GSCAJ Geographical Studies of Coastal Areas Journal,2024, 5(1), Serial 16, 37-55
https://hgscaj.guilan.ac.ir

Research Paper

# Explaining the Future Scenarios for Transferring Zab River to Lake Urmia

**Zakeyeh Aftābi[1], Morād Kāviāni Rād[*2], Hamid kārdān Moghadam[3]**

1. PhD student, Department of Political Geography, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
2. Associate Professor, Department of Political Geography, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
3. Assistant Professor of Water Research Institute, Ministry of Energy, Tehran, Iran.

DOI: 10.22124/GSCAJ.2024.23850.1217

Received: 2023/12/13
Accepted: 2023/08/17

## Abstract

The mismanagement and unsustainable exploitation of the water resources of Lake Urmia basin along with climate change has led to a substantial reduction in the water level of this lake. Over the past decade and a half, different plans have been implemented to improve the natural condition of Lake Urmia, among which is the plan to transfer the Zab River water to this lake. The research method was descriptive-analytical using Micmac and Scenario Wizard software, which develops and examines the future scenarios for transferring Zab River to Lake Urmia. The results indicated that out of 24 possible situations related to four scenarios with strong and probable compatibility, there were situations that represented desirable and critical conditions for the future inter-basin transfer scenarios from the Zab River to Lake Urmia. Intermittent conditions (semi-optimal, static, and critical) accounted for a negligible percentage. Accordingly, for the optimal situation, a scenario of comprehensive management of water resources and accurate planning has been formulated, aiming to improve the natural condition of Lake Urmia and, consequently, the economic, social, and political situation of this basin without harming the Zab River basin and its dependent areas. For the critical state, a scenario of transferring the Zab River to Lake Urmia has been developed, leading to disruption in the balance of the natural, economic, socio-cultural, and political ecosystem of the Zab River basin, and the desired outcome is not achieved in the Lake Urmia basin.

**Keywords:** Foresight, Interbasin transfer, Scenario, Lake Urmia and Zab River.

## Highlight

- - Taking advantage of available resources and the perspective of executive and academic experts in identifying research variables.
- - Using future research software to explain research scenarios.Highlights, Highlights, Highlights, Highlights, Highlights, Highlights

## Extended Abstract

### Introduction

The scant amount of freshwater needed to meet the increasing demands of a growing number of users, including humans and their needs, other living organisms, the natural environment, etc., is unevenly distributed spatially and temporally in the world. In addition to the uneven spatial distribution of water resources, the distribution of renewable water resources across the globe is not aligned with the distribution of the global population. On the other hand, the amount of water consumption varies in different regions of the world and is influenced by numerous factors such as economic development, living standards, socio-cultural factors, and political issues. Along with urbanization and climate change, these factors have increased water demand among communities. Is. In addition to the increasing demand, various management methods for water resources are being considered, including the inter-basin water transfer plans. Inter-basin water transfer is being implemented in many regions to compensate for water deficits in different areas.

In recent years, in Iran, due to the lack and unbalanced distribution of water resources, there has been a widespread tendency toward implementing inter-basin water transfer projects. The intensification of drought,

*. Corresponding Author: kaviani@khu.ac.ir

unsustainable water resource management, and reduction of water inflow into the Lake Urmia have led to a severe decline in the water level of Lake Urmia and negative environmental consequences in this watershed. This has sparked discussions about transferring water from the Zab River to Lake Urmia. Transferring water from the Zab River to Lake Urmia will have numerous environmental, socio-cultural, economic, and political implications for both the source and destination basin. This study aimed to review the existing scientific literature and take advantage of the expert's point of view while identifying key driving factors among the identified consequences of transferring water from the Zab River to Lake Urmia, it sought to elucidate scenarios for the future of this transfer.

## Methodology

The present research was applied in nature. The necessary data were collected through library and survey methods and analyzed with a mixed quantitative-qualitative approach using Micmac and Scenario Wizard software and FARAS and FKOPRAS models.

## Results and discussion

Initially, the consequences of transferring water from the Zab River to Lake Urmia were selected as research variables and validated by experts. These variables were then organized into a cross-sectional questionnaire and distributed among the research population. The results of questionnaire were entered into the Micmac software, and ten key variables were identified as influential factors in the future scenarios of transferring water from the Zab River to Lake Urmia. These variables are: Reduction of surface water volume in the Zab River watershed (var1), Disruption of the ecosystem balance in the Zab River watershed (var4), Stabilization of the salt deposits of Lake Urmia and prevention of their distribution to the surrounding areas (var 13), Rsstoration of the natural landscape of Lake Urmia (var 14), Mobilization of economic activities such as services, agriculture and industry in the basin of Lake Urmia (var 19), Migration of residents of the Zab River watershed abroad (var 22), Possibility of migration from rural to urban areas in the Zab River watershed (var 24), Hydro-political tensions between Iran and Iraq (var 27) and the conflict and duality between the proponents and opponents of the Zab River water transfer project (var28). Different modes of two to five modes were designed for the key variables and presented to the research population in the form of a questionnaire. The questionnaire results were then entered into the Scenario Wizard software, generating a scenario board with four probable scenarios. These scenarios showed that the favorable and critical conditions were the most predominant conditions on the scenario board, and the intermediate conditions occupying a minor position.

## Conclusion

The results of the research showed that the probability of favorable and critical scenarios was more than other possible conditions. In such a way that among the conditions that govern the scenario board, the conditions that indicated the criticality or desirability of transferring the Zab River to Lake Urmia were more than other possible conditions. The intermediate conditions in the transfer of Zab River to Lake Urmia took a minor position. Therefore, In the favorable scenario, comprehensive water resource management and accurate planning lead to the improvement of the natural conditions of Lake Urmia and subsequently enhance the socio-economic and political situation in this basin without causing harm to the Zab River basin and its dependent areas. In the critical scenario, transferring water from the Zab River to Lake Urmia disrupts the balance of the natural, economic, socio-cultural, and political ecosystem in the Zab River basin, resulting in undesirable outcomes in the Lake Urmia basin, and the strategy of improving the livelihood of communities that rely on the water resources of Lake Urmia and supporting farmers and encouraging them to reduce the use of water resources by changing the type of product to improve the efficiency of the water entering Lake Urmia in case of the realization of the favorable scenario and the strategy of comprehensive management of water resources following the principles of consistent management of sustainable development and balancing economic, socio-cultural, political and environmental considerations were identified as the most appropriate strategy in case of the realization of crisis scenario.

## Funding

There is no funding support.

## Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

## Conflict of Interest

The authors contribute equally to the conceptualization and writing of the article. All authors approved the content of the article submitted for review and agree on all aspects of the work.

## Acknowledgments

The authors would like to thank Khwarazmi University, which provided the conditions for writing this article.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

**Citation**:
Aftabi, Z.; Kaviani Rad. M.; kardan Moghadam. H.; (2024). Futures Studies on Spatial-Strategic Urban Tourism Development in Kish Island with a Sustainable Development Approach. *Geographical Studies of Coastal Areas Journal*, 5 (1), pp. 37-55. DOI: 10.22124/GSCAJ.2024.23850.1217

**Copyrights**:
Copyright for this article are retained by the author(s), with publication rights granted to *Geographical studies of Coastal Areas Journal*. This is an open-access article distribted under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

نشریه علمی *مطالعات جغرافیایی نواحی ساحلی*، سال پنجم، شماره اول، پیاپی ۱۶، بهار ۱۴۰۳، صفحات ۵۵-۳۷

مقاله پژوهشی

# تبیین سناریوهای فراروی انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه*

**زکیه آفتابی[۱]، مراد کاویانی راد*[۲]، حمید کاردان مقدم[۳]**

۱. دانشجوی دکتری جغرافیای سیاسی، گروه جغرافیای سیاسی، دانشگاه خوارزمی، ، تهران، ایران.

۲. دانشیار گروه جغرافیای سیاسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

۳. استادیار موسسه تحقیقات آب، وزارت نیرو، تهران، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۱۱/۲۴
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۵/۲۶

DOI: 10.22124/GSCAJ.2024.23850.1217

## چکیده

**انتقال بین‌حوضه‌ای آب از دیرباز کانون توجه کارگزاران بوده اما پیامدهای فضایی و امنیتی-اجتماعی این اقدام در مبدأ و مقصد کمتر بررسی و واکاوی شده است. دریاچه ارومیه طی دو نیم دهه گذشته درگیر کاهش سطح آب بوده و بازتاب‌های این رخداد محیط پیرامون آن را با تهدیدهای جدی روبه‌رو کرده به‌گونه‌ای که طی یک و نیم دهه گذشته طرح‌های متفاوتی از جمله انتقال بین آب حوضه‌ای رود زاب برای احیای دریاچه اجرا شده است. مقاله حاضر با روش توصیفی-تحلیلی در قالب بهره‌گیری از نرم‌افزارهای Micmac و Scenario Wizard ، سناریوهای فراروی انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه را تدوین و بررسی می‌کند. نتایج پژوهش نشان داد که از ۲۴ وضعیت احتمالی مربوط به چهار سناریو با سازگاری قوی و محتمل، وضعیت‌هایی که سناریوهای فراروی انتقال آب بین حوضه‌ای رود زاب به دریاچه ارومیه را مطلوب و بحرانی بیان می‌کنند، پُربسامدترین وضعیت‌های احتمالی ممکن را در بر می‌گیرند. وضعیت‌های بینابین درصد ناچیزی به خود اختصاص دادند. بر این پایه، سناریوی: مدیریت جامع منابع آب و برنامه‌ریزی صحیح به بهبود وضعیت طبیعی دریاچه و به تبع آن وضعیت اقتصادی، اجتماعی و سیاسی این حوضه بدون آسیب به حوضه رود زاب و مناطق وابسته به آن می‌انجامد، برای حالت مطلوب، و سناریوی: انتقال زاب به دریاچه به آشفتگی تعادل اکوسیستم طبیعی، اقتصادی، اجتماعی - فرهنگی و سیاسی حوضه رود زاب می‌انجامد و در حوضه دریاچه ارومیه نتیجه مطلوب حاصل نمی‌شود، برای وضعیت بحرانی تدوین شد .**

**واژگان کلیدی:** آینده‌نگاری، انتقال بین حوضه‌ای آب، سناریو، دریاچه ارومیه و رود زاب.

**نکات برجسته:**

- بهره‌گیری از منابع موجود و دیدگاه خبرگان اجرایی و دانشگاهی در شناسایی متغیرهای پژوهش.
- بهره‌گیری از نرم‌افزارهای آینده‌پژوهی برای تبین سناریوهای پژوهش.

* مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول است که با راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم در دانشگاه خوارزمی تهران دفاع شد.

