The University of Tehran Press

Natural Resources Governance

Vol. 3, No. 1, Spring 2026

Online ISSN: 3060-7183

Home Page: https://jnrg.ut.ac.ir/

A Comparative Analysis of Water Resource Sustainability Components in the Kor River Basin: the Role of Geographic Location and Stakeholder Perspectives

Mohammad Jafar Zare[1*] | Nafiseh Fakhar Izadi[2]

1. Corresponding Author, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: zare.mohammadjaf@ut.ac.ir
2. Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received 09 November, 2025
Revised 05 January, 2026
Accepted 08 January, 2026
Published online 21 March, 2026

Keywords:
Kor River Catchment,
Stakeholder Participation,
Sustainable Development,
Water Resource Management,
Water Resource Sustainability.

ABSTRACT

Water resource sustainability in catchment areas, particularly in Iran's arid and semi-arid regions, represents a fundamental challenge for sustainable development and environmental security. This study aims to conduct a comparative analysis of water resource sustainability components in the Kor River catchment, focusing on the role of geographic location (upstream and downstream of the Droudzan Dam) and stakeholder perspectives (experts and farmers). The research method is applied and descriptive–analytical, and the data were collected using a researcher-made questionnaire covering four main components: enabling environment, institutions and participation, management tools, and financing. Data analysis was performed using statistical tests including the t-test, Mann–Whitney test, Friedman test, and two-way ANOVA in SPSS software. The results indicate that sustainability components are in a more favorable condition in downstream villages compared to upstream ones, with the greatest differences observed in the indices of institutions and participation and management tools. Experts generally provided a more positive assessment of the sustainability status than farmers, who highlighted operational and economic challenges more prominently. The financing component received the lowest score in both areas, indicating weaknesses in economic support and sustainable investment. The findings emphasize the necessity of adopting a participatory, justice-oriented, and indigenous approach to water resource management, aimed at strengthening institutional and financial infrastructures while increasing the role of local stakeholders in decision-making. This study proposes a novel, human-centered model for assessing water resource sustainability that can also be extended to other similar catchment areas.

Cite this article: Zare, M, M., Fakhar Izady, N. (2026). A Comparative Analysis of Water Resource Sustainability Components in the Kor River Basin: the Role of Geographic Location and Stakeholder Perspectives. *Journal of Natural Resources Governance*, 3 (1), 30-48. https://doi.org/10.22059/jnrg.2026.405911.1066

© Mohammad Jafar Zare, Nafiseh Fakhar Izady
Publisher: University of Tehran Press. https://doi.org/10.22059/jnrg.2026.405911.1066

Extended Abstract

Introduction

Water resource sustainability in watersheds, particularly in the arid and semi-arid regions of Iran, represents one of the major challenges for sustainable development and environmental security. Despite an average annual rainfall of approximately 250 mm and an evaporation rate of nearly 1500 mm, the growing demand for water in agriculture, drinking supply, and industry has led to groundwater depletion and increased drought vulnerability. The Kor River watershed, where the Dorudzan Dam is located, represents a clear example in which unequal water allocation between upstream and downstream areas has generated social and economic tensions. The present study aims to conduct a comparative analysis of the components of water resource sustainability in the Kor River watershed, with particular emphasis on the role of geographical location (upstream and downstream of the Dorudzan Dam) and the perspectives of key stakeholders (experts and farmers).

Method

This research is applied in purpose and descriptive–analytical in design, focusing on the comparative analysis of water resource sustainability components. The statistical population consisted of water resource experts and exploiting farmers in the study area. Data were collected through a researcher-developed questionnaire covering four main components: enabling environment, institutions and participation, management tools, and financing. Content validity was confirmed by 10 subject-matter experts, and reliability was assessed using Cronbach's alpha. Data analysis was conducted using SPSS software. Independent sample t-tests were used to compare sustainability levels between upstream and downstream areas, while the Mann–Whitney test was applied to analyze differences in stakeholder perspectives due to non-normal distributions. The Friedman test was used to rank the sustainability components, and a two-way analysis of variance (ANOVA) was employed to evaluate the interaction effects of geographical location and stakeholder type. The normality of the data was confirmed using the Kolmogorov–Smirnov test. This analytical framework ensured the scientific validity of the results and provided a reliable basis for policy recommendations.

Findings

The results of the statistical analyses indicate that water resource sustainability components are in a more favorable condition in villages located downstream of the Dorudzan Dam compared to those upstream. The most significant differences between the two areas were observed in the components of institutions and participation and management tools. These differences are largely attributed to downstream access to dam-related infrastructure such as irrigation canals and monitoring stations, as well as the establishment of local cooperatives. In contrast, upstream areas face topographic limitations and insufficient monitoring. From the stakeholders' perspective, experts provided a more optimistic assessment of the sustainability status than farmers. Farmers emphasized practical challenges, such as high pumping costs, as well as economic constraints including insufficient subsidies. The financing component received the lowest score in both regions. The two-way ANOVA results confirmed that weak economic support, limited public–private investment, and instability in government budgets contribute significantly to this issue. These findings highlight the socio-spatial heterogeneity of water resource sustainability and underscore the need for targeted interventions.

Conclusion

The findings of this study emphasize the necessity of adopting a participatory, equity-based, and locally grounded approach to water resource management. Considering the observed spatial heterogeneity, such an approach requires strengthening institutional and financial infrastructures. The two-way interaction analysis indicates that increasing the role of local stakeholders in decision-making—through mechanisms such as adaptive governance models—can improve farmers' satisfaction and reduce spatial disparities.

Practical recommendations include the development of digital management tools for upstream areas, the implementation of localized training programs for farmers, the adoption of equity-based water allocation policies based on hydro-economic models, and the periodic evaluation of sustainability using composite indicators. These interventions can help address financial limitations and improve overall sustainability levels. This study presents a novel, human-centered model for assessing water resource sustainability that integrates both qualitative and quantitative stakeholder perspectives and has the potential to be applied to other watersheds with conditions similar to those in Iran. The study's limitations include its local scale; therefore, future research is recommended to incorporate long-term dynamic modeling under different climate scenarios. The proposed model aligns with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDG 6 and SDG 13, and can provide a foundation for national water policy development.

Funding
This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' Contribution
Authors' Contributions: All authors contributed to the study conception and design. Material preparation, data collection, and analysis were performed collaboratively. All authors contributed to writing the manuscript and approved the final version.

Conflict of Interest
The authors declare that they have no conflict of interest.

Acknowledgments
The author(s) declare that there are no acknowledgments.

انتشارات دانشگاه تهران

نشریهٔ حکمرانی منابع طبیعی
دوره ۳، شماره ۱، بهار ۱۴۰۵
سایت نشریه: https://jnrg.ut.ac.ir/

شاپا الکترونیکی: ۷۱۸۳- ۳۰۶۰

تحلیل تطبیقی مؤلفه‌های پایداری منابع آب در حوزه آبخیز رودخانه کر: نقش موقعیت جغرافیایی و دیدگاه ذی‌نفعان

محمد جعفر زارع*[۱] | نفیسه فخار ایزدی[۲]

۱) نویسنده مسئول، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: zare.mohammadjaf@ut.ac.ir
۲) گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
علمی – پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۱۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۰/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۱۸
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۱/۰۱

کلیدواژه:
توسعه پایدار،
حوزه آبخیز رودخانه کر،
پایداری منابع آب،
مدیریت منابع آب،
مشارکت ذی‌نفعان.

چکیده

پایداری منابع آب در حوزه‌های آبخیز، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران، یکی از چالش‌های اساسی توسعه پایدار و امنیت محیط‌زیستی به شمار می‌رود. پژوهش حاضر با هدف تحلیل تطبیقی مؤلفه‌های پایداری منابع آب در حوزه آبخیز رودخانه کر، با تأکید بر نقش موقعیت جغرافیایی (بالادست و پایین‌دست سد درودزن) و دیدگاه ذی‌نفعان (کارشناسان و کشاورزان) انجام شده است. روش تحقیق از نوع کاربردی و توصیفی–تحلیلی بوده و داده‌ها از طریق پرسشنامه محقق‌ساخته شامل چهار مؤلفه اصلی: محیط توانمندساز، نهادها و مشارکت‌ها، ابزارهای مدیریت و تأمین مالی گردآوری شده است. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های آماری t ، من–ویتنی، فریدمن و تحلیل واریانس دوطرفه در نرم‌افزار SPSS تحلیل شدند. نتایج نشان داد که مؤلفه‌های پایداری در روستاهای پایین‌دست نسبت به مناطق بالادست در وضعیت مطلوب‌تری قرار دارند و بیشترین اختلاف میان دو ناحیه به شاخص‌های نهادها و مشارکت‌ها و ابزارهای مدیریت مربوط می‌شود. همچنین کارشناسان در مجموع ارزیابی مثبت‌تری از وضعیت پایداری نسبت به کشاورزان ارائه کردند، در حالی که کشاورزان چالش‌های عملی و اقتصادی را برجسته‌تر مطرح می‌کنند. مؤلفه تأمین مالی در هر دو منطقه کمترین امتیاز را کسب کرد که بیانگر ضعف در حمایت‌های اقتصادی و سرمایه‌گذاری پایدار است. یافته‌ها بر ضرورت اتخاذ رویکردی مشارکتی، عدالت‌محور و بومی در مدیریت منابع آب تأکید دارند؛ به‌گونه‌ای که ضمن تقویت زیرساخت‌های نهادی و مالی، نقش ذی‌نفعان محلی در فرایندهای تصمیم‌گیری افزایش یابد. این مطالعه الگویی نوین و انسان‌محور برای ارزیابی پایداری منابع آب ارائه می‌کند که قابلیت تعمیم به سایر حوزه‌های آبخیز با شرایط مشابه را نیز دارد.

استناد: زارع؛ محمد جعفر، فخار ایزدی؛ نفیسه (۱۴۰۵). تحلیل تطبیقی مؤلفه‌های پایداری منابع آب در حوزه آبخیز رودخانه کر: نقش موقعیت جغرافیایی و دیدگاه ذی‌نفعان. *حکمرانی منابع طبیعی*، ۳ (۱)، ۴۸-۳۰. https://doi.org/10.22059/jnrg.2026.405911.1066

© محمد جعفر زارع، نفیسه فخار ایزدی
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
https://doi.org/10.22059/jnrg.2026.405911.1066

۱. مقدمه

پایداری منابع آب در حوزه‌های آبخیز، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، از چالش‌های اساسی توسعه پایدار و امنیت محیط زیستی به‌شمار می‌رود. ناپایداری اقلیمی، تبخیر بالا و وابستگی جوامع محلی به منابع محدود، مدیریت آب را پیچیده کرده است. رشد جمعیت، توسعه کشاورزی و صنعتی و تغییرات اقلیمی، الگوهای تأمین و مصرف آب را دگرگون ساخته و کاهش منابع سطحی و زیرزمینی را در پی داشته است. فشارهای انسانی مانند برداشت بی‌رویه و تغییر کاربری اراضی تعادل عرضه و تقاضا را بر هم زده‌اند. این ناپایداری پیامدهایی چون افت کیفیت آب، کاهش امنیت غذایی و مهاجرت‌های محیط زیستی دارد. برای مقابله با این چالش‌ها، مدیریت یکپارچه منابع آب[1] که تلفیقی از ابعاد طبیعی، اجتماعی و نهادی است، ضرورت دارد. پایداری منابع آب مفهومی پویاست که توازن میان بهره‌برداری، حفاظت و عدالت بین‌نسلی را دنبال می‌کند (Xia et al., 2021; Li et al., 2022; Sediqi & Komori, 2023).

