. Almasri. 2019. Developing GIS-based water poverty and rainwater harvesting suitability maps for domestic use in the Dead Sea region (West Bank, Palestine). Hydrology and Earth System Sciences, 23: 1581–1592.

Shalamzari, M.J. and W. Zhang. 2018. Assessing water scarcity using the Water Poverty Index (WPI) in Golestan province of Iran. Water, 10: 1079

Sullivan, C. 2001. The potential for calculating a meaningful Water poverty index. Water International, 26(4): 471-480.

Sullivan, C.A. 2002. Calculating a Water Poverty Index. World Dev, 30: 1195–1210.

Sullivan, C.A., J.R. Meigh and A.M. Giacomello. 2003. The Water Poverty Index: Development and application at the community scale. Nat. Resour. Forum, 27: 189–199.

Sultana, F. and B. Crow. 2000. Water concerns in rural Bangladesh: A gendered perspective. In Proceedings of the 2000 26th WEDC International Conference: Water, Sanitation and Hygiene-Challenges of the Millennium, Dhaka, Bangladesh, 1 January 2000: 416–419

Thakur, J.K., M. Neupane and A.A. Mohanan. 2017. Water poverty in upper Bagmati River basin in Nepal. Water Sci, 31: 93–108.

Wilk, J. and A. Jonsson. 2013. From water poverty to water prosperity—a more participatory approach to studying local water resources management. Water Resour Manage,27(3):695–713

World Health Organization/United Nations Childrens Fund (WHO/UNICEF). Joint monitoring programe for water supply and sanitation. Global Water Supply and Sanitation Assessment Report.2000

Wurtz, M., A. Angeliaume, M. T. A. Herrera, F. Blot, M. Paegelow and V. M. Reyes. 2019. A spatial application of the water poverty index (WPI) in the State of Chihuahua, Mexico. Water Policy, 21(1): 147-161.

Yahaya, O., A. Akinro, M. Kehinde and B. Ologunagba. 2009. Evaluation of water poverty index in Ondo state, Nigeria. ARPN J Eng Appl Sci, 4(10):189-6608.

Application of Water Poverty Index in Spatial Analysis of Water Stress in Sistan Region

Zahra Ghaffari Moghadam[1*], Ali Sardar Shahraki[2], Fatemeh Bidarnamani[3]

Abstract

According to statistics, Sistan region is one of the arid and low water areas. And the issue of water shortage and drought is one of the crises that threaten the Sisan region in the near future. Water and poverty are closely linked, so a strong assessment of water stress is essential to identify areas in need and develop appropriate interventions to reduce poverty. The Water Poverty Index (WPI) is a tool for assessing water stress by linking physical estimates of available water levels with socioeconomic incentives for poverty. It is also a comprehensive tool for managing and evaluating water resources. This study presents the application of water poverty index (WPI) to estimate and compare water stress levels in 5 cities of Sistan region in 2021-2022. The results of the study show that the average poverty index in the cities of Sistan region in the same weight condition is 0.48 and, in the weight, according to AHP method is 0.43. The water poverty index varies from 0.60 to 0.23 among the cities of Sistan. hirmand city has more water stress compared to other cities. In order to deal with water poverty in Sistan region, management and optimal use of water resources, especially in drought conditions, is very important.

Keywords: Water Poverty Index, AHP, water resource, Sistan

[1]* (corresponding author)Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Agricultural Institute, Research Institute of zabol, Zabol, Iran (zahraghafari@uoz.ac.ir)

[2] Associate Professor Department of Agricultural Economics, Management and Economic Faculty, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

[3] Assistant Professor, Department of Agronomy and plant Breeding, Agricultural Institute, Research Institute of zabol, Zabol, Iran