* نویسنده مسئول: kaviani@khu.ac.ir

## ۱. مقدمه

پیدایش و پایداری زیست و زیست‌گاه سراسر در پیوند با آب معنا می‌یابند. اما چالش آنجاست که ۹۷/۵ درصد از کل آب موجود در جهان در اقیانوس‌ها و دریاها ذخیره شده است، که غلظت نمک بالایی دارد. بدین معنا که آب شیرین تنها ۲/۵درصد از کل ذخیره آب‌های کره زمین را تشکیل می‌دهد. افزون بر این، فقط بخش اندکی از منابع آب شیرین برای استفاده انسان در دسترس است. آب شیرینی که به راحتی برای انسان در دسترس است کمتر از یک درصد از آب موجود در سطح زمین را تشکیل می‌دهد این میزان اندک آب شیرین که باید نیازهایِ فزایندهِ تعدادِ روز افزونِ کاربرانِ مختلف از جمله انسان و نیازهای او، دیگر زیست‌مندان، محیط طبیعی و غیره را برآورده کند، از دیدگاه مکانی و زمانی بسیار ناهمسان در جهان توزیع شده است. در سطح قاره‌ها، قاره آمریکا با ۴۵ درصد بیشترین سهم را از کل منابع آب شیرین جهان دارد(World Atlas, 2023). افزون بر ناهمسانی در توزیع منابع آب شیرین در سطح قاره‌ها، این منبع در بین کشورها نیز نابرابر توزیع شده است به‌گونه‌ای‌که کشورهای برزیل(۸۲۳۳ کیلومتر مکعب)، روسیه (۴۵۰۸ کیلومتر مکعب) و ایالات متحده (۳۰۶۹ کیلومتر مکعب)، بیشترین منابع آب شیرین تجدیدپذیر جهان را در اختیار دارند( کاویانی راد، ۱۳۹۸: ۲۹). توزیع منابع آب شیرین در سطح ملی هم یکسان نیست. برای نمونه کشور برزیل با وجود داشتن منابع متعدد آب شیرین که تقریبا ۱۲ درصد منابع آب شیرین جهان را در خود جای داده است در شهرهای پرجمعیت خود از جمله سائوپائولو[1] درگیر خشک‌سالی شدید است. علاوه بر توزیع مکانی نابرابر منابع آب، توزیع منابع آب تجدیدپذیر کره زمین با توزیع جمعیت جهانی هماهنگ و هم‌راستا نیست. آسیا امروزه ۶۱ درصد از جمعیت جهان را در خود گنجانده است اما فقط ۳۲ درصد از روان‌آب‌های جهان را دارد. آمریکای جنوبی با این‌که شش درصد از جمعیت جهان را پشتیبانی می‌کند، ۲۸ درصد از روان‌آب جهانی را در اختیار دارد (Postel, 2000: 132). از طرفی، میزان مصرف آب در مناطق مختلف جهان متفاوت و تحت تأثیر عوامل پرشماری مانند توسعه اقتصادی، استانداردهای زندگی، عوامل فرهنگی- اجتماعی و مسائل سیاسی قرار دارد که همراه با عواملی چون افزایش شهرنشینی و دگرگونی اقلیم، تقاضای آب را بین جوامع افزایش داده است. همراه با افزایش تقاضا، روش‌های گوناگون مدیریتی منابع آب مطرح است که از آن جمله طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای[2]است. انتقال آب بین حوضه‌ای با هدف جبران کسری آب در مناطق مختلف در بسیاری از مناطق در حال انجام است. با پیشرفت اجرایی طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای به تدریج پیامدهای آن بروز کرد که پژوهش‌های مختلفی به بررسی این پیامدها پرداخته اند (Yevjevich, 2001; Shao and Wang, 2003; Feng, 2007; Gupta and Zaag, 2008; Boddu et al, 2011; Yan et al, 2012; Islar and Boda, 2014; Zeng et al, 2015; Sun et al, 2022; Duau, 2023). بررسی بازتاب‌ها و پیامدهای طرح‌های اجرا شده انتقال بین حوضه‌ای آب در کشورهای مختلف، ضرورت توجه همه جانبه به اجرای طرح‌های انتقال بین حوضه‌ای آب را مورد تاکید قرار داده است. در سالیان اخیر نیز در ایران به‌دلیل کمبود و توزیع نامتعادل منابع آب، تمایل گسترده‌ای برای انجام طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای دیده می‌شود که بیشتر این پروژها از نظر فنی، عملی بوده اما کم توجه به مسائل محیط زیستی، تأیید و اجرا شده‌اند. همچنین آمارهای مستند دربارهٔ حجم، هزینه و شرایط اجرای این طرح‌ها در دسترس نیست. بیشتر طرح‌های اجرا شده در مسافت طولانی و با ساخت تونل همراه بوده که افزون بر تخریب محیط زیست بدون درنظرگرفتن نیاز آبی مناطق مبدا و مقصد طرح‌ریزی شده است. همچنین ظرفیت انتقالی که در مشخصات طرح‌های انتقال آب دیده می‌شود برای اهداف شرب ذکر شده‌اند. این در حالی است که ظرفیت آبی مورد بحث چند برابر نیاز شرب منطقه و در ظاهر برای اهداف کشاورزی است که بازتاب سیاست را در خود نشان می‌دهند(صادقی و همکاران ۱۳۹۵: ۱۳۵).

تشدید پدیده خشک‌سالی، مدیریت ناپایدار منابع آب و کاهش منابع آب ورودی به دریاچه ارومیه به افت شدید سطح آب دریاچه ارومیه و بروز پیامدهای منفی زیست‌محیطی در این حوضه آبریز انجامیده است. در نتیجه دریاچه درگیر آسیب‌های جبران‌ناپذیر به محیط زیست و بر هم خوردن تعادل اکوسیستم منطقه‌ای شده است. پیش‌بینی می‌شود با ادامه خشک‌سالی و خشکیدن بخش پهناوری از دریاچه ارومیه و عدم اتخاذ تصمیم مناسب، وزش بادهای ساحلی موجب انتقال نمک و ترسیب آن در زمین‌های کشاورزی پیرامون دریاچه شده در نتیجه باعث از میان رفتن مرغوبیت زمین‌های کشاورزی پیرامون و تبدیل آن

---

1 Sao Paulo
2 Integrated water Resource Management

به شوره‌زار شود که موجب بیکاری و مهاجرت مردم منطقه خواهد شد. از دیگر سو بادهای حاوی ذرات ریز نمک موجب ایجاد انواع بیماری‌های تنفسی در ساکنان مناطق اطراف دریاچه شود. معضل دریاچه ارومیه به‌عنوان بزرگ‌ترین دریاچه داخلی کشور دارای اهمیت استراتژیکی، اقتصادی- اجتماعی و زیست‌محیطی برای کشور است ( سلطانی و همکاران،۱۳۹۵: ۳۷). در این باره برای پیشگیری از بروز چنین مشکلاتی، یکی از برنامه‌های اساسی که در میانه سال ۱۳۹۲ به‌عنوان اقدامی فوری در قالب طرح مدیریت حوضه دریاچه ارومیه به تصویب رسید، تأمین اعتبار و تسریع در انتقال آب رود زاب به حوضه دریاچه ارومیه بود (Bui et al, 2020: 66177). بنابراین، طرح انتقال آب رود زاب به دریاچه ارومیه در دست مطالعه و اجرا است. پروژه انتقال آب از حوضه رود زاب به‌عنوان زیر حوضه خلیج فارس به حوضه دریاچه ارومیه شامل مجموعه‌ای از طرح‌های گردآوری آب از سرشاخه‌های بالادست رود زاب و همچنین تونلی برای انتقال آب به حوضه آبریز دریاچه ارومیه است. هدف از اجرای این طرح جمع آوری آب از حوضه مبدا (حوضه رود زاب)، کاهش میزان آب خروجی از مرزهای بین‌المللی و انتقال آن به حوضه داخلی مجاور( حوضه دریاچه ارومیه) است(Tabari et al, 2014: 1889). در نتیجه انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه پیامدهای پرشمار زیست محیطی، اجتماعی- فرهنگی، اقتصادی و سیاسی برای حوضه مبدأ و مقصد خواهد داشت. پژوهش پیش‌رو بر آن است با واکاوی پیشینهٔ علمی موجود و بهره‌گیری از دیدگاه کارشناسان و خبرگان، ضمن برشمردن پیشران‌های کلیدی تأثیرتأثیرگذار از بین پیامدهای شناسایی شده انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه به تبین سناریوهای فراروی انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه بپردازد.

## ۲. مبانی نظری

امنیت آب یکی از چالش‌های سده حاضر است که می‌تواند منشا بسیاری از تحولات خوشایند و ناخوشایند جهان باشد. برآوردهای موجود نشان می‌دهند که کمبود آب احتمالا ۵۰ درصد از جمعیت جهان را تا سال ۲۰۳۰ تحت‌تأثیر تأثیرقرار دهد(Zhuang, 2016:12868) که مدیریت منابع آب را مطرح کرده است. در میان بسیاری از مداخلات بشر برای تأمین امنیت آب، واقعیت توزیع نابرابر منابع آب و نبود تعادل تقاضای آب در جامعه، انتقال آب بین حوضه‌ای را گریزناپذیر کرده است(Sun et al, 2022: 2). انتقال آب بین حوضه‌ای عبارت است از انتقال فیزیکی آب از یک حوضه آبریز به حوضه آبریز دیگر. کمبود آب در حوضه مقصد دلیل اولیه و بنیادی برای شروع انجام طرح‌های انتقال آب است. در این جابه‌جایی یک حوضه آبریز آب از دست می‌دهد و حوضه آبریز دیگر آب به دست می‌آورد( سلطانی، ۱۳۹۵: ۳۸). انتقال آب بین حوضه‌ای در چارچوب حقوقی و قوانین آب در ایالات متحده آمریکا عبارت است از: تغییر موقت یا درازمدت محل انحراف، مکان مصرف یا نوع مصرف به منظور انتقال یا مبادله آب و یا حقابه است(روفی، ۱۳۹۴: ۵۰). انتقال آب بین حوضه‌ای فرایند برداشت منابع آب طی سال با استفاده از کندن تونل، آبراهه یا لوله بوده است که با هدف انتقال فیزیکی آب از نواحی با توان هیدرولوژیکی به‌نسبت خوب(حوضه مبدا) به دیگر نواحی با کمبود آب( حوضه مقصد) انجام شده و پاسخی به مسئله توزیع جمعیت انسانی است که با اهداف نیازهای انسان در برابر افزایش تقاضا و بهبود کیفیت زندگی و نیز الگوی زیست انجام می‌شود(صادقی و همکاران، ۱۳۹۵: ۵۰). از این‌رو، طرح‌های انتقال آب بین‌حوضه‌ای، ابزار مهمی برای حل توزیع نابرابر منابع آب است (Guo et al, 2023:2). انتقال آب از یک حوضه آبریز به حوضه آبریز دیگر طی قرن‌ها روشی مفید برای تامین نیازهای مناطق کم آب بوده است(Zhuang, 2016: 12868; Medor, 2011: 18) و تنش منطقه‌ای با ابعاد ۸/۶×۱۰۴ کیلومتر مربع و جمعیت ۴/۳ میلیون نفر را طی سال‌های ۲۰۱۵- ۱۹۸۶ فروکاسته است(Duan, 2023:2).

ثمربخشی ۷۴ تا ۸۰ درصد از طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای(Duan,2023:2)، آن را به روشی متداول برای کاهش کمبود آب در مناطق تحت فشار تنش آبی تبدیل کرده است (Yevjevich, 2001:343; Gupta and Deer Zanag, 2008: 29; Peng et all, 2017: 28; Mourgatord and Hall, 2020: 2). اگر چه انتقال بین حوضه‌ای آب به‌دلیل پیامدهای منفی اجتماعی و محیطی مرتبط با آن مورد انتقاد قرار گرفته است (Gohari et al, 2013:24; Barnett et al, 2015: 296; Berbel et al, 2016:44; Li et al, 2016: 16) ، اما به‌دلیل اثربخشی آن، کاربردهای بسیاری در سراسر جهان یافته است (Erskine et al, 1999:4; Rey et al, 2016: 1166; Nong et al,2020:2). به‌گونه‌ای که پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۵ انتقال آب بین‌حوضه‌ای به ۲۵ درصد افزایش یابد(Gohari et al, 2013: 24).

سه دیدگاه متفاوت درباره انتقال آب بین‌حوضه‌ای وجود دارد. گروه نخست با این استدلال که طرح‌های انتقال آب بین‌حوضه‌ای برای توسعه اقتصادی، اجتماعی و بازیابی اکولوژیکی حوضه‌های تحت تنش آبی مفید است (Liu and Zheng, 2002:10; Rey et al, 2016: 1166; Nong et al,2020:2)، موافق انتقال بین حوضه‌ای آب هستند. در برابر، گروه دوم به دلیل نگرانی‌هایی بر سر عملی بودن یا نبودن انجام چنین مداخلات بزرگ مهندسی، نتایج نهایی این طرح‌ها، مسائل زیست محیطی و غیره مخالف طرح انتقال بین حوضه‌ای منابع آب هستند (Gupta and Zang, 2008: 33; Moore, 2014:947; Barnett et al, 2015: 295; Nong et al, 2020: 1). در این میان گروه سوم دیدگاه محافظه کارانه‌ای به انتقال آب بین حوضه‌ای دارند (Ballestro, 2004; Slabbert,2007; Yan et al, 2012; Boda, 2014; Zeng et al, 2015) و اصولا در آغاز، بررسی دیگر روش‌های مدیریتی منابع آب را پیشنهاد می‌کنند و در صورت ثمربخش نبودن، موضوع انتقال آب بین‌حوضه‌ای در اولویت نهایی قرار دارد که این دیدگاه به‌عنوان دیدگاه نظری مبنا در این پژوهش است.