یکی از موانع اصلی تحقق پایداری، ضعف ساختارهای نهادی، نبود چارچوب‌های مشارکتی مؤثر و کمبود ظرفیت‌سازی است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد نبود حمایت نهادی، مشارکت ناکافی و ضعف در برنامه‌ریزی و پیوند پژوهش و اجرا، پایداری را تهدید می‌کند (Haou et al., 2025). تقویت حکمرانی چندمرکزی، افزایش شفافیت و پاسخگویی در فرایندهای تصمیم‌گیری و فراهم کردن بسترهای مشارکت مؤثر برای تمام ذی‌نفعان، از مهم‌ترین پیش‌نیازهای دستیابی به مدیریت پایدار منابع آب به‌شمار می‌رود. تحقق این اصول، نه‌تنها سبب هماهنگی میان نهادهای مختلف می‌شود، بلکه با جلب اعتماد عمومی و بهره‌گیری از دانش و تجربه گروه‌های محلی و تخصصی، مسیر تصمیم‌سازی را به سمت راهکارهایی جامع، کارآمد و عدالت‌محور هدایت می‌کند. چنین رویکردی می‌تواند تضمین‌کننده حفاظت از منابع آب در بلندمدت و افزایش تاب‌آوری اجتماعی و محیط زیستی باشد (Dale Whittington et al., 2017; Habtu., 2024).

در این میان موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های مکانی حوزه‌های آبخیز به‌عنوان عوامل کلیدی، تأثیر بسزایی بر پویایی و پایداری منابع آب دارند. تفاوت در الگوهای بارش، شیب و جهت جغرافیایی، نوع خاک و پوشش گیاهی سبب تنوع در ظرفیت جذب، ذخیره و تخلیه آب می‌شود، همچنین الگوهای کاربری اراضی و تراکم جمعیت، از طریق تغییر در نفوذپذیری، رواناب سطحی و تقاضای آب، به‌طور مستقیم بر تعادل هیدرولوژیکی اثر می‌گذارند (McGrane., 2016). در نتیجه، هر حوزه آبخیز با سطحی متمایز از آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در برابر تنش‌های اقلیمی و انسانی مواجه است. تحلیل فضایی این تفاوت‌ها برای برنامه‌ریزی راهبردی و مدیریت پایدار منابع آب ضروری است (Dost & Kasiviswanathan, 2022; Sediqi & Komori, 2023; Jin et al., 2024). بررسی‌های نظام‌مند نشان می‌دهد بسیاری از چارچوب‌های ارزیابی موجود به‌طور کامل با شرایط مناطق خشک و نیمه‌خشک سازگار نیستند و نیاز به توسعه چارچوب‌های بومی و مشارکتی وجود دارد، همچنین پژوهش‌ها بر لزوم توجه به کیفیت آب، مشارکت واقعی ذی‌نفعان و توسعه شاخص‌های متناسب با شرایط محلی تأکید دارند (Alsaeed et al., 2022).

از سوی دیگر، مشارکت فعال و آگاهانه ذی‌نفعان – ازجمله کشاورزان، سیاستگذاران، مدیران محلی و جوامع بومی – یکی از عوامل بنیادین در تحقق مدیریت پایدار منابع آب است. حضور مؤثر این گروه‌ها سبب افزایش مشروعیت و مقبولیت تصمیم‌ها و ایجاد احساس مسئولیت مشترک در اجرای برنامه‌ها می‌شود. مشارکت ذی‌نفعان در تمام مراحل، از تشخیص مسئله تا اجرای راه‌حل، راهکارهایی واقع‌بینانه‌تر و منطبق با نیازهای محلی به همراه دارد. این رویکرد تعارض‌ها را کاهش می‌دهد و هم‌افزایی میان نهادها را تقویت می‌کند. در نهایت، مشارکت نظام‌مند ذی‌نفعان، کلید ارتقای تاب‌آوری و تضمین پایداری منابع آب در بلندمدت است (Salamanca-Cano et al., 2023). تلفیق دانش بومی با دانش علمی و سیاستگذاری مشارکتی، زمینه‌ساز تصمیم‌گیری‌های سازگار با شرایط محلی و کاهش تعارضات بین‌بخشی است. در نتیجه حکمرانی مشارکتی آب به‌عنوان رویکردی ضروری برای دستیابی به پایداری بلندمدت منابع آب و تاب‌آوری اجتماعی قلمداد می‌شود (Shafiei et al., 2022; Bui Thi Nuong et al., 2024).

در مطالعات مرتبط با پایداری منابع آب، از مجموعه‌ای متنوع از روش‌های جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها استفاده می‌شود تا تصویری دقیق و چندبعدی از وضعیت موجود و عوامل مؤثر بر آن به‌دست آید که شامل مطالعات میدانی برای بررسی مستقیم شرایط منابع

[1] Integrated Water Resource Management (IWRM)

آب، پرسشنامه و مصاحبه برای دریافت دیدگاه‌ها، تجربیات و نگرش ذی‌نفعان و مشاهده مستقیم برای ثبت رفتارها و روندهای واقعی در محیط است، همچنین تحلیل اسناد، گزارش‌ها، نقشه‌ها و داده‌های ثانویه نقش مهمی در تکمیل و اعتبارسنجی اطلاعات دارد و امکان مقایسه و بررسی روندهای گذشته را فراهم می‌کند. به‌کارگیری این رویکردهای ترکیبی زمینه را برای تحلیل جامع و تصمیم‌گیری‌های آگاهانه در راستای مدیریت پایدار منابع آب فراهم می‌سازد (Taufik et al., 2019; Helsel et al., 2020). در این پژوهش، از پرسشنامه و مصاحبه با ذی‌نفعان اصلی برای گردآوری داده‌های کمّی و کیفی بهره گرفته شد. به‌منظور بررسی تفاوت‌ها و مقایسه میان مناطق بالادست و پایین‌دست سد درودزن، از روش‌های آماری مقایسه‌ای شامل آزمون t مستقل، من–ویتنی، فریدمن و تحلیل واریانس دوطرفه[1] استفاده شد. بدین ترتیب ترکیب روش‌های جمع‌آوری داده و تحلیل آماری پارامتری و ناپارامتری، تصویری جامع و علمی از وضعیت پایداری منابع آب ارائه کرد. مفهوم پایداری به وضعیتی اشاره دارد که در آن منابع طبیعی برای آینده‌ای قابل پیش‌بینی ثابت می‌مانند تا رفاه نسل‌های آینده کاهش نیابد. در حالت ایده‌آل زمانی که تأثیر بالقوه یک سیاست، برنامه‌ریزی یا پروژه ارزیابی می‌شود باید هم به رفاه بیشتر منجر شود و هم تأثیر مثبت یا حداقل خنثی بر وضعیت کلی منابع برای آینده داشته باشد، در چنین حالتی است که می‌توان از مقوله پایداری حرف زد (Pearce et al., 1989).

پژوهش‌های زیادی در ایران و سایر کشورها در زمینه منابع آبی انجام شده است، به‌طوری که پژوهشگران در مطالعه‌ای تطبیقی نشان دادند ترکیب حکمرانی چندمرکزی، درآمد سرانه بالا و فساد پایین می‌تواند به مدیریت مطلوب منابع آب منجر شود، اما وضعیت محیط زیستی حوزه‌ها به نسبت کمتری مربوط به کیفیت حکمرانی می‌شود و بیشتر تحت تأثیر فشارهای انسانی است (Knieper & Pahl-Wostl, 2016)، همچنین نتایج پژوهشی که سرینیواس[2] و همکاران (۲۰۱۸) انجام دادند نشان داد مدل‌سازی ترکیبی و مشارکتی با استفاده از رویکردهای تصمیم‌گیری چندمعیاره و تحلیل مکانی، به شناسایی مناطق بحرانی و تدوین راهبردهای بهینه برای مدیریت پایدار حوزه‌های آبخیز کمک می‌کند. پژوهش دیگری بر اهمیت یکپارچگی حوزه آبخیز و مشارکت ذی‌نفعان در حکمرانی آب تأکید دارد و نتایج پژوهش نشان داد نبود نهادهای اجرایی و نظارتی مؤثر، پایداری حوزه را تهدید می‌کند (Cotler Avalos, 2020). در پژوهشی دیگر شفیعی و همکاران (۲۰۲۲) با رویکرد مشارکتی و مبتنی بر شاخص، چارچوبی برای ارزیابی پایداری مدیریت آب در سطح حوزه آبخیز ارائه دادند. نتایج نشان داد با مشارکت ذی‌نفعان و وزن‌دهی شاخص‌ها، می‌توان وضع بحرانی پایداری را در حوزه مورد مطالعه مشخص کرد. لیم[3] و همکاران (۲۰۲۲) طی پژوهشی بر مرور نظام‌مند مدیریت یکپارچه حوزه‌های آبخیز نیز بیان کردند که مشارکت ذی‌نفعان یکی از عناصر کلیدی موفقیت است، اما چارچوب‌های مؤثر برای این مشارکت هنوز به‌اندازه کافی توسعه نیافته‌اند. طی پژوهشی در حوزه‌های بزرگ رودخانه‌ای آسیا و آفریقا، پژوهش‌ها نشان داده است که توسعه و مدیریت پایدار منابع آب نیازمند رویکردهای جامع و آینده‌نگر است که ابعاد اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی را همزمان در نظر بگیرد (Li et al., 2022). صدیق و کوموریان[4] در سال ۲۰۲۳ طی پژوهشی به ارزیابی پایداری منابع آب در حوزه کابل با استفاده از شاخص‌های هیدرولوژیک و مدل‌سازی اقلیمی پرداختند. نتایج نشان داد که مناطق پایین‌دست و پرجمعیت، آسیب‌پذیری بیشتری نسبت به تغییرات اقلیمی و کاهش پایداری دارند. طی پژوهشی در حوزه رودخانه کر، نتایج تحلیل شبکه‌ای ساختار حکمرانی آب نشان داد که ساختار نهادی ضعیف و متمرکز، مانع همکاری و هماهنگی بین نهادها شده و گذار به حکمرانی چندمرکزی نیازمند تقویت روابط افقی و توسعه نهادهای حمایتی است (Rahimi et al., 2022). پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهند که توسعه چارچوب‌های ارزیابی مبتنی بر شاخص و با مشارکت ذی‌نفعان، می‌تواند به شناسایی نقاط ضعف و قوت پایداری حوزه‌های آبخیز و دستیابی به اهداف توسعه پایدار کمک کند (Lim et al., 2022). مطالعه‌ای تطبیقی در حوزه آبخیز بوگوتا در کلمبیا نیز تأکید می‌کند که مشارکت مؤثر ذی‌نفعان باید در تمامی مراحل سیاستگذاری، به‌ویژه در ارزیابی و پایش، مورد توجه قرار گیرد تا از رویکردهای صوری و غیرمؤثر جلوگیری شود (Salamanca-Cano & Duran-Diaz, 2023).

