



Comparative Comparison of Groundwater Governance Strategies in the Last Two Decades

Mohammad Sadagh Talebi¹, ✉ | Mojtaba Samadi Nejad Astahbanati²

1. Assistant Professor, Department of Geography, Faculty of Humanities, University of Meybod, Meybod, Iran.

2. MSc Student, Department of Geography, Faculty of Humanities, University of Meybod, Meybod, Iran.

✉ Corresponding Author: talebi@meybod.ac.ir

Received:
25 July 2026

Revised:
17 August 2026

Accepted:
23 August 2026

Keywords:

Water governance, groundwater, water resources management, water policy, sustainable aquifer management, adaptive water management.

Extended abstract

Introduction

Groundwater is one of the most important sources of water for domestic, agricultural, and industrial uses and plays a critical role in water and food security and ecosystem sustainability. However, population growth, agricultural expansion, increasing water demand, urbanization, and climate change have intensified pressure on groundwater resources. In many regions, excessive groundwater abstraction has resulted in declining groundwater levels, land subsidence, well and spring depletion, salinization, deterioration of water quality, and degradation of groundwater-dependent ecosystems. These challenges have increased attention to groundwater governance as a comprehensive framework for achieving sustainable management. Over the past two decades, groundwater governance has gradually shifted from centralized and government-dominated management toward participatory, adaptive, multi-level, and economically oriented approaches. Therefore, this study aims to comparatively examine groundwater governance strategies during the two decades from 2002 to 2021, identify major trends in governance approaches, and determine the institutional, economic, technological, and social factors contributing to their effectiveness.

Cite this article: Sadagh Talebi, M. & Samadi Nejad Astahbanati, M. (2026). Comparative comparison of groundwater governance strategies in the last two decades. *Journal of Aquifer and Qanat*, 7 (1), 201-220. <https://doi.org/10.22077/jaaq.2026.11741.1152>.



Copyright: © 2026 by the authors. Licensee: Journal of Aquifer and Qanat. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Materials and Methods

This study is applied in terms of its objective and employs a descriptive-analytical and qualitative comparative research approach.

Data were collected through library-based research, including scientific articles, policy documents, books, international studies, and reports published by international organizations. Selected countries were examined comparatively based on their geographical diversity and their relatively successful use of combined groundwater governance strategies. The qualitative comparative analysis focused on identifying similarities, differences, strengths, weaknesses, and transferable lessons among the selected cases. The conceptual framework of the study considers four major dimensions of groundwater governance: institutional and legal structures, economic instruments, information and monitoring systems, and stakeholder participation. These dimensions were used as common criteria for comparing governance strategies and assessing their implications for groundwater sustainability. The analysis particularly considered legal and institutional arrangements, water pricing and allocation mechanisms, monitoring and data systems, stakeholder participation, and the outcomes of governance interventions.

Results and Discussion

The findings indicate a significant transformation in groundwater governance during the study period. Traditional centralized approaches based primarily on administrative restrictions have increasingly been complemented or replaced by participatory governance, multi-level coordination, adaptive management, economic instruments, and advanced monitoring systems. Comparative evidence shows that governance effectiveness depends more on institutional capacity, regulatory clarity, coordination, and enforcement than on the natural availability of groundwater resources. Australia and the United States provide relatively successful examples of combining clear legal frameworks, monitoring technologies, stakeholder participation, and economic mechanisms. In Australia, clearly defined water rights, water markets, regulatory institutions, and advanced monitoring systems have contributed to more efficient allocation and improved control of groundwater abstraction. In the United States, particularly in California, the Sustainable Groundwater Management Act of 2014 established a framework for sustainable groundwater management and emphasized local planning, monitoring, and alignment of abstraction with renewable groundwater capacity. Spain has also benefited from a combination of governmental regulation and active participation through water-user associations.