## ۳. پیشینه پژوهش

قنواتی و همکاران (۱۳۹۵)، در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی آثار انتقال بین حوضه‌ای بر مورفولوژی بستر رودخانه در حوضه مبدا (مطالعه موردی حوضه رودخانه زاب) پیش‌بینی می‌کنند؛ با وجود مزایایی که در اهداف طرح انتقال آب رودخانه زاب به دریاچه ارومیه تعریف شده است، پیامدهای انکارناپذیر زیست محیطی از جمله کاهش قدرت خود پالایی رود زاب، کاهش آب قابل دسترسی برای ساکنان نواحی پایین دست و به تبع زیان‌های بهداشتی برای جمعیت ساکن در محدوده رودخانه، باعث تغییرات عمده‌ای در ویژگی‌های هیدرولوژیک و مورفولوژیک بستر رودخانه در نواحی پایین دست رود زاب خواهد شد.

سلطانی و همکاران(۱۳۹۵)، پیامدهای احتمالی انتقال آب رود زاب به دریاچه ارومیه را با بهره‌گیری از دیدگاه کارشناسان و دست‌اندرکاران ذی‌ربط در مدل رگرسیون خطی چند متغیره در دو حوضه مبدا و مقصد ارزیابی کرده‌اند. نتایج مدل معادلات ساختاری، اثرگذاری هر یک از مولفه‌ها را بر اجرای این طرح نشان داد که از بین پیامدهای مثبت، مولفه محیط زیستی و از میان پیامدهای منفی، مولفه اجتماعی- فرهنگی بیشترین اثرگذاری را در انجام طرح انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه دارند.

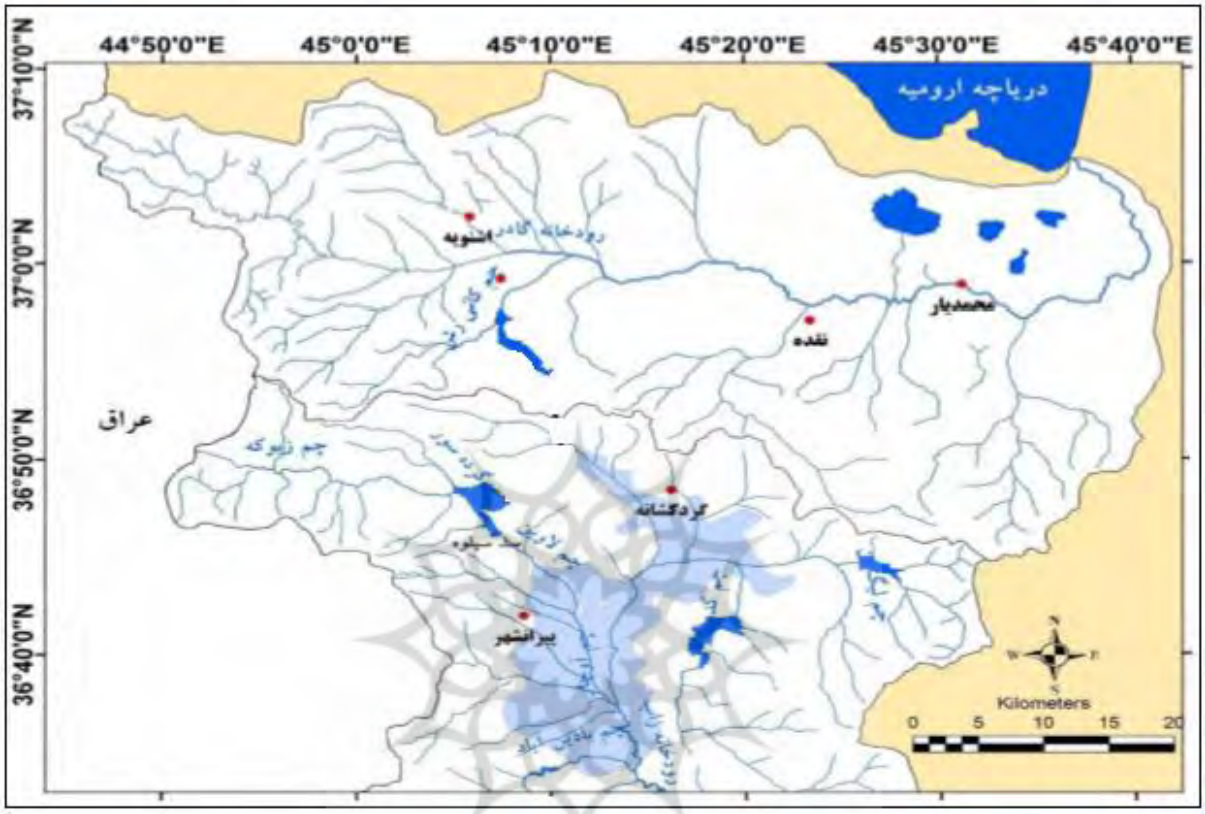
دانش مهر و همکاران(۱۳۹۸)، در مقاله‌ای با عنوان درک معنایی نخبگان و ذی‌مدخلان محلی از طرح انتقال آب رودخانه زاب به دریاچه ارومیه؛ ارائه مدل داده بنیاد، نتیجه گرفتند که انتقال آب مازاد در حوضه زاب و شهرهای سردشت و پیرانشهر گزینه مطلوب و پایداری در شرایط اجتماعی و فرهنگی موجود است. در مرحله نخست: از ظرفیت و پتانسیل‌های موجود کشاورزی و صنعتی منطقه استفاده می‌شود در مرحله بعد نیز توسعه نامتوازن و بدقواره میان منطقه‌ای فرو می‌کاهد. در این صورت ضمن پایداری بهره‌برداری، مخاطرات منطقه‌ای کم رنگ می‌شود.

Bui et al (2020) در مقاله‌ای با عنوان پیامدهای انتقال بین حوضه‌ای آب بر وضعیت جریان آب حوضه مقصد و با مطالعه موردی روی انتقال آب رودخانه زاب به دریاچه ارومیه بیان می‌دارند که معیارهای شماره سه یونسکو (ارزیابی جامع اثرات زیست محیطی باید نشان دهد که طرح به طور قابل ملاحضه‌ای کیفیت زیست محیطی را در منطقه مبدا یا مقصد فرو نخواهد کاست و شماره پنج یونسکو (مزایای خالص انتقال باید به صورت عادلانه بین حوضه مبدا و مقصد تقسم شود) با انجام این طرح و منطقه مورد مطالعه نقص شده است.

موسوی و همکاران(۱۴۰۱)، در مقاله‌ای باعنوان ارزیابی راه‌کارهای تامین محیط زیستی دریاچه ارومیه با استفاده از مدل شبیه‌سازی MODSIM و روش تحلیل سلسله مراتبیAHP نتیجه می‌گیرند که حفاظت از دریاچه ارومیه نیازمند اصلاح اشتباهات مسیر پیموده شده در سال‌های گذشته است و ارجحیت با کاهش ۴۰ درصدی مصارف کشاورزی از سدها و دیگر رودخانه‌ها و منابع آب زیرزمینی درون حوضه آبریز ارومیه به عنوان تامین کننده اصلی حقابه دریاچه ارومیه است و سازوکار کنترل آن وجود دارد. انتقال بین حوضه‌ای در اولویت بعدی قرر دارد چون حوضه آبریز مبدا در مواجهه با خشک‌سالی‌های اخیر به دلیل کاهش رواناب، بازتاب‌های منفی اقتصادی و اجتماعی قادر به انتقال آب به مقدار پیش‌بینی و گنجانده شده در برنامه(۶۰۰ میلیون متر مکعب در سال) نخواهد بود. افزون بر آن از نظر هیدروپلیتیک با کشور همسایه از منظر تأثیر گذاری در مصارف فرامرزی پایین دست، راهکار دیپلماسی آب ضرورت می‌یابد.

## ۴. روش پژوهش

طرح انتقال آب از حوضه رود زاب به دریاچه ارومیه شامل مجموعه‌ای از طرح‌های جمع‌آوری آب از سرشاخه‌های بالادست رود زاب و همچنین تونلی برای انتقال آب است. بر پایه برنامه‌ریزی‌های انجام شده در این طرح، ۶۷۸/۸ میلی متر مکعب آب از سد کانی‌سیب به حوضه رود گادر و در نهایت به دریاچه ارومیه انتقال می‌یابد. بنابراین، در این پروژهِ انتقال آب، حوضه رود زاب حوضهٔ مبدأ و حوضهٔ رود گادر حوضهٔ مقصد است.




**شکل ۱. محدوده مورد مطالعه**

حوضهٔ مبدا(حوضه رود زاب): حوضه رود زاب در جنوب غربی استان آذربایجان غربی قرار دارد و زیر حوضه خلیج فارس است. گستره این حوضه آبریز۱۱/ ۳۳۸۳ کیلومتر مربع است و از نظر اقلیمی یکی از بیشینه‌های بارشی در غرب ایران است. رودخانه زاب از رود لاوین در ارتفاعات سیاه کوه واقع در مرز ایران و عراق سرچشمه و با دریافت شاخه‌های زیوکه، تمرچین، نعلین، آوجار، قلعه راش و دیگر رودهای کوچک و بزرگ و دریافت رود چومان وارد خاک عراق می‌شود. بر پایه داده‌های ثبت شده در ایستگاه هیدرومتری گرژال، میانگین دبی سالانه رود زاب ۴۶/۱ متر مکعب بر ثانیه معادل ۸/ ۱۴۵۳ میلی متر مکعب در سال است( Bui et al, 2020: 4).

حوضه مقصد (حوضه رود گادر): حوضه رود گادر در شمال حوضه رود زاب با مساحت ۲۲۲۵/۱۲ کیلومتر مربع قرار دارد. حدود ۲۵ درصد از مساحت حوضه به‌نسبت مسطح است و شیب کم آن به سمت شرق دریاچه ارومیه قرار دارد. رود گادر از غرب به شرق روان است و با نزدیک شدن به دریاچه ارومیه بستر آن افزایش می‌یابد و از ارتفاع تراس‌های آبرفتی این حوضه کاسته می‌شود.

پژوهش حاضر ماهیت کاربردی دارد. درون‌دادهای مورد نیاز(داده و اطلاعات) به روش کتابخانه‌ای و پیمایشی(مصاحبه و پرسشنامه) گردآوری و با رویکرد ترکیبی کمی- کیفی و با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای Micmac وScenario Wizard بررسی و واکاویشد . در پژوهش پیشِ رو، ابتدا با مراجعه به منابع کتابخانه‌ای ، مهم‌ترین پیامدهای تأثیرتأثیرگذار بر انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه، به‌عنوان متغیرهای تحقیق شناسایی و از طریق مصاحبه با خبرگان صحت آن بررسی شد. در مرحله بعد برای

انتخاب متغیرهای (پیشران‌های) کلیدی، پرسشنامه محقق ساخته‌ای در قالب ماتریس تحلیل اثرات، تنظیم و در نرم افزار Micmac میزان ارتباط بین متغیرها با حوزه مربوطه توسط خبرگان شناسایی و ۱۰ متغیر به عنوان متغیرهای کلیدی انتخاب شدند، در مجموع ۳۹حالت برای ۱۰ متغیر کلیدی در نظر گرفته شد. بر پایه متغیرهای کلیدی و حالت‌های مختلف آن پرسشنامه‌ای به‌صورت متقاطع، طراحی شد و در اختیار جامعه آماری تحقیق قرار گرفت. پرسش‌نامه‌های تکمیل شده در نرم‌افزار Scenario wizard از طریق دستور Ensemble وارد شد. وزن‌دهی به پرسشنامه به‌صورت مقایسه‌ای زوجی و میزان ارتباط بین متغیرها با اعداد بین ۳- تا ۳ سنجیده شد. سرانجام تابلو سناریوهای فراروی انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه، شناسایی و سناریوهای با سازگاری قوی تدوین شد و برای هر سناریوی تدوین شده راهبرد مناسب اتخاذ شد. به منظور صحت و رتبه بندی راهبردهای تدوین شده پرسشنامه محقق ساخته‌ای تدوین و به علت آنکه در رتبه‌بندی با مدل‌های فازی سلسله مراتبی جامعه آماری محدود است، در اختیار ۲۰ نفر از اعضا جامعه آماری پژوهش قرار گرفت و نتایج پرسشنامه با مدل‌های FARAS و FKOPRAS رتبه‌بندی شد.