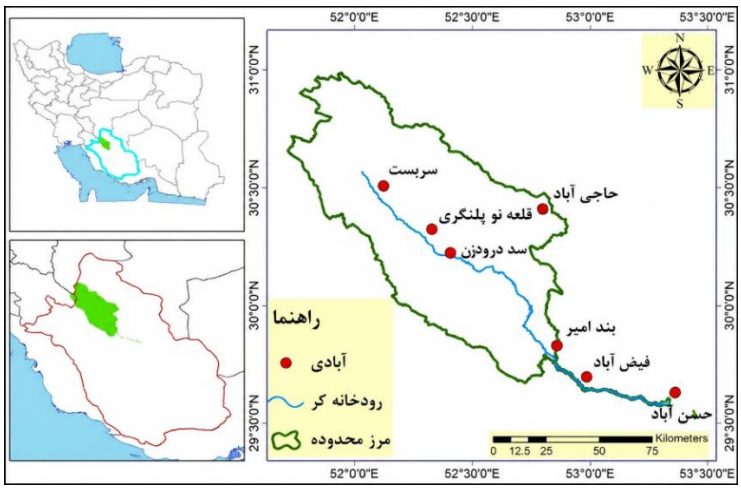
[1] Two-way ANOVA
[2] Srinivas
[3] Lim
[4] Sediqi & Komori

در نهایت، پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه کر و سایر حوزه‌های مشابه، نقش کلیدی شاخص‌های کیفیت آب، مشارکت ذی‌نفعان و ساختار حکمرانی را در تحقق پایداری منابع آب برجسته می‌کنند، بنابراین تحلیل تطبیقی مؤلفه‌های پایداری منابع آب با توجه به موقعیت جغرافیایی و دیدگاه ذی‌نفعان، می‌تواند راهگشای سیاستگذاری و مدیریت بهینه منابع آب در حوزه‌هایی مانند رودخانه کر باشد. هدف اصلی این پژوهش، خلق یک الگوی نوین و انسانی برای ارزیابی و ارتقای پایداری منابع آب در حوزه آبخیز رودخانه کر است که فراتر از رویکردهای صرفاً فنی و مدیریتی، به تجربه زیسته، دغدغه‌ها و آرمان‌های ذی‌نفعان محلی و تأثیرات موقعیت جغرافیایی بر کیفیت و کمیت آب توجه می‌کند. این پژوهش تلاش می‌کند با ترکیب تحلیل علمی و شنیدن صدای انسان‌هایی که زندگی و معیشت‌شان به آب وابسته است، راهکارهایی ارائه دهد که نه‌تنها به بهبود شاخص‌های کمّی و کیفی آب منجر شود، بلکه حس تعلق، مسئولیت‌پذیری و امید به آینده را در میان ساکنان حوزه تقویت کند. نوآوری این تحقیق در آن است که پایداری آب را نه فقط به‌عنوان یک مسئله محیط زیستی یا فنی، بلکه به‌عنوان یک دغدغه انسانی و اجتماعی می‌نگرد و تلاش می‌کند با مشارکت واقعی ذی‌نفعان، الگویی بومی و الهام‌بخش برای مدیریت منابع آب ارائه دهد که قابل تعمیم به سایر حوزه‌های مشابه نیز باشد.

۲. روش‌شناسی پژوهش

۲-۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز رودخانه کر، در عرض جغرافیایی ″۲۰/۸۳ ´۱۲ °۳۰ و طول جغرافیایی ″۴۴/۲۱ ´۲۵ °۵۲ واقع شده است و یکی از مهم‌ترین و بزرگ‌ترین حوزه‌های آبخیز استان فارس در جنوب ایران است که نقشی کلیدی در تأمین آب کشاورزی، صنعتی و شرب منطقه ایفا می‌کند. این رودخانه با طول تقریبی ۲۸۰ کیلومتر و مساحت حوزه‌ای حدود ۹۷۰۰ کیلومترمربع، از ارتفاعات زاگرس سرچشمه می‌گیرد و پس از عبور از مناطق کوهستانی و دشت‌های حاصلخیز، به تالاب بختگان می‌ریزد. در مسیر خود، رودخانه کر توسط دو سد مهم، یعنی سد ملاصدرا در بالادست و سد درودزن در میانه مسیر، تنظیم و کنترل می‌شود. محدوده مورد مطالعه، از بالادست سد درودزن آغاز می‌شود و تا پایین‌دست این سد ادامه می‌یابد؛ منطقه‌ای که به‌دلیل وجود منابع آبی فراوان، خاک‌های حاصلخیز و پوشش گیاهی متنوع، از اهمیت بالایی برای کشاورزی و زیست‌بوم منطقه برخوردار است (شکل ۱). در این بازه، رودخانه کر علاوه بر تأمین آب برای اراضی کشاورزی و روستاهای متعدد، زیستگاه گونه‌های آبزی مهمی مانند ماهی کپوتا نیز محسوب می‌شود. با این حال، ساخت سدها و تغییرات کاربری اراضی در سال‌های اخیر، سبب تغییرات چشمگیر در رژیم هیدرولوژیک، کاهش دبی جریان، افزایش آلودگی و تهدید پایداری اکوسیستم‌های آبی و خاکی این منطقه شده است. بررسی‌های علمی نشان می‌دهد پس از احداث سدها، وقوع سیلاب‌های طبیعی کاهش یافته و تعادل مورفولوژیکی و محیط زیستی رودخانه دچار اختلال شده است، همچنین کیفیت آب در پایین‌دست سد درودزن به‌دلیل ورود پساب‌های کشاورزی، صنعتی و شهری نسبت به بالادست با کاهش بیشتری مواجه است. این ویژگی‌ها، حوزه آبخیز رودخانه کر را به نمونه‌ای شاخص برای مطالعات پایداری منابع آب و مدیریت یکپارچه حوزه‌های آبخیز در مناطق نیمه‌خشک ایران تبدیل کرده است (Jalali Shahrood et al., 2020; Hamidifar et al., 2022).



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

۲-۲. روش کار

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و از نظر روش‌شناسی توصیفی - تحلیلی است که با هدف تحلیل تطبیقی مؤلفه‌های پایداری منابع آب در حوزه آبخیز رودخانه کر، با تأکید بر نقش موقعیت جغرافیایی (بالادست و پایین‌دست سد درودزن) و دیدگاه ذی‌نفعان (کارشناسان و کشاورزان) انجام شده است. این پژوهش با رویکرد مقایسه‌ای و بر پایه داده‌های حاصل از پرسشنامه میدانی صورت گرفته است. ابزار گردآوری داده‌ها، پرسشنامه سنجش پایداری منابع آب بود که بر اساس ادبیات نظری، مطالعات پیشین و نظرات خبرگان طراحی شد. این پرسشنامه دارای چهار مؤلفه اصلی شامل محیط توانمندساز (عوامل طبیعی، زیرساختی، قانونی و آموزشی مؤثر بر پایداری منابع آب)، نهادها و مشارکت‌ها (سطح همکاری و هم‌افزایی میان سازمان‌ها، جوامع محلی و نهادهای مردمی)، ابزارهای مدیریت (سیاست‌ها، روش‌های مدیریتی، فناوری‌ها و نظام‌های نظارتی) و تأمین مالی (منابع سرمایه‌گذاری، حمایت‌های اقتصادی و سازوکارهای مالی پایداری آب) است. گویه‌های هر مؤلفه بر اساس مقیاس پنج‌درجه‌ای لیکرت، از «بسیار کم» تا «بسیار زیاد» مورد سنجش قرار گرفتند (Sullivan et al., 2013; Malik et al., 2021).

به‌منظور اطمینان از روایی محتوایی، پرسشنامه در اختیار تعدادی از اساتید و کارشناسان حوزه‌های مدیریت منابع آب و توسعه روستایی قرار گرفت و اصلاحات لازم بر اساس بازخورد آنان اعمال شد. برای بررسی پایایی ابزار، پیش‌آزمون[1] با ۳۰ پرسشنامه در جامعه‌ای مشابه انجام گرفت و ضریب آلفای کرونباخ (Tavakol et al., 2011) برای مؤلفه‌های چهارگانه محاسبه شد. نتایج نشان داد مقدار آلفای کرونباخ برای تمام مؤلفه‌ها بیش از ۰/۷ و بیانگر پایایی قابل قبول پرسشنامه است (Pires et al., 2017). پرسشنامه‌ها به‌صورت حضوری بین کشاورزان و کارشناسان توزیع شد و در مواردی که پاسخ‌دهندگان با مفاهیم تخصصی آشنا نبودند، توضیحات لازم توسط پرسشگر ارائه شد. پس از جمع‌آوری، پرسشنامه‌های ناقص یا نامعتبر حذف و داده‌های نهایی برای تحلیل آماده شد. داده‌های گردآوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۷.۰.۱) تحلیل شدند.

در گام نخست، نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو–ویلک[2] بررسی و سپس برای پاسخ به اهداف پژوهش، میانگین گویه‌های مربوط به هر مؤلفه محاسبه و به‌عنوان نمره آن مؤلفه در نظر گرفته شد. در ادامه، برای مقایسه میانگین مؤلفه‌های پایداری بین روستاهای بالادست و پایین‌دست، در صورت نرمال بودن داده‌ها از آزمون t مستقل[3] و در صورت غیرنرمال بودن از آزمون من –ویتنی[4] استفاده شد. به‌منظور بررسی تفاوت دیدگاه دو گروه ذی‌نفع (کارشناسان و کشاورزان) و نقش موقعیت جغرافیایی، از تحلیل واریانس دوطرفه[5] بهره گرفته شد، همچنین برای تعیین اهمیت نسبی هر مؤلفه در پایداری منابع آب، آزمون فریدمن[6] به‌کار رفت. تمام آزمون‌ها در سطح خطای ۰/۰۵ انجام شدند و در صورت نیاز اندازه اثر[7] نیز گزارش شد. همه شرکت‌کنندگان پیش از تکمیل پرسشنامه از هدف پژوهش آگاه شدند و رضایت‌نامه مشارکت داوطلبانه از آنان اخذ شد. داده‌های گردآوری‌شده صرفاً برای اهداف پژوهشی بود و محرمانه تلقی شد.