In contrast, the Iranian experience demonstrates persistent institutional and implementation challenges. Increasing numbers of wells, weak monitoring and enforcement, fragmented institutional responsibilities, high agricultural dependence on groundwater, and economic incentives that may encourage excessive abstraction have contributed to groundwater depletion. Although measures such as smart meters, aquifer-balancing programs, and restrictions on unauthorized wells have been implemented, their effectiveness remains constrained by institutional, economic, and social limitations. The findings further demonstrate that stakeholder participation increases policy acceptance and cooperation, while economic instruments are effective only when supported by reliable monitoring, effective enforcement, and social legitimacy. Climate change also highlights the importance of adaptive governance and continuous policy adjustment.

Conclusion

The study concludes that sustainable groundwater governance cannot be achieved through a single policy instrument or a purely technical approach. Effective governance requires an integrated framework combining transparent and enforceable legal and institutional arrangements, appropriate economic incentives, reliable information and monitoring systems, meaningful stakeholder participation, and adaptive responses to climate change. International experiences demonstrate that no universal governance model can be applied equally to all countries because governance effectiveness depends on institutional capacity, socioeconomic conditions, local participation, and environmental characteristics. For Iran, strengthening institutional coordination and enforcement, expanding monitoring and smart metering, increasing the participation of farmers and local communities, reforming economic incentives and subsidies, and adopting adaptive and evidence-based management are essential for reducing groundwater overexploitation and improving long-term aquifer sustainability.



مقایسه تطبیقی استراتژی حکمرانی آب‌های زیرزمینی در دو دهه اخیر

محمد صادق طالبی^۱ | مجتبی صمدی نژاد اصطهباناتی^۲

۱. استادیار گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه میبد، میبد، ایران.

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه میبد، میبد، ایران.

✉ نویسنده مسئول: talebi@meybod.ac.ir

چکیده

آب‌های زیرزمینی به‌عنوان یکی از حیاتی‌ترین منابع تأمین آب شرب، کشاورزی و صنعت در بسیاری از مناطق جهان شناخته می‌شوند و در دهه‌های اخیر به دلیل رشد جمعیت، توسعه کشاورزی آبی، تغییرات اقلیمی و افزایش تقاضای آب با فشارهای فزاینده‌ای مواجه شده‌اند. در بسیاری از کشورها بهره‌برداری بی‌رویه از آبخوان‌ها منجر به افت سطح آب زیرزمینی، فرونشست زمین، شورشدگی منابع آب و کاهش پایداری اکوسیستم‌های وابسته به آب شده است. در چنین شرایطی، مفهوم حکمرانی آب‌های زیرزمینی به‌عنوان چارچوبی برای مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی مورد توجه گسترده سیاست‌گذاران و پژوهشگران قرار گرفته است. هدف این پژوهش بررسی و مقایسه تطبیقی استراتژی‌های حکمرانی آب‌های زیرزمینی در دو دهه اخیر با تمرکز بر تجارب کشورهای مختلف و تحلیل روندهای نوین مدیریتی است. روش تحقیق در این مطالعه توصیفی-تحلیلی و مبتنی بر بررسی اسناد سیاستی، مطالعات علمی بین‌المللی و گزارش‌های سازمان‌های جهانی است. نتایج نشان می‌دهد که طی دو دهه گذشته (۱۳۸۱-۱۴۰۰)، رویکردهای حکمرانی آب‌های زیرزمینی از مدیریت متمرکز دولتی به سمت مدل‌های مشارکتی، مدیریت تطبیقی، ابزارهای اقتصادی و حکمرانی چندسطحی حرکت کرده‌اند. کشورهایی مانند استرالیا و ایالات متحده آمریکا که از ترکیبی از سیاست‌های تنظیمی، مشارکت ذی‌نفعان، نظام‌های پایش پیشرفته و ابزارهای اقتصادی استفاده کرده‌اند، در کنترل برداشت و پایداری منابع موفق‌تر عمل کرده‌اند. در اسپانیا نیز مدیریت منابع آب زیرزمینی از طریق ترکیبی از سیاست‌های دولتی و مشارکت بهره‌برداران انجام می‌شود. در این کشور، انجمن‌های کاربران آب نقش مهمی در مدیریت منابع ایفا می‌کنند.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۵/۰۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۵/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۰۱

کلیدواژه‌ها:

حکمرانی آب، آب‌های زیرزمینی، مدیریت منابع آب، سیاست‌گذاری آب، مدیریت پایدار آبخوان‌ها.