**جدول ۱. مشخصات جامعه آماری پژوهش**

| خبرگان اجرایی | | خبرگان دانشگاهی | | |
|---|---|---|---|---|
| فعالیت | تعداد | حوزه تخصصی | دانشگاه | تعداد |
| اعضا هیئت علمی وزارت نیرو | ۷ | جغرافیای سیاسی | تهران، تربیت مدرس، شهید بهشتی، خوارزمی و فردوسی مشهد | ۱۸ |
| کارمندان وزارت نیرو | ۱۰ | | | |
| کارمندان بخش محیط زیست | ۸ | مهندسی منابع آب | تهران | ۳ |
| | | | بیرجند | ۴ |

## ۵. یافته‌های پژوهش و بحث

### ۵. ۱. شناسایی پیامدهای (متغیرهای) تأثیر بر سناریوهای فراروی انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه

پژوهش درباره آینده اغلب با شناسایی متغیرهای(پیشران‌های) کلیدی که تأثیرزیادی در آینده موضوع دارند، آغاز می‌شود (Amer et al, 2013:24). بر این پایه، نخست از طریق مطالعات کتاب‌خانه‌ای و تحلیل محتوای مصاحبه با خبرگان حوزه انتقال آب بین‌حوضه‌ای، ۳۰ متغیر (پیامد) تأثیرگذار بر سناریوهای فراروی انتقال بین حوضه‌ای آب رود زاب به دریاچه ارومیه مطابق جدول ۲ شناسایی شد.

**جدول ۲. پیامدهای( متغیرهای) تأثیرگذار بر سناریوهای فراروی انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه**

| مولفه | کد | پیامد |
|---|---|---|
| طبیعی | Var1 | کاهش حجم آب‌های سطحی در حوضه آبریز رود زاب |
| | Var2 | تراز افت آب‌های زیرزمینی در دشت پیرانشهر |
| | Var3 | زلزله‌های تحمیلی در حوضه آبریز رود زاب |
| | Var4 | برهم خوردن اکوسیستم حوضه آبریز رود زاب |
| | Var5 | تغییر بار رسوبی رود زاب |
| | Var6 | فرونشست زمین در حوضه آبریز رود زاب |
| | Var7 | افزایش ریزگردها در جنوب ایران |
| | Var8 | خشکیدن تالاب‌ها و چشمه‌ها در حوضه آبریز رود زاب |
| | Var9 | بیابان زایی در حوضه آبریز رود زاب |
| | Var10 | حمایت از تنوع زیستی دریاچه ارومیه |
| | Var11 | تعدیل آب و هوا در حوضه آبریز دریاچه ارومیه |
| | Var12 | کاهش و فرونشانی رسوبات و آلاینده‌های هوا در حوضه دریاچه ارومیه |

| مولفه | کد | پیامد |
|---|---|---|
| | Var13 | تثبیت نهشته‌های نمکی دریاچه ارومیه و جلوگیری از پراکنش آن‌ها به مناطق پیرامونی |
| | Var14 | احیا چشم انداز طبیعی دریاچه ارومیه |
| | Var15 | آسیب به محیط زیست حوضه آبریز رود زاب |
| اقتصادی | Var16 | افزایش قاچاق در شهرهای مرزی حوضه آبریز رود زاب |
| | Var17 | افزایش شغل‌های کاذب از جمله کولبری در حوضه آبریز رود زاب |
| | Var18 | بهبود شاخص‌های توسعه انسانی در حوضه دریاچه ارومیه |
| | Var19 | تحرک بخشی به فعالیت‌های اقتصادی مانند خدمات، کشاورزی و صنعت در حوضه دریاچه ارومیه |
| | Var20 | کاهش سطح زیر کشت در حوضه آبریز رود زاب |
| | Var21 | کاهش دامپروری در حوضه آبریز رود زاب |
| اجتماعی- فرهنگی | Var22 | مهاجرت ساکنان حوضه آبریز رودخانه زاب به خارج از کشور |
| | Var23 | احتمال مهاجرت از روستا به شهر در حوضه آبریز رود زاب |
| | Var24 | واکنش‌های قومیتی |
| | Var25 | کاهش جمعیت جوان در حوضه آبریز رود زاب |
| سیاسی | Var26 | تنش‌های قومی در پایین دست رودخانه زاب |
| | Var27 | تنش هیدروپلیتیک ایران و عراق |
| | Var28 | درگیری و دوگانگی بین مسئولان موافق و مخالف طرح انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه |
| | Var29 | درگیری‌های داخلی بین مردم |
| | Var30 | بدبینی اقلیت‌های قومی و مذهبی به حکومت |

### ۵. ۲. شناسایی متغیرهای (پیشران‌های) کلیدی تأثیرگذار بر سناریوهای فراروی انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه

برای انتخاب متغیرهای کلیدی از روش تحلیل ساختاری استفاده شد. روش تحلیل ساختاری با بررسی ارتباط تمامی متغیرها، به توصیف و شناسایی سیستم می‌پردازد( کاویانی راد و صدرانیا، ۱۳۹۹: ۱۲۸). توانایی این روش در شناسایی روابط متغیرها و در نهایت شناسایی متغیرهای کلیدیِ موثر در تکمیل سیستم است(Geraei,2017:2058). بدین منظور از پرسش‌نامه‌ای در قالب ماتریس متقاطع کلیدی استفاده شد تا وضعیت هر یک از متغیرها در سیستم مشخص شود. پس از معین شدن ارزش هر یک از متغیرها بر پایه پنل خبرگی، پرسش‌نامه‌هایِ ماتریس تحلیل اثرات به نرم‌افزار Micmac فراخوانده شد. خروجی این نرم‌افزار(شکل۲)، متغیرهای کلیدی را مشخص کرد که ورودی نرم‌افزار Scenario wizard خواهند بود.

#### ۵. ۲. ۱. وضعیت ماتریس تحلیل اثرات متقابل(MD1)

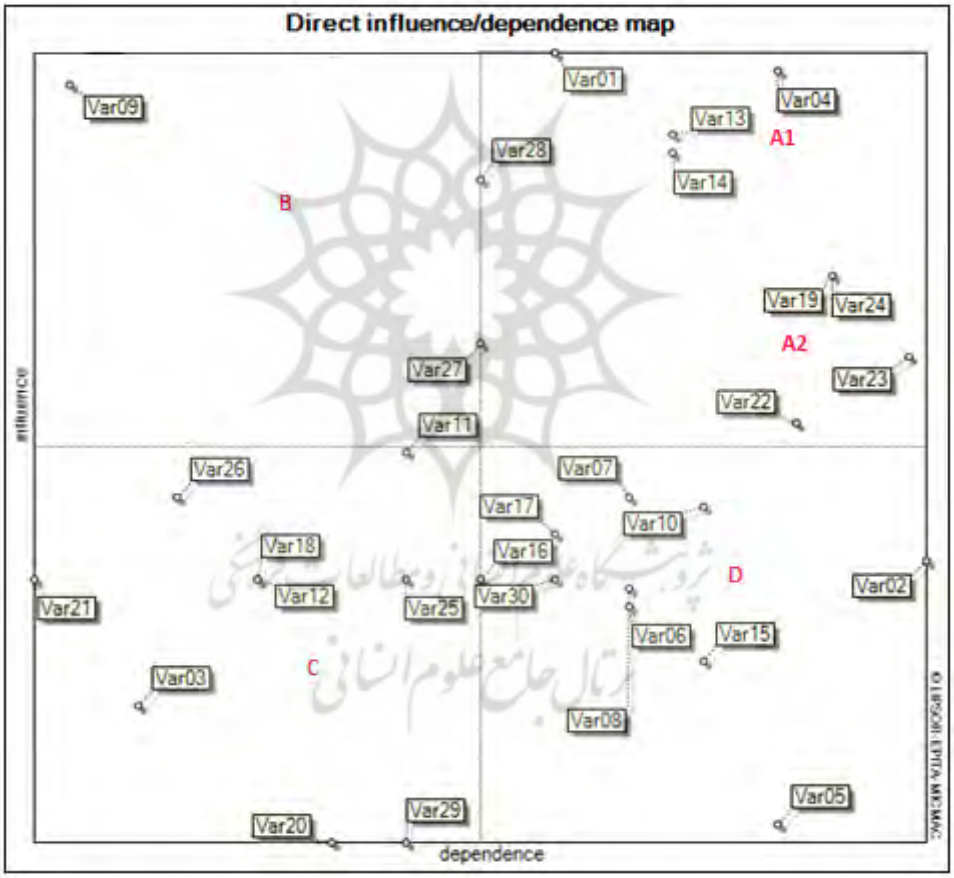
بر پایه جدول ۳. ابعاد ماتریس ۳۰×۳۰ و درجه پرشدگی ماتریس ۹۲/۶ درصد است که نشان می‌دهد، عوامل انتخاب شده تأثیرر به‌نسبت زیاد و پراکنده‌ای بر هم داشته و در واقع سیستم درگیر وضعیت ناپایداری است. از مجموع رابطه‌های قابل ارزیابی در این ماتریس ۱۲۴ رابطه با ارزش عددی صفر است که گویای آن است متغیرها بر هم تأثیر نداشته یا از همدیگر تأثیر نپذیرفته‌اند. ۱۵۸ رابطه تأثیر کم متغیرها بر هم را نشان می‌دهد. ۲۲۱رابطه نمایانگر تأثیر گذاری نسبتا قوی متغیرها بر یکدیگر است. ۳۱۱ رابطه عددشان سه است؛ بدین معنی که روابطِ پیشران‌های کلیدی، بسیار زیاد و از تأثیرگذاری و تأثیر پذیری بالایی برخوردار است. در نهایت نیز ۵۷ رابطه نشان دهنده رابطه پتانسیلی و غیرمستقیم متغیرها بر یکدیگر است.

**جدول ۳. وضعیت ماتریس تحلیل اثرات متقابل**

| شاخص | ابعاد ماتریس | تعداد تکرار | تعداد ۰ | تعداد ۱ | تعداد ۲ | تعداد ۳ | تعداد p | جمع کل | پایایی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ارزش | ۳۰×۳۰ | ۲ | ۱۲۴ | ۱۵۸ | ۲۲۱ | ۳۱۱ | ۵۷ | ۷۷۶ | ۹۲/۶ |

### ۵. ۲. ۲. تحلیل سیستم و تعیین تأثیرگذاری- تأثیرپذیری متقابل متغیرها بر یکدیگر

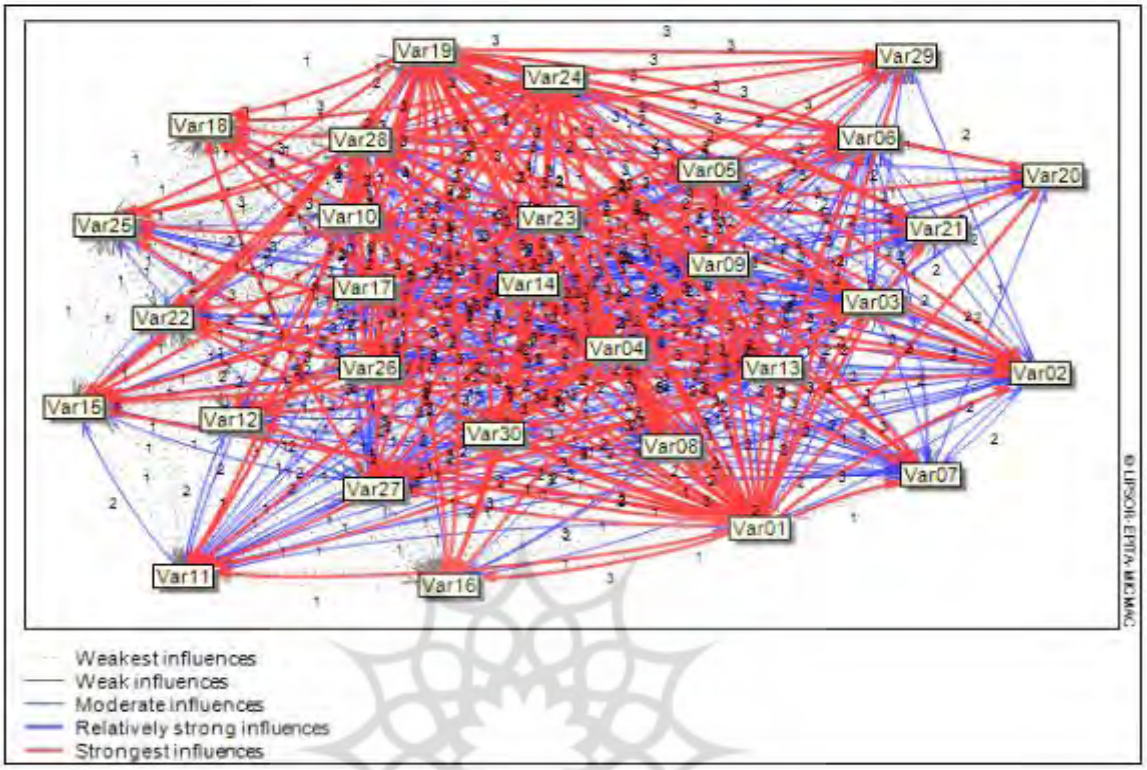
متغیرهای کلیدی متغیرهایی هستند که هم قابل دست‌کاری و کنترل باشند و هم بر پویایی و تغییر سیستم تأثیر گذار باشند. با این توصیف، متغیرهایی که تأثیر بسیار بالایی دارند اما قابل کنترل نیستند را نمی‌توان متغیر کلیدی به‌شمار آورد. با نگرش به شکل ۲ متغیرهای قرارگرفته در ناحیه B چنین وضعیتی دارند. بنابراین، برنامه‌ریزان به ندرت قادر به تغییر این متغیرها هستند. متغیرهای قرار گرفته در ناحیه C شبکه مختصات، تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بسیار کمی دارند و نمی‌توانند متغیرهای کلیدی به شمار آیند(مستقل). متغیرهای قرار گرفته در ناحیه D به دلیل وابستگی به دیگر متغیرها خاصیت راهبردی و کلیدی ندارند و بیشتر نتیجه دیگر متغیرها هستند(تأثیرپذیر). اما متغیرهای ناحیه A راهبردی و کلیدی هستند چرا که هم قابلیت کنترل توسط سیستم مدیریتی را دارند و هم در سیستم، تأثیرگذاری قابل قبولی دارند. و به دو دسته متغیرهای ریسک(A1) و متغیرهای هدف(A2) تقسیم می‌شوند. متغیرهای ریسک قابلیت بیشتری برای تبدیل شدن به متغیرهای کلیدی سیستم را دارند. در واقع، هر اندازه از انتهای ناحیه C به سمت ابتدای ناحیه A شبکه مختصات نزدیک شویم بر اهمیت و راهبردی بودن متغیرها افزوده می‌شود.