۲-۲-۱. آمار توصیفی

جامعه آماری این پژوهش شامل تمام ذی‌نفعان و بهره‌برداران منابع آب در حوزه آبخیز رودخانه کر است که در روستاهای واقع در بالادست و پایین‌دست سد درودزن سکونت دارند. این جامعه به‌عنوان نماینده‌ای از ساختار اجتماعی - اقتصادی حوزه آبخیز، از دو گروه اصلی تشکیل شده‌اند:

۱) کارشناسان دستگاه‌های اجرایی مرتبط با مدیریت منابع آب، کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست، شامل کارشناسان اداره جهاد کشاورزی، امور آب، سازمان حفاظت محیط زیست و شوراهای محلی.

---

[1] Pilot Study
[2] Shapiro–Wilk
[3] Independent Samples t-test
[4] Mann–Whitney U
[5] Two-way ANOVA
[6] Friedman
[7] Effect Size

۲) کشاورزان فعال در بهره‌برداری از منابع آب سطحی و زیرزمینی که نقشی مستقیم در تصمیم‌گیری‌ها و عملکردهای مرتبط با الگوی کشت و مدیریت منابع آب در سطح محلی دارند.

به‌منظور دستیابی به داده‌های لازم، از روش نمونه‌گیری هدفمند و در دسترس استفاده شد. در این راستا، با توجه به تفاوت‌های مکانی و عملکردی مناطق بالادست و پایین‌دست سد درودزن، سه روستای بالادست شامل سربست، حاجی‌آباد و قلعه‌نو پالنگری و سه روستای پایین‌دست شامل بندامیر، فیض‌آباد و حسن‌آباد به‌عنوان مناطق نماینده انتخاب شدند تا اثر موقعیت جغرافیایی و تأثیر سد بر پایداری منابع آب به‌طور تطبیقی مورد بررسی قرار گیرد. درمجموع تعدادی پرسشنامه معتبر جمع‌آوری و توسط کشاورزان و کارشناسان تکمیل شد. انتخاب پاسخ‌دهندگان بر اساس معیارهایی همچون آگاهی از وضعیت منابع آب، تجربه عملی در مدیریت و بهره‌برداری از آن و تمایل به همکاری در فرایند پژوهش انجام پذیرفت.

به‌منظور شناخت بهتر ویژگی‌های جامعه مورد مطالعه، اطلاعات جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان نیز گردآوری شد. نتایج نشان داد بخش عمده‌ای از شرکت‌کنندگان را مردان تشکیل می‌دادند و دامنه سنی آنان به‌طور عمده بین ۳۰ تا ۶۰ سال بود. از نظر سطح تحصیلات، بیشتر کشاورزان دارای تحصیلات ابتدایی تا دیپلم و کارشناسان دارای مدارک تحصیلی کارشناسی و کارشناسی ارشد بودند. میانگین سابقه فعالیت در امور کشاورزی، منابع آب و مدیریت محیط زیستی بین ۱۰ تا ۳۰ سال برآورد شد. افزون بر این، بیشتر کشاورزان از مالکان زمین‌های زراعی بودند و به‌صورت دائم در روستاهای محل مطالعه سکونت داشتند. به‌طور کلی، جامعه آماری این پژوهش نشان‌دهنده مجموعه‌ای از افراد باتجربه و آگاه در دو سطح تخصصی و اجرایی است که دیدگاه‌ها و تجارب آنان می‌تواند تصویری جامع از وضعیت موجود و پایداری منابع آب در حوزه آبخیز رودخانه کر ارائه دهد. داده‌های حاصل از این جامعه آماری، مبنایی علمی و قابل اتکا برای تحلیل دقیق پایداری منابع آب در منطقه و ارائه راهکارهای مدیریتی آینده‌نگر فراهم می‌سازد.

۳. یافته‌های پژوهش

۳-۱. تحلیل‌های آماری

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین مؤلفه‌های پایداری منابع آب، مشاهده شد که در هر دو گروه پاسخ‌دهندگان (کشاورزان و کارشناسان)، امتیازات مربوط به روستاهای پایین‌دست سد درودزن در تمام مؤلفه‌ها اندکی بالاتر از روستاهای بالادست بوده است. این الگو نشان‌دهنده آن است که شرایط نهادی، مدیریتی و محیطی در پایین‌دست سد از منظر ذی‌نفعان منطقه، وضعیت مطلوب‌تری دارد. در میان مؤلفه‌ها، بیشترین اختلاف میان دو ناحیه جغرافیایی به شاخص‌های «نهادها و مشارکت‌ها» و «ابزارهای مدیریت» مربوط می‌شود. در دیدگاه کشاورزان، امتیاز این دو مؤلفه به‌ترتیب ۱۸ و ۲۲ واحد در پایین‌دست بیشتر از بالادست گزارش شده است و در دیدگاه کارشناسان نیز این اختلاف به‌ترتیب ۱۸ و ۲۰ واحد بوده است. این موضوع نشان می‌دهد در مناطق پایین‌دست، نظام نهادی منسجم‌تر، مشارکت محلی فعال‌تر و ابزارهای مدیریتی کارآمدتری در زمینه بهره‌برداری از منابع آب وجود دارد. احتمالاً تمرکز دستگاه‌های اجرایی و حضور پررنگ نهادهای رسمی و آموزشی در محدوده پایین‌دست، سبب ارتقای این شاخص‌ها شده است. از سوی دیگر، مؤلفه «تأمین مالی» کمترین اختلاف میان دو منطقه را نشان می‌دهد (۱۹+ در میان کشاورزان و ۱۶+ در میان کارشناسان) که حاکی از آن است که چالش‌های اقتصادی و محدودیت‌های مالی همچنان در کل حوزه آبخیز، بدون تفاوت چشمگیر مکانی وجود دارد، بنابراین به‌رغم پیشرفت‌های نهادی و مدیریتی در پایین‌دست، مشکلات مرتبط با سرمایه‌گذاری و تأمین منابع مالی همچنان از موانع اساسی پایداری منابع آب محسوب می‌شود. در مقایسه دیدگاه‌های دو گروه، کارشناسان به‌طور میانگین ارزیابی مثبت‌تری نسبت به کشاورزان از وضعیت پایداری منابع آب ارائه داده‌اند (جدول ۱).

این تفاوت می‌تواند ناشی از سطح آگاهی بالاتر کارشناسان نسبت به برنامه‌ها، سیاست‌ها و ظرفیت‌های مدیریتی موجود باشد، در حالی که کشاورزان بیشتر بر مبنای تجربیات شخصی و چالش‌های عملی روزمره ارزیابی کرده‌اند. به‌طور کلی، یافته‌ها نشان می‌دهد در حوزه آبخیز رودخانه کر، تفاوت‌های مکانی و ادراکی معناداری در برداشت از پایداری منابع آب میان نواحی بالادست و پایین‌دست و میان دو گروه ذی‌نفع وجود دارد. این نتایج بر ضرورت اتخاذ رویکردی متوازن، مشارکتی و عدالت‌محور در برنامه‌ریزی مدیریت منابع آب تأکید دارد، به‌گونه‌ای که ضمن تداوم حمایت‌های نهادی در پایین‌دست، فرصت‌ها و زیرساخت‌های توسعه‌ای در مناطق بالادست نیز تقویت و پایداری منابع آب در کل حوزه به شکل فراگیر تضمین شود.

جدول ۱. مقایسه میانگین ابعاد پایداری منابع آب در دو منطقه بالادست و پایین‌دست

شاخص	دیدگاه کشاورزان			دیدگاه کارشناسان		
	بالادست	پایین‌دست	اختلاف	بالادست	پایین‌دست	اختلاف
محیط توانمندساز	۳۶/۷	۵۱/۷	+۱۵	۳۸/۷	۵۵/۷	+۱۷
نهادها و مشارکت‌ها	۳۱/۰	۴۹/۳	+۱۸	۳۴/۰	۵۲/۳	+۱۸
ابزارهای مدیریت	۳۹/۳	۶۱/۷	+۲۲	۴۶/۷	۶۷/۳	+۲۰
تأمین مالی	۳۵/۰	۵۴/۰	+۱۹	۴۳/۰	۵۹/۰	+۱۶
میانگین کلی	۳۵/۵	۵۴/۲	+۱۸/۷	۴۰/۶	۵۸/۶	+۱۷/۷

۳-۱-۱. روستای سربست (بالادست)