مقدمه

آب‌های زیرزمینی به عنوان یکی از اساسی‌ترین اجزای چرخه هیدرولوژیکی زمین، نقشی حیاتی در تأمین نیازهای آبی جوامع انسانی و پایداری اکوسیستم‌های طبیعی ایفا می‌کنند. این منابع به دلیل ویژگی‌هایی همچون پایداری نسبی در برابر نوسانات اقلیمی، کیفیت مناسب برای مصارف شرب و کشاورزی و امکان دسترسی گسترده در بسیاری از مناطق جهان، به یکی از مهم‌ترین منابع تأمین آب تبدیل شده‌اند. بر اساس گزارش‌های منتشر شده توسط سازمان‌های بین‌المللی نظیر سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) و برنامه جهانی ارزیابی آب سازمان یونسکو، بخش قابل توجهی از آب مصرفی جهان برای مصارف شهری، صنعتی و کشاورزی از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود. به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک که دسترسی به منابع آب سطحی محدود است، وابستگی به آبخوان‌ها به طور چشمگیری افزایش یافته است. از این رو، آب‌های زیرزمینی نه تنها به عنوان یک منبع حیاتی برای تأمین نیازهای فعلی جوامع انسانی مطرح هستند، بلکه نقشی کلیدی در تضمین امنیت آبی و غذایی نسل‌های آینده نیز ایفا می‌کنند (Bagheri Khanghahi et al., 2025). با وجود اهمیت راهبردی آب‌های زیرزمینی، طی چند دهه اخیر این منابع با فشارهای فزاینده‌ای مواجه شده‌اند. رشد سریع جمعیت جهانی، گسترش شهرنشینی، توسعه فعالیت‌های کشاورزی آبی و افزایش تقاضا برای تولید غذا از جمله عواملی هستند که موجب افزایش برداشت از منابع آب زیرزمینی شده‌اند. در بسیاری از مناطق جهان، برداشت از آبخوان‌ها به مراتب بیشتر از میزان تغذیه طبیعی آن‌ها بوده و این مسئله به کاهش سطح آب زیرزمینی، خشک‌شدن چاه‌ها، افزایش هزینه‌های استخراج آب و در برخی موارد تخریب غیر قابل بازگشت ساختار آبخوان‌ها منجر شده است. علاوه بر این، تغییرات اقلیمی و افزایش وقوع دوره‌های