**شکل ۲. نمودار پراکندگی مستقیم متغیرهای پژوهش و جایگاه آن در محور تأثیرگذاری- تأثیر پذیری** (منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱)

بر بنیاد مطالب پیش گفته و شکل ۲، ده متغیر: کاهش حجم آب‌های سطحی در حوضهٔ آبریز رود زاب(var1)، بر هم خوردن تعادل اکوسیستم حوضهٔ آبریز رود زاب(var4)، تثبیت نهشته‌های نمکی دریاچه ارومیه و جلوگیری از پراکنش آن‌ها به مناطق پیرامونی(var13)، احیای چشم انداز طبیعی دریاچه ارومیه(var14)، تحرک بخشی به فعالیت‌های اقتصادی مانند خدمات، کشاورزی و صنعت در حوضه دریاچه ارومیه(var19)، مهاجرت ساکنان حوضه آبریز رودخانه زاب به خارج از

کشور(var22)، احتمال مهاجرت از روستا به شهر در حوضه آبریز رود زاب(var23)، واکنش‌های قومی(var 24 )، تنش هیدروپلیتیک ایران و عراق (var 27) و درگیری و دوگانگی بین مسئولان موافق و مخالف طرح انتقال آب رود زاب به دریاچه ارومیه (var28) به‌عنوان متغیرهای کلیدی تأثیر گذار بر سناریوهای فراروی انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه شناسایی شدند.




**شکل ۳. روابط بین متغیرها در حالت ۱۰۰ درصد** (منبع: یافته های تحقیق، ۱۴۰۱)

شکل ۳ نمایانگر روابط بین متغیرها و چگونگی اثرگذاری آنها بر یکدیگر است. این تصویر در قالب خطوط قرمز و آبی نشان داده می‌شود و اندازه‌گیری تأثیرات بسیار ضعیف، ضعیف، متوسط(میانه)، نسبتا قوی و تأثیرات بسیار قوی بین متغیرها را به نمایش می‌گذارد. به عبارتی، خطوط قرمز نشان‌دهنده اثرگذاری شدید( بسیار قوی) متغیرها بر هم و خطوط آبی، با تفاوت در ضخامت، روابط متوسط تا ضعیف متغیرها را نشان می‌دهد.

### ۵. ۳. حالت‌های احتمالی متغیرهای کلیدی

حالت‌های مختلفی پیش‌روی ده متغیر کلیدی قابل تصور است که در تدوین سناریوهای فراروی انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه اهمیت بسزایی دارد. مطابق وضعیت‌های احتمالی فراروی سناریوهای انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه در مجموع ۳۹ حالت برای ده متغیر کلیدی طراحی که در جدول ۴ بیان شد .

**جدول ۴. حالت‌های احتمالی فراروی متغیرهای کلیدی تأثیرگذار بر سناریوهای فراروی انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه**

| مولفه | کد | متغیر کلیدی | حالت | شرح حالت‌های احتمالی | وضعیت |
|---|---|---|---|---|---|
| طبیعی | A | کاهش آب‌های سطحی در حوضه آبریز رود زاب | A1 | کاهش نسبی آب‌های سطحی در حوضه آبریز زاب | نیمه مطلوب |
| | | | A2 | ادامه روند موجود | ایستا |
| | | | A3 | کاهش قابل توجه آب‌های سطحی در حوضه آبریز رود زاب | نیمه بحرانی |
| | | | A4 | کاهش کامل آبهای سطحی در حوضه آبریز زاب | بحرانی |
| طبیعی | B | برهم خوردن تعادل حوضه آبریز رود زاب | B1 | بر هم خوردن نسبی تعادل حوضه آبریز رود زاب | مطلوب |
| | | | B2 | ادامه روند موجود | ایستا |
| | | | B3 | بر هم خوردن قابل توجه تعادل حوضه آبریز رود زاب | بحرانی |
| طبیعی | C | تثبیت نهشته‌های نمکی دریاچه ارومیه و جلوگیری از پراکنش آنها به مناطق پیرامونی | C1 | تثبیت کامل نهشته‌های نمکی دریاچه ارومیه و جلوگیری کامل از پراکنش آنها | مطلوب |
| | | | C2 | تثبیت نسبی نهشته‌های نمکی دریاچه ارومیه و جلوگیری نسبی از پراکنش آنها | نیمه مطلوب |
| | | | C3 | ادامه روند موجود | ایستا |
| | | | C4 | افزایش نسبی نهشته‌های نمکی دریاچه ارومیه در مناطق اطراف | نیمه بحرانی |
| | | | C5 | افزایش قابل توجه نهشته‌های نمکی دریاچه ارومیه در مناطق اطراف | بحرانی |
| طبیعی | D | احیای چشم انداز طبیعی دریاچه ارومیه | D1 | احیای کامل چشم انداز طبیعی دریاچه ارومیه | مطلوب |
| | | | D2 | احیای نسبی چشم انداز طبیعی دریاچه ارومیه | نیمه مطلوب |
| | | | D3 | ادامه روند موجود | ایستا |
| اقتصادی | E | تحرک بخشی به فعالیت‌های اقتصادی مانند خدمات، کشاورزی | E1 | تحرک کامل فعالیت‌های اقتصادی در حوضه دریاچه ارومیه | مطلوب |
| | | | E2 | تحرک نسبی فعالیت‌های اقتصادی در حوضه دریاچه ارومیه | نیمه مطلوب |
| | | | E3 | ادامه روند موجود | ایستا |
| | | | E4 | عدم تحرک فعالیت‌های اقتصادی در حوضه دریاچه ارومیه | بحرانی |
| اجتماعی-فرهنگی | F | مهاجرت ساکنان حوضه آبریز زاب به خارج از کشور | F1 | کاهش مهاجرت ساکنان حوضه آبریز رود زاب به خارج از کشور | مطلوب |
| | | | F2 | ادامه روند موجود | ایستا |
| | | | F3 | مهاجرت نسبی ساکنان حوضه آبریز رود زاب به خارج از کشور | نیمه بحرانی |
| | | | F4 | مهاجرت قابل توجه ساکنان حوضه آبریز رود زاب به خارج از کشور | بحرانی |
| اجتماعی-فرهنگی | G | احتمال مهاجرت از روستا به شهر در حوضه آبریز زاب | G1 | کاهش مهاجرت از روستا به شهر در حوضه آبریز رود زاب | مطلوب |
| | | | G2 | ادامه روند موجود | ایستا |
| | | | G3 | مهاجرت نسبی از روستا به شهر در حوضه آبریز رود زاب | نیمه بحرانی |
| | | | G4 | مهاجرت قابل توجه از روستا به شهر در حوضه آبریز زاب | بحرانی |
| سیاسی | H | تنش‌های هیدروپلیتیک ایران و عراق | H1 | کاهش قابل توجه تنش هیدروپلیتیک ایران و عراق | مطلوب |
| | | | H2 | کاهش نسبی تنش هیدروپلیتیک ایران و عراق | نیمه مطلوب |
| | | | H3 | ادامه روند موجود | ایستا |
| | | | H4 | افزایش نسبی تنش هیدروپلیتیک ایران و عراق | نیمه بحرانی |
| | | | H5 | افزایش قابل توجه تنش هیدروپلیتیک ایران و عراق | بحرانی |
| سیاسی | I | واکنش های قومی | I1 | شکل نگرفتن واکنش‌های قومی | مطلوب |
| | | | I2 | ایجاد واکنش‌های قومی محدود | نیمه بحرانی |
| | | | I3 | ایجاد واکنش‌های قومی شدید | بحرانی |
| سیاسی | J | درگیری و دوگانگی بین مسئولان موافق و مخالف طرح انتقال رود زاب به ار.میه | J1 | عدم درگیری بین مسئولان موافق و مخالف طرح انتقال | مطلوب |
| | | | J2 | ادامه روند موجود | ایستا |
| | | | J3 | افزایش نسبی درگیری بین مسئولان موافق و مخالف طرح انتقال | نیمه بحرانی |
| | | | J4 | افزایش قابل توجه درگیری بین مسئولان موافق و مخالف طرح انتقال | بحرانی |

### ۵. ۴. شناسایی سناریوهای پیش‌رویِ انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه

پس از تهیه فهرست حالت‌های احتمالی مربوط به ده متغیر کلیدی، به طراحی پرسشنامه در قالب ماتریس متقاطع کلیدی پرداخته شد و در اختیار جامع آماری پژوهش قرار گرفت. نتایج پرسش‌نامه داده‌های لازم برای شناسایی سناریوهای ممکن، توسط نرم‌افزارScenario wizard را فراهم کرد. با نگرش به این مسأله که در اینجا هدف تهیه سناریوهای ممکن از ۳۹ حالت احتمالی مربوط به ده متغیر کلیدی است، انتظار می‌رود بیش از۴۰۰۰ سناریوی تلفیقی محتمل از میان این حالات احتمالی ممکن استخراج شود که در برگیرنده همه وضعیت‌های پیش‌رویِ انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه باشد. نتایج به‌دست آمده از نرم‌افزارScenario wizard نشان داد که چهار سناریو با سازگاری قوی و محتمل، ۳۴۱۶ سناریو با سازگاری ضعیف و ۹۷۰ سناریو ناسازگار، پیش‌روی آینده انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه وجود دارد. شکل ۴ تابلو سناریوهای با سازگاری قوی را نشان می‌دهد. در این تابلو رنگ سبز وضعیت کاملا مطلوب، آبی نشان‌دهنده وضعیت نیمه مطلوب، رنگ زرد گویای وضعیت ایستا( ادامه روند موجود)، رنگ صورتی وضعیت در آستانه بحران و رنگ قرمز نشان دهنده وضعیت بحرانی است. تابلوی الگوهای با سازگاری قوی از ۲۴ وضعیت احتمالی مربوط به چهار سناریو با سازگاری قوی و محتمل تشکیل شده است.

**شکل ۴. تابلوی با سازگاری قوی و محتمل فراروی انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه** (منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱)

همان‌گونه که در شکل ۴ مشاهده می‌شود تعداد وضعیت‌های کاملا مطلوب و بحرانی با تعداد مساوی بر دیگر وضعیت‌های ممکن برتری دارد. از این وضعیت‌های احتمالی ۳۳/۳۳ درصد در وضعیت کاملا مطلوب، ۳۳/۳۳ درصد در وضعیت بحرانی، ۱۲/۵ درصد نیمه مطلوب، ۱۲/۵ درصد نیمه بحرانی و ۸/۳ درصد در وضعیت ایستا قرار داشته‌اند.