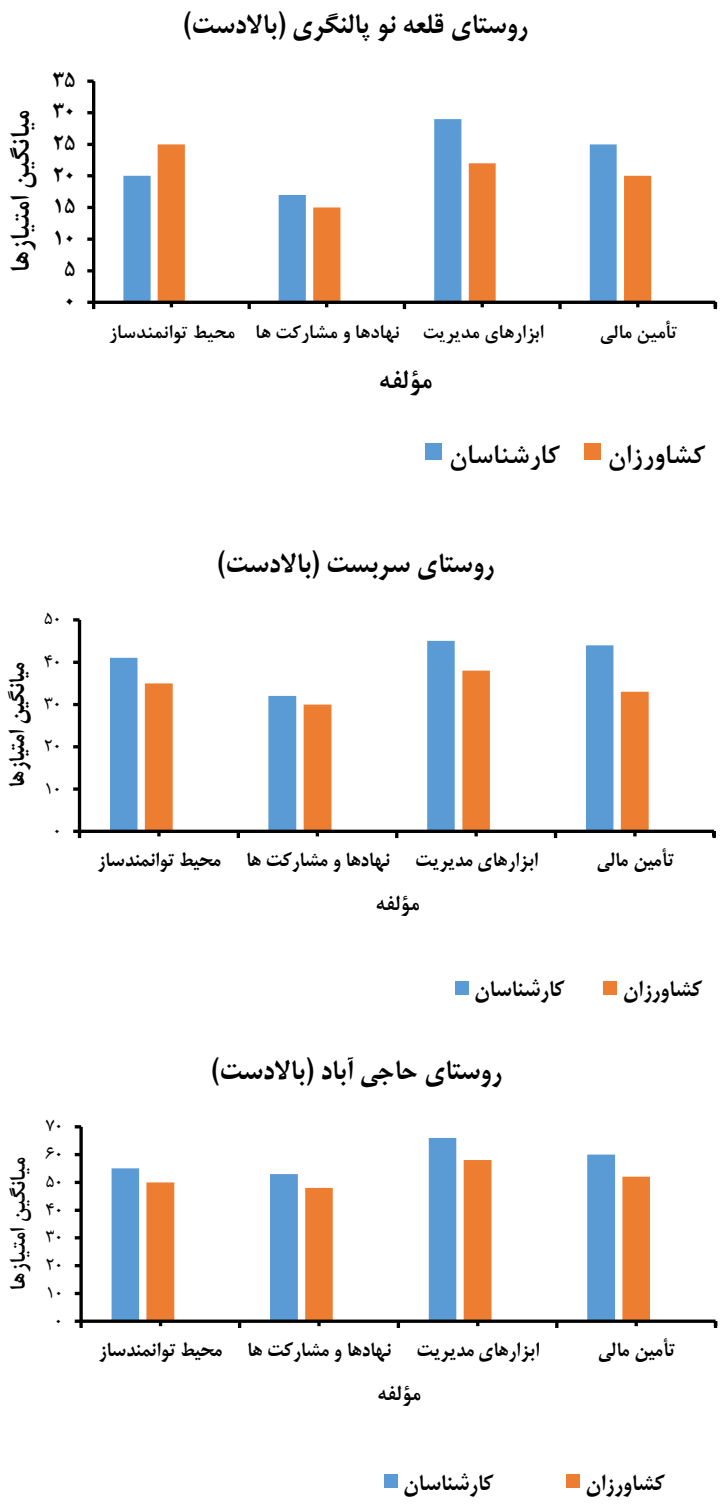
نتایج پژوهش نشان داد میان دیدگاه کارشناسان و کشاورزان در تمامی مؤلفه‌های پایداری منابع آب در روستای سربست تفاوت معناداری وجود دارد. در تمام شاخص‌ها، کارشناسان امتیاز بالاتری نسبت به کشاورزان کسب کردند که بیانگر نگرش خوش‌بینانه‌تر آنان نسبت به وضعیت موجود است. در مؤلفه محیط توانمندساز، بیشترین همگرایی میان دو گروه مشاهده شد؛ کارشناسان (میانگین ≈۴۱) و کشاورزان (≈۳۵) وضعیت زیرساخت‌ها و خدمات ترویجی را به‌نسبت مطلوب ارزیابی کردند. در مؤلفه نهادها و مشارکت‌ها، کارشناسان با میانگین حدود ۳۲ وضعیت تعامل نهادی و مشارکت محلی را رضایت‌بخش‌تر دانستند، در حالی که کشاورزان ارزیابی ضعیف‌تری داشتند. در مؤلفه ابزارهای مدیریت، کارشناسان (≈۴۵) ابزارهای مدیریتی را کارآمدتر ارزیابی کردند و کشاورزان (≈۳۸) دیدگاهی انتقادی‌تر نسبت به کارایی این سازوکارها داشتند. بیشترین فاصله در مؤلفه تأمین مالی مشاهده شد؛ کارشناسان با میانگین حدود ۴۳ وضعیت مالی را مناسب‌تر دانستند، اما کشاورزان (≈۳۳) آن را چالش‌برانگیز ارزیابی کردند. به‌طور کلی کارشناسان ارزیابی مثبت‌تری از وضعیت پایداری منابع آب نسبت به کشاورزان داشتند (شکل ۲).

۳-۱-۲. روستای حاجی‌آباد (بالادست)

بررسی میانگین مؤلفه‌های توسعه و توانمندسازی پایداری منابع آب در روستای حاجی‌آباد نشان می‌دهد دیدگاه کارشناسان و کشاورزان در همه مؤلفه‌ها تا حدی متفاوت است. در مؤلفه‌های محیط توانمندساز و نهادها و مشارکت‌ها، اختلاف میان دو گروه اندک است و هر دو وضعیت زیرساخت‌ها و نقش نهادهای محلی را به‌نسبت مطلوب ارزیابی کرده‌اند، هرچند کشاورزان میزان مشارکت واقعی خود را کمتر دانسته‌اند. در مقابل، بیشترین تفاوت در مؤلفه‌های ابزارهای مدیریت و تأمین مالی مشاهده می‌شود؛ کارشناسان عملکرد سازوکارهای مدیریتی و دسترسی به منابع مالی را رضایت‌بخش‌تر می‌دانند، اما کشاورزان به‌دلیل تجربه مستقیم از محدودیت‌ها، ارزیابی محتاطانه‌تری دارند. به‌طور کلی امتیازهای بالاتر کارشناسان نشان‌دهنده نگرش خوش‌بینانه‌تر آنان نسبت به ظرفیت‌های نهادی و مدیریتی است، در حالی که دیدگاه کشاورزان بیشتر بازتابی از واقعیت‌های میدانی، چالش‌های اجرایی و محدودیت‌های مالی در مدیریت منابع آب به‌شمار می‌آید (شکل ۲).

۳-۱-۳. روستای قلعه‌نو پالنگری (بالادست)

نتایج پژوهش نشان داد میان دیدگاه کارشناسان و کشاورزان در مؤلفه‌های پایداری منابع آب در حوزه کر تفاوت محسوسی وجود دارد. در محیط توانمندساز، کشاورزان با میانگین حدود ۲۵ امتیاز، ارزیابی مثبت‌تری نسبت به کارشناسان (≈۲۰) داشتند که نشان‌دهنده تأثیر تجربه‌های مستقیم آنان از شرایط طبیعی و مواجهه با خشکسالی است. کارشناسان این مؤلفه را در سطح برنامه‌ریزی کلان کمتر اولویت‌دار دانسته‌اند. در نهادها و مشارکت‌ها نیز کارشناسان (≈۱۷) دیدگاه مطلوب‌تری نسبت به کشاورزان (≈۱۵) ابراز کرده‌اند که حاکی از ضعف هماهنگی نهادی و مشارکت محلی در مدیریت آب است. بیشترین اختلاف در ابزارهای مدیریتی مشاهده شد؛ کارشناسان (≈۳۰) بر کارایی فناوری‌های نوین و مدل‌سازی‌های فنی تأکید داشتند، در حالی که کشاورزان (≈۲۲) به‌دلیل محدودیت دسترسی، ارزیابی محتاطانه‌تری ارائه کردند. در تأمین مالی نیز کارشناسان (≈۲۵) شرایط را مناسب‌تر از کشاورزان (≈۲۰) دانسته‌اند. درمجموع کارشناسان نگرشی خوش‌بینانه‌تر نسبت به ظرفیت‌های فنی و نهادی دارند، در حالی که دیدگاه کشاورزان بیشتر بازتاب تجربه‌های میدانی و محدودیت‌های اقتصادی است. این تفاوت ادراکی ضرورت رویکردی یکپارچه در مدیریت منابع آب را نشان می‌دهد که ترکیبی از دانش بومی و تخصص فنی باشد (شکل ۲).



شکل ۲. نمودار های مقایسه میانگین امتیاز هر مؤلفه از دیدگاه کارشناسی و کشاورز

۳-۱-۴. روستای بندامیر (پایین‌دست)

تحلیل مؤلفه‌های پایداری منابع آب در حوزه کر نشان داد دیدگاه کارشناسان و کشاورزان در تمام ابعاد متفاوت است. در محیط توانمندساز، کارشناسان میانگین ۷۸ و کشاورزان ۷۳ امتیاز داده‌اند که تفاوت نگرش‌ها نسبت به زیرساخت‌های طبیعی و سازگاری با تغییرات اقلیمی را نشان می‌دهد. کارشناسان با تمرکز بر برنامه‌ریزی بلندمدت اهمیت این مؤلفه‌ها را برجسته کرده‌اند، در حالی

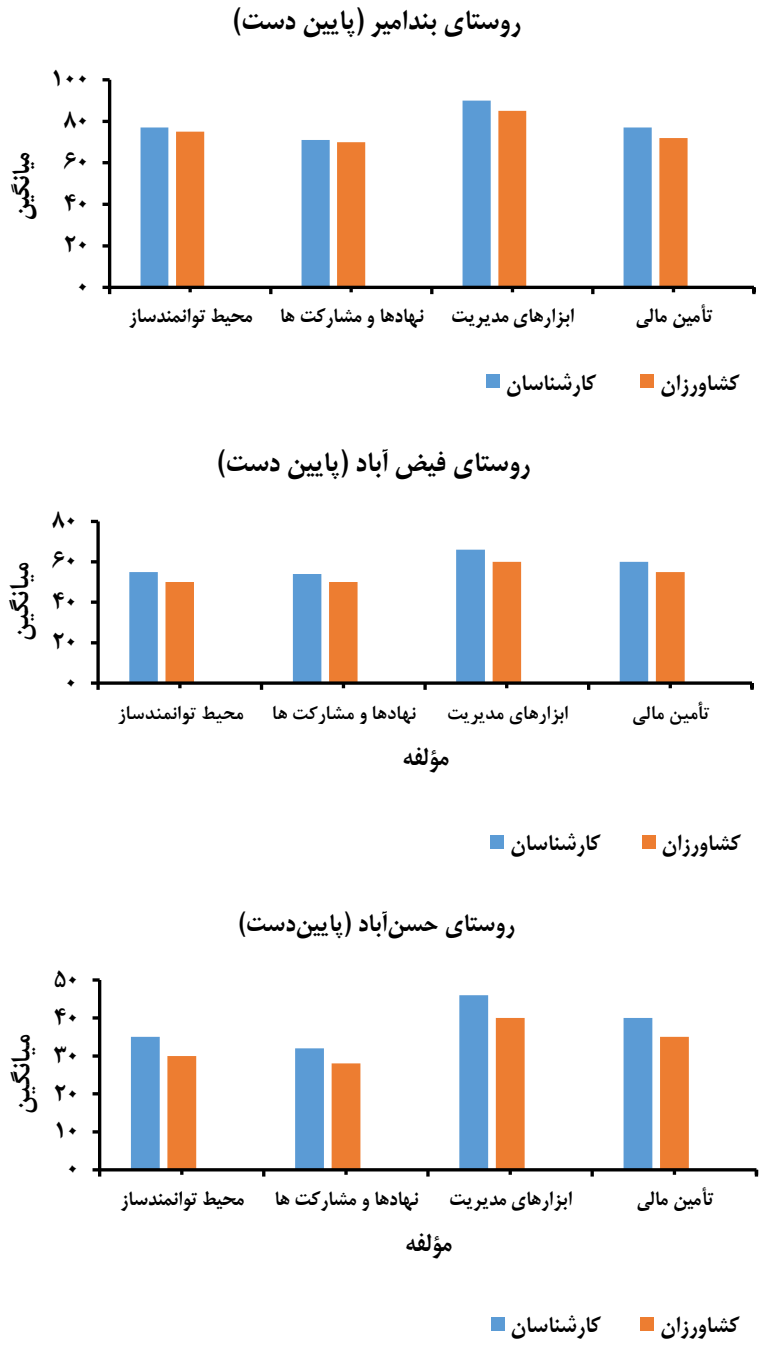
که کشاورزان براساس تجربه میدانی ارزیابی متفاوتی ارائه داده‌اند. در نهادها و مشارکت‌ها، میانگین کارشناسان ۶۹ و کشاورزان ۶۳ است که ضعف هماهنگی نهادی و مشارکت محلی را بازتاب می‌دهد. بیشترین اختلاف در ابزارهای مدیریتی دیده شد؛ کارشناسان با امتیاز ۹۳ و کشاورزان با ۸۳، اهمیت فناوری‌های نوین و روش‌های مدیریتی پیشرفته را برجسته کرده‌اند. در تأمین مالی نیز کارشناسان ۷۸ و کشاورزان ۵۹ امتیاز داده‌اند که ضرورت سرمایه‌گذاری پایدار و منابع مالی مناسب را نشان می‌دهد. این یافته‌ها بر اهمیت مدیریت یکپارچه تأکید دارند که دانش فنی کارشناسان و تجربه عملی کشاورزان را تلفیق و با اقدام‌های اکولوژیک و تأمین مالی پایدار، پایداری منابع آب حوزه کر را تقویت می‌کند (شکل ۳).

۳-۱-۵. روستای فیض‌آباد (پایین‌دست)

بررسی مؤلفه‌های پایداری منابع آب در حوزه کر نشان می‌دهد ارزیابی کارشناسان و کشاورزان از جنبه‌های مختلف این منابع با یکدیگر تفاوت دارد. در محیط توانمندساز، کارشناسان با میانگین ۵۵ و کشاورزان با ۵۰، امتیاز داده‌اند که نشان‌دهنده تمرکز کارشناسان بر حفاظت بلندمدت پوشش گیاهی و سازگاری اکولوژیک و توجه کشاورزان به اثرات فوری تغییرات اقلیمی بر محصولات است. در نهادها و مشارکت‌ها، میانگین کارشناسان ۵۰ و کشاورزان ۴۵ است که ضعف هماهنگی نهادی و محدودیت مشارکت محلی را نشان می‌دهد. ابزارهای مدیریتی بیشترین امتیاز را داشته‌اند؛ میانگین امتیاز کارشناسان ۶۵ و کشاورزان ۵۵ است. فناوری‌های نوین، مدل‌سازی هیدرولوژیک و سیستم‌های آبیاری هوشمند اهمیت بالایی دارند، اما محدودیت دسترسی کشاورزان سبب ارزیابی کمتر آنان شده است. همچنین در مؤلفه تأمین مالی، میانگین امتیاز کارشناسان ۵۵ و کشاورزان ۴۵ امتیاز است که اهمیت سرمایه‌گذاری پایدار و منابع مالی مناسب برای پروژه‌های احیا و زیرساخت‌ها را نشان می‌دهد. این یافته‌ها ضرورت مدیریت یکپارچه منابع آب را برجسته می‌کند که با تلفیق دانش فنی کارشناسان و تجربه عملی کشاورزان، همراه با آموزش، تقویت نهادها و سرمایه‌گذاری در ابزارهای مدیریتی، می‌تواند پایداری اکولوژیک و اقتصادی حوزه کر را ارتقا دهد (شکل ۳).

۳-۱-۶. روستای حسن‌آباد (پایین‌دست)

در روستای حسن‌آباد، پایین‌دست سد درودزن، مقایسه دیدگاه‌های کارشناسان و کشاورزان درباره چهار مؤلفه کلیدی پایداری منابع آب – محیط توانمندساز، نهادها و مشارکت‌ها، ابزارهای مدیریت و تأمین مالی – شکاف آشکار میان سطح کلان و خرد را نشان می‌دهد. در مقیاس صفر تا ۵۰، کارشناسان به‌طور متوسط ۵.۲۵ واحد خوش‌بینانه‌تر از کشاورزان ارزیابی کرده‌اند که ناشی از تفاوت تجربه و مشاهده مستقیم است. ابزارهای مدیریت با میانگین ۴۷ برای کارشناسان و ۴۰ برای کشاورزان، هم قوی‌ترین مؤلفه و هم دارای بیشترین شکاف هستند؛ کارشناسان از زیرساخت‌های پیشرفته رضایت دارند، در حالی که کشاورزان این ابزارها را پیچیده، دور از دسترس یا ناعادلانه می‌دانند. نهادها و مشارکت‌ها ضعیف‌ترین مؤلفه هستند (۳۲ در برابر ۲۸) و ناکارآمدی تعاونی‌ها و شوراها را بازتاب می‌دهند. تأمین مالی و محیط توانمندساز نیز با اختلاف متوسط مشابهی ارزیابی شده‌اند؛ کارشناسان بر سیاست‌های دولتی تأکید دارند، اما کشاورزان از محدودیت‌ها و هزینه‌های بالای اجرایی گلایه دارند. این یافته‌ها بر ضرورت تقویت نقش نهادهای محلی و مدیریت یکپارچه تأکید می‌کنند تا سیاست‌ها و ابزارهای کلان به‌طور مؤثر در سطح خرد اجرا شود و پایداری منابع آب در منطقه بهبود یابد (شکل ۳).



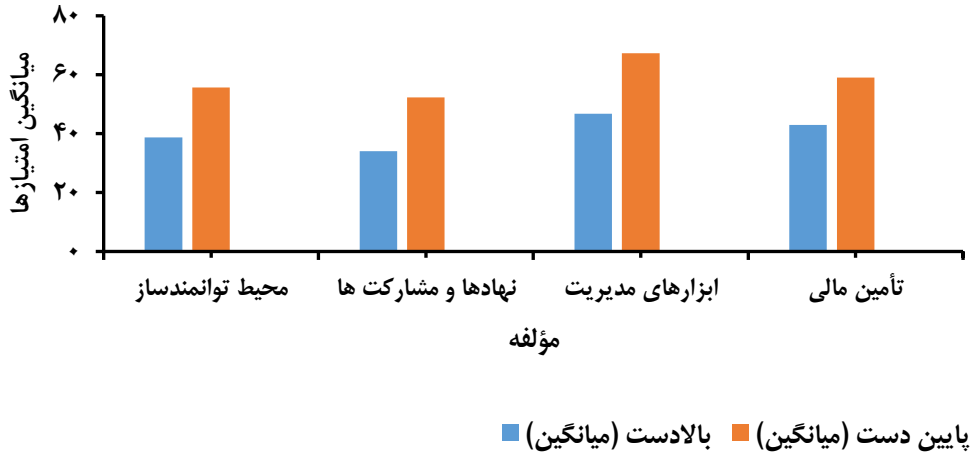
شکل ۳– نمودار مقایسه میانگین امتیاز هر مؤلفه از دیدگاه کارشناسی و کشاورز

۳–۲. محاسبه میانگین هر مؤلفه در دو ناحیه

در حوزه آبخیز رودخانه کر، مقایسه میانگین امتیازهای منطقه بالادست و پایین‌دست سد درودزن بر اساس چهار مؤلفه کلیدی پایداری منابع آب – محیط توانمندساز، نهادها و مشارکت‌ها، ابزارهای مدیریت و تأمین مالی – الگویی از نابرابری فضایی را برجسته می‌سازد. این نمودار ستونی، بر پایه مقیاس صفر تا ۵۰ (معادل لیکرت ۱–۵)، نشان می‌دهد که منطقه بالادست در همه مؤلفه‌ها به‌طور میانگین ۵ واحد بالاتر از پایین‌دست عمل کرده است؛ اختلافی که نه‌تنها آماری، بلکه مفهومی عمیق است و در تفاوت‌های هیدرولوژیک، مدیریتی و اجتماعی ریشه دارد. ابزارهای مدیریت، با میانگین ۴۷ در بالادست و ۴۰ در پایین‌دست، قوی‌ترین مؤلفه است. این برتری در بالادست احتمالاً به دسترسی مستقیم به منابع آب، ایستگاه‌های پایش محلی و مدل‌های هیدرولوژیکی پیشرفته

نسبت داده می‌شود، در حالی که پایین‌دست با چالش‌های تخصیص ناعادلانه، تبخیر و آلودگی مواجه است. در تضاد، نهادها و مشارکت‌ها با میانگین ۳۲ در بالادست و ۲۸ در پایین‌دست، ضعیف‌ترین مؤلفه است؛ نشانه‌ای از اجماع بر ناکارآمدی نهادی در هر دو منطقه، هرچند پایین‌دست از تمرکز تصمیم‌گیری‌های بالادستی بیشتر آسیب می‌بینند. تأمین مالی (۴۰ در برابر ۳۵) و محیط توانمندساز (۳۵ در برابر ۳۰) نیز با اختلاف متوسط (۵+) از این الگو پیروی می‌کنند: بالادست از بودجه‌های حمایتی محلی و قوانین انعطاف‌پذیر سود می‌برد، اما پایین‌دست با بوروکراسی مرکزی، ریسک‌های بالاتر خشکسالی و سیاست‌های ناهماهنگ دست‌وپنجه نرم می‌کند (شکل ۴).

این الگو، مدلی فضایی از نابرابری هیدروپلیتیک را ترسیم می‌کند: سد درودزن به‌عنوان یک گلوگاه، مزایای کلان (ابزارها و مالی) را به بالادست منتقل می‌کند، اما نهادهای ضعیف مانند تعاونی‌های محلی و شوراها را در هر دو سوی مرز ناکارآمد نگه می‌دارد. ترتیب اولویت مؤلفه‌ها در هر دو منطقه یکسان است – ابزارها در رأس، نهادها در ته – اما شدت نابرابری بر پایداری کلی حوزه آبخیز سایه می‌افکند.



شکل ۴. نمودار مقایسه میانگین امتیاز هر مؤلفه در دو منطقه بالادست و پایین‌دست

۳–۳. مقایسه عملکرد پایداری در دو منطقه سد درودزن

بررسی تفاوت مؤلفه‌های پایداری منابع آب در دو بخش بالادست و پایین‌دست سد درودزن با استفاده از آزمون من – ویتنی نشان داد ارزیابی ذی‌نفعان از وضعیت پایداری در این دو منطقه یکسان نیست و اختلاف مشاهده‌شده از نظر آماری معنادار است ($p<0.05$). بر اساس نتایج، بیشترین فاصله میانگین مربوط به مؤلفه «ابزارهای مدیریت» و سپس «نهادها و مشارکت‌ها» بود، در حالی که مؤلفه «تأمین مالی» کمترین اختلاف را بین دو منطقه نشان داد. این الگو بیانگر آن است که در پایین‌دست سد، ساختارهای مدیریتی و نهادی از انسجام و کارآمدی بیشتری برخوردارند و تعامل میان ذی‌نفعان و سازمان‌های مرتبط فعال‌تر انجام می‌گیرد؛ موضوعی که می‌تواند تحت تأثیر دسترسی بهتر به جریان آب تنظیم‌شده، حضور بیشتر دستگاه‌های متولی و شکل‌گیری شبکه‌های سازمانی مؤثر باشد. در مقابل، ضعف نسبی مؤلفه تأمین مالی نشان می‌دهد که با وجود تفاوت‌های نهادی و مدیریتی، چالش سرمایه‌گذاری و نبود حمایت مالی در هر دو منطقه مشترک است و گلوگاه اصلی پایداری منابع آب تلقی می‌شود.