### ۵. ۵. یافته های پژوهش

خروجی نرم افزار Scenario wizard نشان داد که ۴ سناریو محتمل و قوی فراروی انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه وجود دارد که از میان این سناریوها، سناریو ۱و ۲ وضعیت مطلوب و سناریو ۳و ۴ وضعیت بحرانی دارند. سناریوهای بینابین( وضعیت نیمه مطلوب، ایستا و نیمه بحرانی) جایگاهی در بین سناریوهای انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه ندارند. بنابراین، سناریوهای فراروی انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه باید بر پایه وضعیت مطلوب و بحرانی تدوین می‌شوند. مسئله مهم در تدوین سناریوهای محتمل این است که بازیگران حاضر در صحنه بتوانند برای هر سناریو راهبرد مناسب داشته باشند. در این باره افزون بر تدوین سناریو به تدوین راهبردهای هر سناریو نیز پرداخته شد.

**۵. ۵. ۱. سناریو وضعیت مطلوب فراروی انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه**

مدیریت جامع منابع آب و برنامه‌ریزی صحیح و دقیق به بهبود وضعیت طبیعی دریاچه ارومیه و به تبع آن وضعیت اقتصادی، اجتماعی- فرهنگی و سیاسی این حوضه بدون آسیب به حوضه رود زاب و مناطق وابسته به آن می‌انجامد. در صورت احتمال وقوع سناریِ وضعیت مطلوب، اجرای طرح انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه باعث بهبود وضعیت طبیعی، اقتصادی و اجتماعی- فرهنگی حوضه مقصد بدون آسیب جدی به حوضه مبدا می‌شود. راهبردهای پیش‌روی این سناریو عبارت است از:

-افزایش آگاهی به مردم در سطح منطقه‌ای( ساکنان حوضه دریاچه ارومیه) و در سطح ملی در مورد ارزش‌های دریاچه ارومیه و تالاب‌های اقماری آن.

-تقویت مشارکت‌های مردمی در مدیریت انتقال آب بین حوضه‌ای به دریاچه ارومیه.

- ارتقا معیشت جوامع متکی به منابع آب حوضه دریاچه ارومیه و حمایت از کشاورزان و ترغیب آن‌ها به کاهش استفاده از منابع آب با تغیر نوع محصول به منظور بهبود راندمان آب ورودی به دریاچه ارومیه.

- تعیین سقف توسعه منابع آب و اراضی کشاورزی با توجه به قابلیت‌های منابع آب حوضه دریاچه ارومیه و لزوم به اجرای آن.

- تدوین و اجرای سند جامع میزان حقابه دریاچه ارومیه.

- تداوم اجرا، تقویت نهادهای اصلی، تمرکز و برنامه‌ریزی همه جانبه در اجرای صحیح طرح انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه در حال و آینده.

**۵. ۵. ۲. سناریوی وضعیت بحرانی فراروی انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه:**

انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه باعث بر هم خوردن تعادل اکوسیستم طبیعی، اقتصادی، اجتماعی- فرهنگی و سیاسی حوضه رود زاب و حوضه‌های وابسته به آن می‌شود و در حوضه دریاچه ارومیه نتیجه و اهداف مورد نظر حاصل نمی‌شود. به‌طور کلی، اگر بحرانی‌ترین حالت ممکن برای هر یک از متغیرهای کلیدی اتفاق بیافتد، احتمال وقوع سناریو بحرانی افزایش می‌یابد. راهبرد دولت و دیگر بازیگران موثر در طرح انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه در صورت وقوع این سناریو عبارت است از:

- تغییر و تجدید نظر اساسی دربارهٔ سیاست‌های انتخاب شده، زیرا در سایه سیاست‌ها و راهبردهای موجود، طرح انتقال آب رود زاب به دریاچه ارومیه به سمت شکنندگی حرکت کرده است، بنابراین قوانین مرتبط با انتقال آب بین‌حوضه‌ای و نحوه اجرای این قوانین باید مورد بررسی و بازبینی مجدد قرار گیرد.

- به هنگام سازی مدیریت مصرف و حفظ کیفیت آب در سطح کشور و در سطح دریاچه ارومیه.

-فعالیت‌های جدی برای حفاظت از منابع آب نسبت به وضعیت جاری.

-مدیریت جامع منابع آب با رعایت اصول مدیریت سازگار توسعه پایدار و ایجاد تعادل در ملاحظات اقتصادی، اجتماعی- فرهنگی، سیاسی و زیست محیطی.

**۵. ۵. ۳. بررسی راهبردهای اتخاذ شده**

به منظور بررسی راهبردهای تدوین شده، پرسشنامه محقق ساخته‌ای تدوین و در اختیار خبرگان پژوهش قرار گرفت تا ضمن بررسی صحت راهبردهای تدوین شده به رتبه بندی آنها پرداخته شود. در این میان تعدادی از راهبردها حذف، تعدادی با هم ادغام و تعدادی بر راهبردهای تدوین شده طبق نظر خبرگان افزوده شد.

با توجه به جدول ۶ و شکل ۵ راهبرد ارتقا معیشت جوامع متکی به منابع آب حوضه دریاچه ارومیه و حمایت از کشاورزان وترغیب آن‌ها به کاهش استفاده از منابع آب با تغییر نوع محصول به منظور بهبود راندمان آب ورودی به دریاچه ارومیه با کسب امتیاز ۷۲/۷۶ در صورت تحقق سناریوی مطلوب، مناسب‌ترین راهبرد شناسایی شد. از آنجا که ۶۰ درصد جمعیت منطقه در روستاها ساکن هستند و به فعالیت اقتصادی می‌پردازند، توجه اصولی به این موضوع دارای اهمیت زیادی است.

**جدول ۵. راهبردهای تدوین شده برای سناریوی مطلوب**

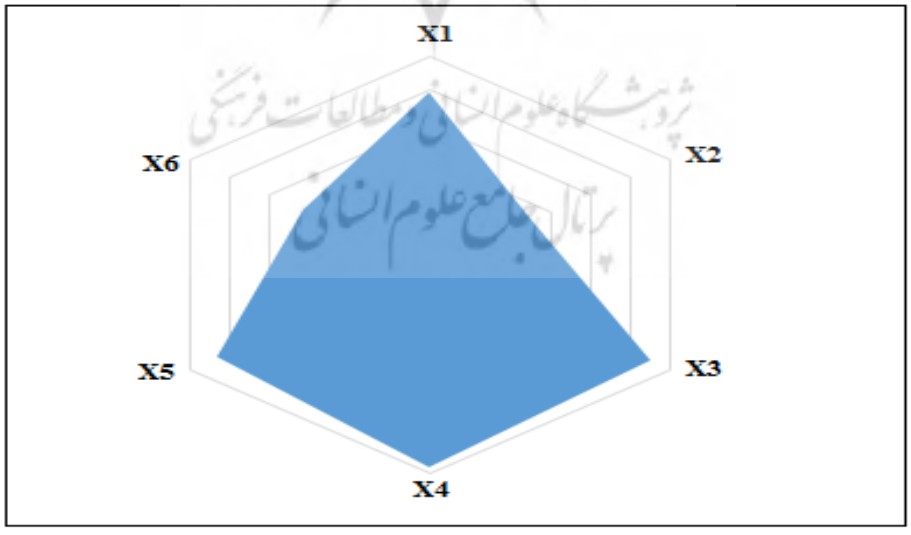
| کد | راهبردهای وقوع سناریو مطلوب |
|---|---|
| X1 | افزایش آگاهی به مردم در سطح منطقه‌ای( ساکنان حوضه دریاچه ارومیه) و در سطح ملی در مورد ارزشهای دریاچه ارومیه و تالاب‌های اقماری آن. |
| X2 | تقویت مشارکت‌های مردمی در مدیریت انتقال آب بین حوضه‌ای به دریاچه ارومیه. |
| X3 | تعیین سقف توسعه منابع آب و اراضی کشاورزی با توجه به قابلیت‌های منابع آب حوضه دریاچه ارومیه و لزوم به اجرای آن. |
| X4 | ارتقا معیشت جوامع متکی به منابع آب حوضه دریاچه ارومیه و حمایت از کشاورزان وترغیب آن‌ها به کاهش استفاده از منابع آب با تغیر نوع محصول به منظور بهبود راندمان آب ورودی به دریاچه ارومیه. |
| X5 | تدوین و اجرای سند جامع میزان حقابه دریاچه ارومیه. |
| X6 | تداوم اجرا، تقویت نهادهای اصلی، تمرکز و برنامه‌ریزی همه جانبه در اجرای صحیح طرح انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه در حال و آینده. |

به منظور رتبه‌بندی و میزان اهمیت هر یک از راهبردهای سناریو مطلوب، از مدل‌های (FARAS + FKOPRAS ) استفاده شد. نتایج نهایی مدل‌ها به شرح جدول ۶ و شکل ۵ است.

**جدول ۶. رتبه‌بندی راهبردهای تدوین شده برای سناریوی مطلوب**

| راهبرد | امتیاز کسب شده ($Q_L$) | بیشینه امتیاز ($Q^{MAX}$) | کمینه امتیاز ($Q^{MIN}$) | فاصله بین $Q^{MIN}$ و $Q^{MAX}$ | امتیاز از ۱۰۰ | رتبه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| X1 | ۱۴/۲۲۳ | ۱۵/۳۳۴ | ۱۳/۰۹۸ | ۲/۲۳۶ | ۷۲/۵۹ | ۴ |
| X2 | ۱۳/۴۱۲ | ۱۴/۴۱۱ | ۱۲/۵۶۴ | ۱/۸۴۷ | ۷۲/۱۱ | ۶ |
| X3 | ۱۴/۳۳۴ | ۱۵/۵۵۴ | ۱۳/۱۴۵ | ۲/۴۰۹ | ۷۲/۷۰ | ۲ |
| X4 | ۱۴/۵۵۶ | ۱۵/۷۶۵ | ۱۳/۴۵۳ | ۲/۱۹۷ | ۷۲/۷۶ | ۱ |
| X5 | ۱۴/۴۴۵ | ۱۵/۶۸۶ | ۱۳/۳۳۴ | ۲/۳۵۲ | ۷۲/۶۶ | ۳ |
| X6 | ۱۳/۳۲۱ | ۱۴/۳۳۴ | ۱۲/۴۵۳ | ۱/۸۸۱ | ۷۲/۲۳ | ۵ |

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱




**شکل ۵. نتایج رتبه‌بندی راهبردهای سناریوی مطلوب** (منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱)

در ادامه نیز به منظور رتبه‌بندی و میزان اهمیت راهبردهای سناریوی بحرانی، از مدل FARAS استفاده شد. مدل آراس فازی یک مدل فازی سلسه مراتبی است که برای رتبه‌بندی سناریوهای بحرانی از آن بهره گرفته شد.

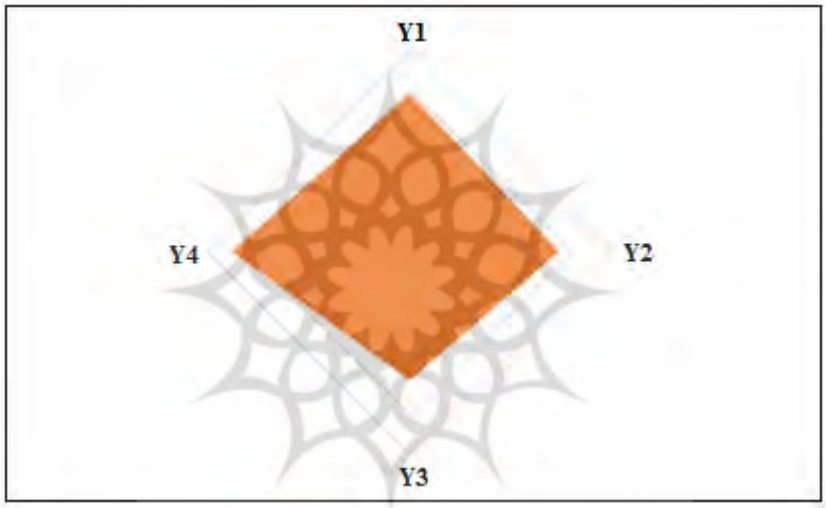
**جدول ۷. راهبردهای تدوین شده برای سناریوی بحرانی**

| کد | راهبردهای وقوع سناریوی بحرانی |
|---|---|
| Y1 | تغییر و تجدید نظر اساسی درباره سیاست‌های انتخاب شده |
| Y2 | به هنگام سازی مدیریت مصرف و حفظ کیفیت آب در سطح کشور و در سطح دریاچه ارومیه |
| Y3 | فعالیت‌های جدی برای حفاظت از منابع آب نسبت به وضعیت جاری |
| Y4 | مدیریت جامع منابع آب با رعایت اصول مدیریت سازگار توسعه پایدار و ایجاد تعادل در ملاحضات اقتصادی، اجتماعی- فرهنگی، سیاسی و زیست محیطی |

**جدول۸. مقدار تابع بهینگی و درجه مطلوبیت هر یک از راهبردهای سناریوی بحرانی**

| | Y1 | | | Y2 | | | Y3 | | | Y4 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | α | β | γ | α | β | γ | α | β | γ | α | β | γ |
| ⊗S | 0.178 | 0.189 | 0.180 | 0.178 | 0.189 | 0.180 | 0.180 | 0.156 | 0.156 | 0.200 | 0.220 | 0.209 |
| | | 0.200 | | | 0.180 | | | 0.162 | | | 0.221 | |
| | | 0.390 | | | 0.369 | | | 0.318 | | | 0.441 | |

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱




**شکل ۶. نتایج رتبه بندی سناریوی بحرانی (منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱)**

با توجه به جدول ۸ و شکل ۶ راهبرد مدیریت جامع منابع آب با رعایت اصول مدیریت سازگار با توسعه پایدار و ایجاد تعادل در ملاحظات اقتصادی، اجتماعی- فرهنگی، سیاسی و زیست محیطی به‌عنوان مناسب‌ترین راهبرد در صورت وقوع سناریوی بحرانی شناخته شد.

### ۵. ۵. ۴. مقایسه پژوهش با پژوهش‌های انجام شده

همان‌گونه که در بخش پیشینه پژوهش مشاهده شد، مطالعاتی که در زمینه انتقال آب رود زاب به دریاچه ارومیه انجام شده است، با روش‌ها و دلایل مختلف، طرح انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه را یا مطلوب و یا نامطلوب دانسته‌اند. این تحقیق هم با بهره‌گیری از مطالعات کتابخانه‌ای و دیدگاه خبرگان اجرایی و دانشگاهی و با بهره‌گیری از فنون آینده‌پژوهی به این نتیجه رسید که دو سناریو وضعیت مطلوب و بحرانی، فراروی انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه وجود دارد و وضعیت‌های بینابین در این طرح جایگاه پایینی دارند. بنابراین مسئولان حاضر در صحنه باید دیدگاه محافظه‌کارانه‌ای به اجرای این طرح داشته و تمام جوانب ممکن را در بر گیرند.

## ۶. نتیجه‌گیری

منابع آب، طیف گسترده‌ای از خدمات بوم‌شناختی به‌دست می‌دهند و زیربنای معیشت جوامع انسانی، رشد اقتصادی، برابری اجتماعی و پایداری محیط زیست به‌شمار می‌روند. فراهم‌سازی نیازمندی‌های آب‌پایه فزاینده جوامع انسانی و واحدهای سیاسی-فضایی به آب، هم‌زمان و هم‌راستا با پاسداشت و نگاهداشت سلامت اکوسیستم طبیعی یک از ابرچالش‌های فرایند توسعه است. کمی منابع آب شیرین به همراه توزیع نابرابر آن و افزایش فزاینده درخواست برای این منابع، امنیت آب را در مناطق مختلف تحت تأثیر قرار داده به‌گونه‌ای که بسیاری از مناطق را درگیر بحران آب کرده است. از دیرباز انتقال آب از یک حوضه به حوضهٔ آبریز دیگر را روشی برای کاهش تنش آبی در مناطقی دانسته‌اند که با بحران آب روبه‌رو هستند. این در حالی است که چنین گام‌ها و کارهایی برای انتقال بین‌حوضه‌ای آب طرفداران و مخالفان بسیاری داشته است. سطح آب دریاچه ارومیه در شمال باختری کشور طی دهه‌های اخیر کاهش چشم‌گیری داشته که چالش‌های زیست محیطی و تنگناهای اجتماعی و اقتصادی گسترده و فزاینده‌ای برای ساکنان منطقه در بر داشته است. در این میان، انتقال بین‌حوضه‌ای آب رودخانه زاب به دریاچه ارومیه را یکی از روش‌های مدیریتی حل بحران دریاچه ارومیه دانسته و اجرایی کرده‌اند. از چنین منظری، مقاله حاضر به تدوین سناریوهای فراروی انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه با بهره‌گیری از دیدگاه خبرگان اجرایی و دانشگاهی پرداخته است. این مطالعه نشان داد، احتمال رخداد سناریوهای مطلوب و بحرانی با رخداد مساوی بیش از دیگر رویدادهای ممکن است. به‌گونه‌ای که از میان وضعیت‌های حاکم بر صفحه سناریو، وضعیت‌هایی که نشان‌دهنده بحرانی یا مطلوب بودن انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه هستند، بیشتر از دیگر وضعیت‌هایِ احتمالیِ ممکن است. وضعیت‌های بینابین در انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه جایگاه پایینی به خود اختصاص دادند. بر این پایه، سناریوی: مدیریت جامع منابع آب و برنامه‌ریزی صحیح و دقیق به بهبود وضعیت طبیعی دریاچه ارومیه و به تبع آن وضعیت اقتصادی اجتماعی و سیاسی این حوضه بدون آسیب به حوضه رود زاب و مناطق وابسته به آن می‌انجامد، برای حالت مطلوب، و سناریوی: انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه به آشفتگی تعادل اکوسیستم طبیعی، اقتصادی، اجتماعی- فرهنگی و سیاسی حوضه رود زاب می‌انجامد و در حوضه دریاچه ارومیه نتیجه مطلوب حاصل نمی‌شود، برای وضعیت بحرانی تدوین شد و راهبرد ارتقا معیشت جوامع متکی به منابع آب حوضه دریاچه ارومیه و حمایت از کشاورزان وترغیب آن‌ها به کاهش استفاده از منابع آب با تغییر نوع محصول به منظور بهبود راندمان آب ورودی به دریاچه ارومیه در صورت تحقق سناریوی مطلوب و راهبرد مدیریت جامع منابع آب با رعایت اصول مدیریت سازگار توسعه پایدار و ایجاد تعادل در ملاحضات اقتصادی، اجتماعی- فرهنگی، سیاسی و زیست محیطی در صورت تحقق سناریوی بحرانی مناسب‌ترین راهبرد، از دیدگاه خبرگان شناسایی شد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

## ۷. حامیان پژوهش

این پژوهش حامی مالی و معنوی نداشته است.

## ۸. مشارکت نویسندگان

نویسندگان در تمام مراحل و بخشهای انجام شده سهم برابر داشته اند.

## ۹. تعارض منافع

نویسندگان اعلام می کنند که هیچ گونه تضاد منافعی ندارند.

## ۱۰. تقدیر و تشکر

نویسندگان بدینوسیله از همه کسانی که به نوعی در انجام این پژوهش یاری رسانده اند قدردانی می نمایند.

## منابع


سلطانی، ناصر؛ موسوی، میرنجف و احمد اقبال، گلاویژ (۱۳۹۵). ارزیابی پیامدهای احتمالی انتقال آب حوضه زاب به دریاچه ارومیه. جغرافیا و *پایداری محیط*، ۶(۲)، صص. ۳۵-۵۱.

دانش مهر، حسین؛ احمد رش، رشید و کریمی، علیرضا (۱۳۹۸). درک معنایی نخبگان و ذی‌مدخلان محلی از طرح انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه؛ ارائه مدل داده بنیاد. *فصلنامه مطالعات و تحقیقات اجتماعی در ایران*، ۸(۱)، صص. ۱-۳۲.

روفی، یوسف؛ شوریان، مجتبی و عطاری، جلال (۱۳۹۴). طراحی ابعاد سیستم انتقال آب بین حوضه‌ای با لحاظ شاخص‌های تصمیم گیری در حوضه آبریز مبدا و مقصد. *تحقیقات منابع آب ایران*، ۱(۱)، صص. ۴۹-۶۰.

صادقی، سید حمید رضا؛ کاظمی نیا، سمیه؛ خیر فام، حسین و حزباوی، زینب (۱۳۹۵). تجارب و پیامدهای انتقال آب بین حوضه‌ای در جهان. *تحقیقات منابع ایران*، ۱۲(۲)، صص. ۱۲۰-۱۴۰.

قنواتی، عزت الله؛ طالب پور اصل، داوود و خضری، سعید (۱۳۹۵). ارزیابی آثار انتقال آب بین حوضه‌ای بر مورفولوژی بستر رودخانه در حوضه مبدا (مطالعه موردی: حوضه رودخانه زاب). *جغرافیا و توسعه*، ۱۴(۴۴)، صص. ۶۵-۸۸.

کاویانی راد، مراد و صدرانیا، حسن (۱۳۹۹). *هیدروپلیتیک، آینده پژوهی مناسبات هیدروپلیتیک ایران و افغانستان در حوضه آبریز هریرود*، تهران: مرکز مطالعات راهبردی.

کاویانی‌راد، مراد (۱۳۹۸). *هیدروپلیتیک سویه‌ها و رویکردها*، چاپ اول، تهران: انتشارات پژوهشکده مطالعات راهبردی.

موسوی، سید مرتضی؛ بابازاده، حسین؛ سرائی تبریزی، مهدی و خسروجردی، امیر (۱۴۰۱). ارزیابی راه‌کارهای تامین نیاز زیست محیطی دریاچه ارومیه با استفاده از مدل MODSIM و روش تحلیل سلسله مراتبی AHP. *مدلسازی و مدیریت آب و خاک*، انتشار انلاین از تاریخ ۱ آبان ۱۴۰۱.

Amer, M., Jetter, A., and Damin, F. (2013). A review of scenario planning, *futures*, 46(1), pp. 23-40.

Barentt, J., Rogers, S., Webber, M., Fin Layson, B., Wang, M. (2015). sustainability transfer project cannot meet China's water needs. *Nature*, 527(295), pp. 296-297.

Berbel-Filho, W., Martinz, P., Ramos, T.P.A., Torres, R., and Lima, S. M.Q. (2016). inter- and inter- basin phenotypic variation in two riverine cichlids from northeastern Brazil: potential eco- evolutionary damages of Sao Francisco interbrain water transfer. *fish& fisheries series*, 766, pp. 43-56.

Boddu, M., Gaayam, T., and Annamdas, V.G.M. (2011). A review on Inter basin transfer of Water IPWE 2011.In: Proc. Of 4th International Perspective on Water Resources & the Environment, National University of Singapore (NUS), Singapore. Session on: InterbasinTransfer of Waterbrook S Interbrain water transfer. Conference report. *Journal of Water Policy*, 3, pp.167–169.

Ding, W., Liu, H., Li,y., Shang,H., Zhang,C., and Fu,G. ( 2020). Unraveling effects of long-distance water transfer for ecological recharge. *Journal of water resources planning and management*, 146(9), pp. 1-22.

Duan, K., Shen, Q., Ning, L., Liu, M., and Dobbs, G.R. (2023). can serration and recycling. *resources*, 191(106878), pp. 1-20.

Erskine, W.D., Terrazzolo, N., and Warner, R.F. (1999). river rehabilitation from the hydrogeomorphic impacts of a large hydro-electric power project: snowy river, Australia. *regulated river: research & management*, 15(13), pp. 3-24.

Feg, S., Li, L., Duan, Z.G., and Zhang, J.L. (2007). Assessing the impacts of south to- north water transfer project with decision support system. *Journal of decision support systems*, 42(4), pp. 1989-2003.

Gohari, A., Eslamian, S., Mirchi, A., Abedi-koupaei, J., Bavani, A.M., and Madani, K. (2013). water transfer as a soulution to water shortage: a fix that can backfire. *journal of hydrology*, 491(1), pp. 23-39.

Graei, E. (2017). Knowledge an information science education foresight in Iran with cross impact analysis approach. *Academic librarianship and information research*, 51(4), pp. 2014-3968.