آزمون فریدمن که با هدف رتبه‌بندی چهار مؤلفه پایداری انجام شد، وجود اختلاف معنادار بین مؤلفه‌ها را تأیید کرد ($\chi^2 = 41.36,\ p < 0.001$). بر اساس نتایج، مؤلفه «ابزارهای مدیریت» بالاترین رتبه و مؤلفه «تأمین مالی» پایین‌ترین رتبه را کسب کرد. این یافته به‌خوبی نشان می‌دهد ذی‌نفعان نقش برنامه‌ریزی، نظارت و سیاستگذاری را بیشتر از سایر

عوامل در تحقق مدیریت پایدار منابع آب تعیین‌کننده می‌دانند، اما در نبود سازوکارهای مالی و اعتبارات کافی، حتی ابزارهای مدیریتی کارآمد نیز کارکرد مطلوب نخواهند داشت. ضعیف‌ترین رتبه مؤلفه تأمین مالی به‌روشنی تصویری از اصلی‌ترین مانع پیش روی مدیریت پایدار منابع آب ارائه می‌کند.

علاوه بر این، تحلیل واریانس دوطرفه نشان داد برداشت کشاورزان و کارشناسان از پایداری منابع آب متفاوت و این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار است ($p<0.01$)، همچنین موقعیت جغرافیایی (بالادست و پایین‌دست سد) نیز بر ارزیابی مؤلفه‌های پایداری اثرگذار بود ($p<0.05$). نتایج مهم‌تر اینکه اثر متقابل نوع ذی‌نفع و موقعیت جغرافیایی معنادار بود ($p<0.05$). این موضوع بیان می‌کند که تفاوت دیدگاه میان کارشناسان و کشاورزان وابسته به محل فعالیت آنها است، به‌گونه‌ای که کارشناسان نسبت به کشاورزان ارزیابی مثبت‌تری از پایداری منابع آب به‌ویژه در پایین‌دست دارند. این وضع می‌تواند ناشی از آگاهی متفاوت نسبت به برنامه‌های مدیریتی و درجه مشارکت در فرایندهای تصمیم‌گیری باشد.

در محدوده حوزه آبخیز رودخانه کر که سد درودزن نقش مرزی میان مناطق بالادست و پایین‌دست را ایفا می‌کند، نتایج آزمون t مستقل تفاوت‌های معناداری را در شاخص‌های پایداری منابع آب میان دو ناحیه نشان داده است. یافته‌ها بیانگر آن است که برخلاف انتظارهای هیدروپلیتیکی متداول، منطقه پایین‌دست در هر چهار مؤلفه اصلی پایداری منابع آب (ابزارهای مدیریت، نهادها و مشارکت‌ها، تأمین مالی و محیط توانمندساز) عملکرد بهتری نسبت به بالادست دارد. در مؤلفه ابزارهای مدیریت منابع آب، پایین‌دست با اختلاف معنی‌دار $+6.20$ و سطح اطمینان بسیار بالا ($p<0.001$) از بالادست پیشی گرفته است. این برتری ناشی از توسعه و بهره‌برداری از فناوری‌های نوین شامل شبکه‌های پایش لحظه‌ای، سامانه‌های زهکشی هوشمند و ایستگاه‌های پیش‌بینی بحران است، در حالی که در منطقه بالادست، به‌رغم دسترسی بیشتر به منابع آب، چنین سامانه‌هایی به‌صورت محدودتر به‌کار گرفته شده‌اند. به نظر می‌رسد تجربه مکرر رخدادهای سیل و خشکسالی در پایین‌دست، به‌عنوان عاملی یادگیرنده و محرک برای ارتقای ابزارهای مدیریتی عمل کرده است. در بُعد نهادها و مشارکت‌های اجتماعی نیز پایین‌دست با اختلاف $+3.18$ و سطح معناداری ($p<0.001$) وضعیت مطلوب‌تری دارد. وجود تعاونی‌های آبیاری کارآمد، شوراهای روستایی فعال و گروه‌های محلی منسجم در این منطقه سبب افزایش شفافیت، پاسخگویی و اعتماد اجتماعی شده است. فشارهای ناشی از محدودیت منابع آبی، بستر شکل‌گیری همکاری‌های داوطلبانه و مؤثر را فراهم کرده است، همچنین در مؤلفه‌های تأمین مالی ($+1.6, p<0.001$) و محیط توانمندساز ($+1.7, p<0.001$) نیز پایین‌دست وضعیت بهتری دارد. بهره‌مندی از تسهیلات مالی کم‌بهره، یارانه‌های هدفمند و سیاست‌های محلی انعطاف‌پذیر، بخشی از رویکرد جبرانی و حمایتی برای کاهش آثار محدودیت‌های آبی در این منطقه بوده است. الگوی مشاهده‌شده نشان می‌دهد یک چرخه تقویتی میان محدودیت و پایداری در حال شکل‌گیری است:

محدودیت منابع ⟶ فشار اجتماعی ⟶ سرمایه‌گذاری جبرانی ⟶ نوآوری نهادی و فنی ⟶ پایداری محلی

به این ترتیب، منطقه پایین‌دست نه‌تنها از پیامدهای منفی ساخت سد متأثر نشده است، بلکه به‌تدریج به بستری برای تجربه و توسعه الگوهای نوین حکمرانی مشارکتی منابع آب تبدیل شده است. نتایج این پژوهش دلالت بر آن دارد که پایداری منابع آب الزاماً از وفور منابع ناشی نمی‌شود، بلکه در بسیاری از موارد، از دل محدودیت و فشار اجتماعی زاده می‌شود.

بر همین اساس، پیشنهاد می‌شود الگوی نهادی و مدیریتی موفق پایین‌دست – شامل تعاونی‌های پویا، ابزارهای بومی مدیریت و نظام‌های پایش محلی – به مناطق بالادست نیز تعمیم یابد، همچنین تشکیل شورای مشترک آبخیز با نمایندگی برابر از مناطق بالادست و پایین‌دست می‌تواند به ارتقای انسجام نهادی و عدالت در تخصیص منابع منجر شود. در نهایت، سد درودزن نه به‌عنوان مرز نابرابری، بلکه به‌عنوان نمادی از یادگیری نهادی و انعطاف‌پذیری در مدیریت آب تفسیر

می‌شود؛ جایی که پایین‌دست، الگویی از پایداری بومی و حکمرانی مشارکتی را برای کل کشور به نمایش گذاشته است (جدول ۲).

جدول ۲. مقایسه آماری ابعاد پایداری منابع آب در دو منطقه بالادست و پایین‌دست

شاخص	اختلاف میانگین (پایین‌دست – بالادست)	تفسیر
محیط توانمندساز	+۱۷/۰	پایین‌دست دارای سیاست‌ها و برنامه‌های قوی‌تر است.
نهادها و مشارکت‌ها	+۱۸/۳	نهادهای محلی و مشارکت اجتماعی در پایین‌دست قوی‌ترند.
ابزارهای مدیریت	+۲۰/۶	ابزارهای نظارت، کنترل و کاهش بلایای آبی در پایین‌دست فعال‌ترند.
تأمین مالی	+۱۶/۰	دسترسی به منابع مالی و بودجه پروژه‌ها در پایین‌دست بهتر است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از مجموعه آزمون‌های آماری t مستقل، من–ویتنی، فریدمن و تحلیل واریانس دوطرفه، تصویری منسجم و قابل استناد از وضعیت پایداری منابع آب در حوزه آبخیز رودخانه کر ارائه داد. این آزمون‌ها برای بررسی اختلاف میانگین‌ها، سنجش همگرایی ارزیابی‌ها و تحلیل تأثیر هم‌زمان عوامل مکانی (بالادست و پایین‌دست) و عوامل موضوعی (مؤلفه‌های پایداری) به‌کار گرفته شدند و امکان تفسیر نتایج با سطح اطمینان آماری مناسب را فراهم کردند. تحلیل خروجی‌ها نشان داد منطقه پایین‌دست سد درودزن در تمامی چهار مؤلفه اصلی پایداری منابع آب، شامل محیط توانمندساز (زیرساخت‌ها، قوانین و بستر نهادی)، نهادها و مشارکت‌ها (سطح همکاری، انسجام و مشارکت ذی‌نفعان)، ابزارهای مدیریتی (وجود برنامه‌ها، روش‌ها، فناوری‌ها و کارآمدی اجرا)، تأمین مالی (دسترسی به منابع پایدار اعتباری و حمایت‌های اقتصادی) دارای میانگین بالاتری نسبت به منطقه بالادست است. اختلاف میانگین در ابزارهای مدیریت (۶/۲۰+) و نهادها و مشارکت‌ها (۳/۱۸+) نشان‌دهنده آن است که سازوکارهای برنامه‌ریزی، هماهنگی و مشارکت در پایین‌دست فعال‌تر و ساختارمندتر عمل می‌کنند. در مقابل، مؤلفه تأمین مالی با اختلاف میانگین (۱/۶+) کمترین فاصله را نشان داد و در هر دو منطقه در سطح پایین‌تری قرار گرفت. این موضوع بیانگر ضعف مشترک در نظام حمایت مالی و نبود سازوکارهای تأمین اعتبار پایدار است.

بررسی نتایج آزمون‌ها نشان داد فشار ناشی از محدودیت منابع آب در پایین‌دست، برخلاف انتظار، موجب کاهش کارآمدی مدیریتی نشده است، بلکه به ایجاد سازوکارهای هماهنگی میان ذی‌نفعان، افزایش مشارکت اجتماعی و بهبود ساختارهای نهادی انجامیده است. در ادبیات حکمرانی محیط‌زیست، این پدیده به‌عنوان فشار به‌مثابه محرک نوآوری[1] شناخته می‌شود. بدین معنا که شرایط محدودکننده، سبب افزایش حساسیت نسبت به مسئله و تمایل بیشتر به مشارکت و استفاده از ابزارهای مدیریتی و راه‌حل‌های جدید شده است. با وجود این پیشرفت‌ها، ضعف مؤلفه تأمین مالی همچنان مانعی اساسی در اجرای برنامه‌های مدیریت پایدار آب محسوب می‌شود، همچنین نتایج نشان داد وابستگی ساختاری به منابع دولتی، نبود منابع مالی پایدار و بلندمدت و فقدان روش‌های نوین تأمین مالی و ناکارآمدی ابزارهای تشویقی از مهم‌ترین موانع تحقق اقدام‌های مدیریتی است. این یافته ضرورت توجه به مدل‌های جدید تأمین مالی ازجمله صندوق‌های توسعه محلی، بیمه منابع طبیعی و مشارکت بخش خصوصی و نهادهای محلی را برجسته می‌کند. همچنین تحلیل تفاوت دیدگاه ذی‌نفعان نشان داد که بین ارزیابی کارشناسان و کشاورزان اختلاف معناداری با میانگین اختلاف ۵/۲۵ واحد وجود دارد. کارشناسان به‌دلیل دسترسی به اطلاعات فنی و شناخت سیاست‌ها، ارزیابی مثبت‌تری ارائه دادند، اما کشاورزان که مواجهه مستقیم با ریسک‌های اقتصادی، هزینه‌های اجرایی و محدودیت‌های نهادی دارند، دیدگاهی محافظه‌کارانه‌تر و واقع‌گرایانه‌تر نسبت به وضعیت پایداری منابع آب بیان کردند. این اختلاف نشان می‌دهد پایداری منابع آب تنها یک مسئله فنی نیست، بلکه به‌طور همزمان پدیده‌ای اجتماعی، ادراکی و وابسته به تعاملات نهادی است.