Gupta, J., Zaag, P.V.D. (2008). interbrain water transfers and integrated water resources management: where engineering, science and politics interlock. *physics and chemistry of the earth, part A/B/C*. 33(1-2), pp. 28-40.

Haddeland, I., Heinke, J., Biemans, H., and Wisser, D. (2013). global water resources affected by human innervations and climate change. *environmental sciences*, 111(9), pp. 3251-3256.

world Atlas, 2023: https://www.worldatlas.com/articles/countries-with-the-most-freshwater-resources.html.

Islare, M., Boda, C. (2014). political ecology of inter-basin water transfer in Turkish water governance. *journal of ecology and society*, 19(4), pp. 1-8.

Li, Y., Xiong, W., Zhang, W., Wang, C., and Wang, P. (2016). Life cycle assessment water supply alternatives in water- receiving areas of the south to north water Diversion project in China. *Water research*, 89(1), pp. 9-19.

Meador, M.R. (2011). inter- basin water transfer: ecological concerns. *Fisheries*, 17(2), pp. 17-22.

Moor, S.M. (2014). modernization, authoritarianism and the environment the politics of China's south-north water transfer project. *environmental politics*, 23, pp. 947-964.

Murgatroyd, A., Hall, J.W. (2020). the resilience of inter- basin transfers to sever droughts with changing spatial charactristics. *water and wastewater management*, 8(1), pp. 1-20.

Nong, X., Shao, D., Zhong, H., and Liang. (2020). Evaluation of water quality in the south to north water diversion project of china using the water auality in dex(WQI). *method water research*, 178(22578). Pp. 1-20.

Peng, Y., Peng, A., Zhang, X., Cheug, Z., Zhang, L., Wang, W., and Zhang, Z. ( 2017). multi coparallel particel smarm optimization for the operation of inter- basin water transfer supply system. *water resources management*, 31(1), pp. 27-41.

Postel, S.L. (2000). Entering and era of water scarcity: the challenges ahead. Ecological applications, 10(4), pp. 941-948.

Rey, D., Garrido, A., and Calatrava, J. (2016). an innovative option contract for allocating water in inter-basin teansfers: the case of the Tagus- Segura transfers in Spain. *natural science in archaeology*, 30(583), pp. 1165-1182.

Salabbert, N. (2007). The potentional impact of an inter- basin water transfer on the modder and Caledon River system, Msc dissertation, in the faculty of plan science, Botany university of the free state abaloemfontein, 226pp.

Shao, W., Wang, H.( 2003). Inter-basin transfer projects and their implications: A china case study. *International journal of river basin management*, 1(1), pp. 5-14.

Sun, S., Zhou, X., Liu, H., Jiang, Y, Zho, H., and Zhang, C., FU,G. ( 2021). unraveling the effect of inter- basin water transfer on reducing water scarcity and its inquality in china. *water research*, 194, DOI.ORG/J.waters.2021.116931.

Tabari, M.M.R., Yazdi, A. (2014). conjuctive use of surface and ground water with inter-basin transfer approach: case study piranshahr. water resources management, 28, pp. 1887-1906.

Yan, D.H., Wang, H., Li, H.H., Wang.G., Qin, T.L., Wang, D. Y., and Wang, L.H. (2012). Quantitative analysis on the environmental impact of large- scale water transfer project on water resource in a changing environment. *Journal of hydrology and earth system sciences*, 1, pp. 2685-2702.

Yevjevich, V. (2001). water diversions and inter basin transfers. water international, 26(3), pp. 342-348.

Zeng, Q., Qin, L., and Lithe, X. (2015). potential impact of an inter- basinwater transfer project on nutrients (nitrogen and phosphorous) and chlorophyll a of the receiving water system. *Journal of science of the total environment*, 1(536), pp. 675-680.

Zhuang, W. (2016). eco- environmental impact of inter-basin water transfer projects: a review. *Environmental science and pollution research*, 13(1), pp. 12867-12879.

## References:

Amer, M., Jetter, A., and Damin, F. (2013). A review of scenario planning, *futures*, 46(1), pp. 23-40.

Barentt, J., Rogers, S., Webber, M., Fin Layson, B., Wang, M. (2015). sustainability transfer project cannot meet China's water needs. *Nature*, 527(295), pp. 296-297.

Berbel-Filho, W., Martinz, P., Ramos, T.P.A., Torres, R., and Lima, S. M.Q. (2016). inter- and inter- basin phenotypic variation in two riverine cichlids from northeastern Brazil: potential eco- evolutionary damages of Sao Francisco interbrain water transfer. *fish& fisheries series*, 766, pp. 43-56.

Boddu, M., Gaayam, T., and Annamdas, V.G.M. (2011). A review on Inter basin transfer of Water IPWE 2011.In: Proc. Of 4th International Perspective on Water Resources & the Environment, National University of Singapore (NUS), Singapore. Session on: InterbasinTransfer of Waterbrook S Interbrain water transfer. Conference report. *Journal of Water Policy*, 3, pp.167–169.

Danesh Mehr, H., Ahmad Rash, R., and Karimi, A. (2018). Meaningful understanding of elites and local stakeholders of the plan to transfer Zab River to Urmia Lake; Presentation of the foundation data model. *Quarterly Journal of Social Studies and Research in Iran*, 8(1), pp. 1-32.

Ding, W., Liu, H., Li,y., Shang,H., Zhang,C., and Fu,G. ( 2020). Unraveling effects of long-distance water transfer for ecological recharge. *Journal of water resources planning and management*, 146(9), pp. 1-22.

Duan, K., Shen, Q., Ning, L., Liu, M., and Dobbs, G.R. (2023). can serration and recycling. *resources*, 191(106878), pp. 1-20.

Erskine, W.D., Terrazzolo, N., and Warner, R.F. (1999). river rehabilitation from the hydrogeomorphic impacts of a large hydro-electric power project: snowy river, Australia. *regulated river: research & management*, 15(13), pp. 3-24.

Feg, S., Li, L., Duan, Z.G., and Zhang, J.L. (2007). Assessing the impacts of south to- north water transfer project with decision support system. *Journal of decision support systems*, 42(4), pp. 1989-2003.

Gohari, A., Eslamian, S., Mirchi, A., Abedi-koupaei, J., Bavani, A.M., and Madani, K. (2013). water transfer as a soulution to water shortage: a fix that can backfire. *journal of hydrology*, 491(1), pp. 23-39.

Graei, E. (2017). Knowledge an information science education foresight in Iran with cross impact analysis approach. *Academic librarianship and information research*, 51(4), pp. 2014-3968.

Gupta, J., Zaag, P.V.D. (2008). interbrain water transfers and integrated water resources management: where engineering, science and politics interlock. *physics and chemistry of the earth, part A/B/C*. 33(1-2), pp. 28-40.

Haddeland, I., Heinke, J., Biemans, H., and Wisser, D. (2013). global water resources affected by human innervations and climate change. *environmental sciences*, 111(9), pp. 3251-3256.

Islare, M., Boda, C. (2014). political ecology of inter-basin water transfer in Turkish water governance. *journal of ecology and society*, 19(4), pp. 1-8.

Kaviani Rad, M. (2018). *Hydropolitics of strains and approaches*, first edition, Tehran: Strategic Studies Research Center Publications.

Kaviani Rad, M., Sadrania, H. (2019). *Hydropolitics, the future research of hydropolitical relations between Iran and Afghanistan in the Hariroud watershed*, Tehran: Center for Strategic Studies.

Li, Y., Xiong, W., Zhang, W., Wang, C., and Wang, P. (2016). Life cycle assessment water supply alternatives in water- receiving areas of the south to north water Diversion project in China. *Water research*, 89(1), pp. 9-19.

Meador, M.R. (2011). inter- basin water transfer: ecological concerns. *Fisheries*, 17(2), pp. 17-22.

Moor, S.M. (2014). modernization, authoritarianism and the environment the politics of China's south-north water transfer project. *environmental politics*, 23, pp. 947-964.

Mousavi, S.M., Babazadeh, H., Sarai Tabrizi, M., and Khosrowjerdi, A. (2022). Evaluation of solutions to meet the environmental needs of Lake Urmia using MODSIM model and AHP hierarchical analysis method. Soil and water modeling and management, published online from November 1.

Murgatroyd, A., Hall, J.W. (2020). the resilience of inter- basin transfers to sever droughts with changing spatial charactristics. *water and wastewater management*, 8(1), pp. 1-20.

Nong, X., Shao, D., Zhong, H., and Liang. (2020). Evaluation of water quality in the south to north water diversion project of china using the water auality in dex(WQI). *method water research*, 178(22578). Pp. 1-20.

Peng, Y., Peng, A., Zhang, X., Cheug, Z., Zhang, L., Wang, W., and Zhang, Z. ( 2017). multi coparallel particel smarm optimization for the operation of inter- basin water transfer supply system. *water resources management*, 31(1), pp. 27-41.

Postel, S.L. (2000). Entering and era of water scarcity: the challenges ahead. Ecological applications, 10(4), pp. 941-948.

Qanawati, Ezzatullah; Talibpour Assal, Dawood and Khazri, S. (2015). Evaluation of the effects of inter-basin water transfer on river bed morphology in the source basin (case study: Zab river basin). *Geography and Development*, 14(44), pp. 65-88.

Rey, D., Garrido, A., and Calatrava, J. (2016). an innovative option contract for allocating water in inter-basin teansfers: the case of the Tagus- Segura transfers in Spain. *natural science in archaeology*, 30(583), pp. 1165-1182.

Rufi, Y., Shurian, M., and Attari, J. (2014). Designing the dimensions of the inter-basin water transfer system in terms of decision-making indicators in the source and destination catchments. *Iran Water Resources Research*, 1(1), pp. 49-60.

Sadeghi, S.H.R., Kazeminia, S., Khair Pham, H., and Hezbawi, Z. (2015). Experiences and consequences of inter-basin water transfer in the world. *Iranian Resources Research*, 12(2), pp. 120-140.

Salabbert, N. (2007). The potentional impact of an inter- basin water transfer on the modder and Caledon River system, Msc dissertation, in the faculty of plan science, Botany university of the free state abaloemfontein, 226pp.

Shao, W., Wang, H.( 2003). Inter-basin transfer projects and their implications: A china case study. *International journal of river basin management*, 1(1), pp. 5-14.

Soltani, N., Mousavi, M., and Ahmad Iqbal, G. (2015). Evaluation of possible consequences of water transfer from Zab basin to Lake Urmia. *Geography and Environmental Sustainability*, 6(2), pp. 35-51.

Sun, S., Zhou, X., Liu, H., Jiang, Y, Zho, H., and Zhang, C., FU,G. ( 2021). unraveling the effect of inter- basin water transfer on reducing water scarcity and its inquality in china. *water research*, 194, DOI.ORG/J.waters.2021.116931.

Tabari, M.M.R., Yazdi, A. (2014). conjuctive use of surface and ground water with inter-basin transfer approach: case study piranshahr. water resources management, 28, pp. 1887-1906.

world Atlas, 2023: https://www.worldatlas.com/articles/countries-with-the-most-freshwater-resources.html.

Yan, D.H., Wang, H., Li, H.H., Wang.G., Qin, T.L., Wang, D. Y., and Wang, L.H. (2012). Quantitative analysis on the environmental impact of large- scale water transfer project on water resource in a changing environment. *Journal of hydrology and earth system sciences*, 1, pp. 2685-2702.

Yevjevich, V. (2001). water diversions and inter basin transfers. water international, 26(3), pp. 342-348.

Zeng, Q., Qin, L., and Lithe, X. (2015). potential impact of an inter- basinwater transfer project on nutrients (nitrogen and phosphorous) and chlorophyll a of the receiving water system. *Journal of science of the total environment*, 1(536), pp. 675-680.

Zhuang, W. (2016). eco- environmental impact of inter-basin water transfer projects: a review. *Environmental science and pollution research*, 13(1), pp. 12867-12879.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

**نحوه استناد به این مقاله:**

آفتابی، زکیه؛ کاویانی راد، مراد و کاردان مقدم، حمید (۱۴۰۳). تبیین سناریوهای فراروی انتقال رود زاب به دریاچه ارومیه. *مطالعات جغرافیایی نواحی ساحلی*، ۵(۱)، ۳۷-۵۵.

**DOI: 10.22124/GSCAJ.2024.23850.1217**

**Copyrights**:

Copyright for this article are retained by the author(s), with publication rights granted to *Geographical studies of Coastal Areas Journal*. This is an open-access article distribted under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.