بنابراین از منظر حکمرانی آب، ادغام دانش بومی با دانش فنی و ایجاد سازوکارهای ارتباطی و گفت‌وگوی مؤثر میان سطوح سیاستگذاری و اجرا ضرورت دارد. نتایج این پژوهش با یافته‌های مطالعات متعددی در زمینه پایداری و حکمرانی منابع آب در حوزه‌های آبخیز همخوانی دارد. به‌طور خاص، همسویی میان نقش مؤلفه‌های نهادی، مشارکتی و مدیریتی در ارتقای پایداری منابع

[1] Pressure-Induced Innovation Mechanism

آب با پژوهش‌های رحیمی[1] و همکاران (۲۰۲۲)، پیرس[2] و همکاران (۲۰۱۷) درباره اهمیت شاخص‌های حکمرانی و مشارکت ذی‌نفعان و لیم[3] و همکاران (۲۰۲۲) در زمینه نقش تعاملات و مشارکت در مدیریت یکپارچه حوزه‌های آبریز مشاهده می‌شود، همچنین ضعف ساختاری در تأمین مالی و وابستگی به منابع دولتی که در پژوهش حاضر شناسایی شد، با نتایج مطالعات نانگ[4] و همکاران (۲۰۲۴) و دوست و کاسیویسواناتان[5] (۲۰۲۲) درباره چالش‌های مالی و ضرورت توسعه مدل‌های نوین تأمین اعتبار در مدیریت پایدار منابع آب مطابقت دارد. علاوه بر این، یافته‌های مربوط به تأثیر مثبت فشارهای محیطی بر نوآوری نهادی و افزایش مشارکت اجتماعی، با رویکرد «فشار به‌مثابه محرک نوآوری» مطرح‌شده در پژوهش با نتایج پژوهش‌های آوالس[6] (۲۰۲۲) و نیپر و پاول وستل[7] (۲۰۱۶) نیز همخوان است. درمجموع، نتایج این پژوهش در راستای شواهد بین‌المللی و منطقه‌ای، بر اهمیت حکمرانی چندسطحی، مشارکت فعال ذی‌نفعان و تقویت زیرساخت‌های نهادی و مالی برای تحقق پایداری منابع آب تأکید دارد. برآیند نتایج نشان می‌دهد پایداری منابع آب تابع کیفیت حکمرانی، کارایی ساختارهای نهادی و مشارکت فعال ذی‌نفعان است، نه میزان دسترسی فیزیکی به منابع آب. با توجه به یافته‌های پژوهش، راهکارهایی برای ارتقای پایداری منابع آب در حوزه کر پیشنهاد می‌شود که شامل تقویت نهادهای محلی و تعاونی‌های آب‌بران با اختیارات اجرایی مشخص و قابل‌سنجش، استقرار سامانه‌های پایش بومی و ترویج فناوری‌های مدیریت آب در مقیاس مزرعه، توسعه مدل‌های پایدار تأمین مالی با مشارکت سرمایه‌گذاران محلی و نهادهای غیردولتی و تشکیل شورای مشترک مدیریت آبخیز با حضور متوازن ذی‌نفعان بالادست و پایین‌دست و ایجاد سازوکار تصمیم‌گیری مشترک می‌شود.

به‌طور کلی نتایج پژوهش نشان می‌دهد سد درودزن نه‌تنها منبعی برای تأمین آب، بلکه کاتالیزوری برای شکل‌گیری ظرفیت‌های مدیریتی و نهادی جدید در پایین‌دست است و می‌تواند به‌عنوان الگوی قابل تعمیم برای سایر حوزه‌های آبخیز کشور استفاده شود.

[1] Rahimi
[2] Pires
[3] Lim
[4] Nuong
[5] Dost & Kasiviswanathan
[6] Avalos
[7] Knieper & Pahl-Wostl

References

Alsaeed, B. S., Hunt, D. V., & Sharifi, S. (2022). Sustainable water resources management assessment frameworks (SWRM-AF) for arid and semi-arid regions: A systematic review. *Sustainability*, *14*(22), 15293. https://doi.org/10.3390/su142215293.

Whittington, D., Koehler, C. S., & Stahlke, T. W. (2017). Water governance, stakeholder engagement, and sustainable water resources management. *Water, 9*(3), 190.

Cotler, A. H. (2020). Water Sustainability: Between River Basin Integrity and Governance. *ARGUMENTOS*, *2*(93), 41-55. https://doi.org/10.24275/uamxoc-dcsh/argumentos/202093-02.

Dost, R., & Kasiviswanathan, K. (2022). Quantification of water resource sustainability in response to drought risk assessment for Afghanistan river basins. *Natural Resources Research, 32*, 235–256. https://doi.org/10.1007/s11053-022-10129-5.

Habtu, S. (2024). Revitalizing key conditions and integrated watershed management to mitigate land degradation and sustain water availability for agriculture in semi-arid regions: A case study of Ethiopia. Qeios, Article, January 2, 2024, 1–34. https://doi.org/10.32388/6X185Z.2.

Hamidifar, H., Akbari, F., & Rowiński, P. (2022). Assessment of environmental water requirement allocation in anthropogenic rivers with a hydropower dam using hydrologically based methods—Case study. *Water*, 14(6), 893. https://doi.org/10.3390/w14060893.

Haou, E., Allarané, N., Aholou, C., & Bondoro, O. (2025). Integrating sustainable development goals into urban planning to advance sustainability in Sub-Saharan Africa: Barriers and practical solutions from the case study of Moundou, Chad. *Urban Science*, 9(2), 22. https://doi.org/10.3390/urbansci9020022.

Helsel, D., Hirsch, R., Ryberg, K., Archfield, S., & Gilroy, E. (2020). *Statistical methods in water resources*. Techniques and Methods. https://doi.org/10.1016/s0166-1116(08)x7035-9.

Jin, T., Zhang, X., Wang, T., Liang, J., W., & Xie, J. (2024). Spatiotemporal impacts of climate change and human activities on blue and green water resources in northwest river basins of China. *Ecological Indicators*, 169, 111823. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111823

Knieper, C., & Pahl-Wostl, C. (2016). A comparative analysis of water governance, water management, and environmental performance in river basins. *Water Resources Management, 30*, 2161–2177. https://doi.org/10.1007/s11269-016-1276-z

Li, P., Wang, D., Li, W., & Liu, L. (2022). Sustainable water resources development and management in large river basins: An introduction. *Environmental Earth Sciences, 81*. https://doi.org/10.1007/s12665-022-10298-9

Lim, C., Wong, H., Elfithri, R., & Teo, F. (2022). A review of stakeholder engagement in integrated river basin management. *Water*. https://doi.org/10.3390/w14192973.

Malik, M., Mustapha, M., Sobri, N., Razak, N., Zaidi, M., Shukri, A., & Sham, M. (2021). Optimal reliability and validity of measurement model in confirmatory factor analysis: Different Likert point scale experiment. *Journal of Contemporary Issues and Thought, 11*, 112–122. https://doi.org/10.37134/jcit.vol11.9.2021.

McGrane, S. (2016). Impacts of urbanisation on hydrological and water quality dynamics, and urban water management: A review. *Hydrological Sciences Journal, 61*, 2295–2311. https://doi.org/10.1080/02626667.2015.1128084

Nuong, B., Darby, S., Chung, N., Du Duong, B., & Trang, V. (2024). Water resources sustainability assessment in the Vietnamese Srepok River Basin. *Water and Environment Journal, 38*, 234–246. https://doi.org/10.1111/wej.12911

Pearce, D. W., Markandya, A., & Barbier, E. B. (1989). *Blueprint for a green economy*. Earthscan Publications.

Pires, A., Morató, J., Peixoto, H., Botero, V., Zuluaga, L., & Figueroa, A. (2017). Sustainability assessment of indicators for integrated water resources management. *Science of the Total Environment, 578*, 139–147. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.217

Rahimi, M., Ghorbani, M., & Azadi, H. (2022). Structural characteristics of governmental and non-governmental institutions network: Case of water governance system in Kor River Basin in Iran. *Environment, Development and Sustainability, 25*, 7029–7045. https://doi.org/10.1007/s10668-022-02346-y

Salamanca-Cano, A., & Durán-Díaz, P. (2023). Stakeholder engagement around water governance: 30 years of decision-making in the Bogotá River Basin. *Urban Science*, **, 7**(3), 81**.** https://doi.org/10.3390/urbansci7030081.

Sediqi, M., & Komori, D. (2023). Assessing water resource sustainability in the Kabul River Basin: A standardized runoff index and reliability, resilience, and vulnerability framework approach. *Sustainability, 16*(1), 246. https://doi.org/10.3390/su16010246.

Shafiei, M., Rahmani, M., Gharari, S., Davary, K., Abolhassani, L., Teimouri, M., & Gharesifard, M. (2022). Sustainability assessment of water management at river basin level: Concept, methodology and application. *Journal of Environmental Management, 316*, 115201. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115201

Shahrood, A., Menberu, M., Darabi, H., Rahmati, O., Rossi, P., Kløve, B., & Haghighi, A. (2020). RiMARS: An automated river morphodynamics analysis method based on remote sensing multispectral datasets. *Science of the Total Environment, 719*, 137336. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137336.

Srinivas, R., Singh, A., Dhadse, K., Garg, C., & Deshmukh, A. (2018). Sustainable management of a river basin by integrating an improved fuzzy-based hybridized SWOT model and geo-statistical weighted thematic overlay analysis. *Journal of Hydrology, 563*, 92–105. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.05.059.

Sullivan, G., & Artino, A. (2013). Analyzing and interpreting data from Likert-type scales. *Journal of Graduate Medical Education, 5*(4), 541–542. https://doi.org/10.4300/jgme-5-4-18.

Taufik, I., Purwanto, M., Pramudya, B., & Saptomo, S. (2020). Sustainability status of raw water supply at Ciliman watershed. *Journal of Engineering and Applied Sciences, 15*(2), 567–573.

Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education, 2*, 53–55.

Xia, J., Li, Z., Zeng, S., Zou, L., She, D., & Cheng, D. (2021). Perspectives on eco-water security and sustainable development in the Yangtze River Basin. *Geoscience Letters, 8*, 1–9. https://doi.org/10.1186/s40562-021-00187-