خشکسالی نیز فشار مضاعفی بر منابع آب زیرزمینی وارد کرده و وابستگی به این منابع را در بسیاری از مناطق افزایش داده است. پیامدهای ناشی از بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی تنها به کاهش کمی این منابع محدود نمی‌شود، بلکه مشکلاتی نظیر فرونشست زمین، شورشدن آبخوان‌ها، کاهش کیفیت آب و تخریب زیست‌بوم‌های وابسته به آب نیز از جمله پیامدهای مهم این روند به شمار می‌روند (Yousefian, 2023). در واکنش به این چالش‌ها، طی دو دهه گذشته توجه پژوهشگران، سیاست‌گذاران و نهادهای بین‌المللی به مفهوم «حکمرانی آب» به عنوان چارچوبی جامع برای مدیریت منابع آب افزایش یافته است. حکمرانی آب به مجموعه‌ای از ساختارهای نهادی، قوانین، سیاست‌ها، فرایندهای تصمیم‌گیری و سازوکارهای مشارکت ذی‌نفعان اشاره دارد که نحوه بهره‌برداری، تخصیص و حفاظت از منابع آب را تعیین می‌کنند. در حوزه آب‌های زیرزمینی، حکمرانی مؤثر مستلزم ایجاد تعادل میان بهره‌برداری اقتصادی از منابع و حفاظت بلندمدت از ظرفیت‌های طبیعی آبخوان‌ها است. این امر نیازمند همکاری میان دولت‌ها، نهادهای محلی، کاربران آب، بخش خصوصی و جامعه مدنی است تا بتوان از طریق ترکیبی از سیاست‌های مدیریتی، ابزارهای اقتصادی و سازوکارهای نظارتی، بهره‌برداری از منابع را در چارچوب اصول توسعه پایدار هدایت کرد (Rahimi & Zarei, 2019). در دهه‌های اخیر، رویکردهای حکمرانی آب‌های زیرزمینی در بسیاری از کشورها دچار تحول شده است. در گذشته مدیریت منابع آب عمدتاً بر اساس الگوهای متمرکز دولتی و کنترل اداری، برداشت‌ها انجام می‌شد، اما تجربه‌های عملی نشان داد که این رویکردها در بسیاری از موارد قادر به کنترل مؤثر برداشت از منابع نیستند. در نتیجه، رویکردهای جدیدی مانند حکمرانی چندسطحی، مدیریت مشارکتی منابع آب، مدیریت تطبیقی و استفاده از ابزارهای اقتصادی نظیر قیمت‌گذاری

آب، بازارهای مبادله حبابه و نظام‌های سهمیه‌بندی برداشت مورد توجه قرار گرفته‌اند. این رویکردها تلاش می‌کنند با افزایش شفافیت در فرایندهای تصمیم‌گیری، تقویت نقش جوامع محلی و ایجاد انگیزه‌های اقتصادی برای کاهش برداشت، مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی را تحقق بخشند (Yousefian, 2023). با وجود پیشرفت‌های قابل توجه در توسعه چارچوب‌های حکمرانی آب‌های زیرزمینی، تجربه کشورهای مختلف نشان می‌دهد که میزان موفقیت این سیاست‌ها به عوامل متعددی از جمله ظرفیت نهادی، ساختارهای قانونی، سطح آگاهی و مشارکت ذی‌نفعان، شرایط اقتصادی و ویژگی‌های طبیعی هر منطقه بستگی دارد. برخی کشورها توانسته‌اند با بهره‌گیری از سیستم‌های پایش پیشرفته، قوانین کارآمد و مشارکت فعال کاربران آب، روند افت منابع آب زیرزمینی را کنترل کنند. در مقابل، در بسیاری از مناطق جهان همچنان ضعف در نظام‌های حکمرانی، نبود داده‌های دقیق و عدم هماهنگی میان نهادهای مسئول موجب شده است که بحران آب‌های زیرزمینی با شدت بیشتری ادامه یابد (Fatahi, 2023; Talebi & Hashemi, 2025). در چنین شرایطی، انجام مطالعات تطبیقی درباره استراتژی‌های مختلف حکمرانی آب‌های زیرزمینی اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. بررسی تجربه کشورهای مختلف می‌تواند به شناسایی الگوهای موفق مدیریت منابع آب زیرزمینی، تحلیل نقاط قوت و ضعف سیاست‌های اجرا شده و ارائه راهکارهای مناسب برای بهبود نظام‌های حکمرانی کمک کند. مطالعات تطبیقی همچنین امکان درک بهتر تأثیر عوامل نهادی، اقتصادی و اجتماعی بر کارآمدی سیاست‌های مدیریتی را فراهم می‌سازند و می‌توانند مبنای مناسبی برای طراحی سیاست‌های بومی متناسب با شرایط هر کشور فراهم کنند (Nariman, 2021; Shiari et al., 2021). بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی و مقایسه تطبیقی استراتژی‌های حکمرانی آب‌های زیرزمینی

در بازه دو دهه اخیر انجام شده است. این مطالعه تلاش می‌کند با تحلیل تجربه‌های بین‌المللی در حوزه مدیریت منابع آب زیرزمینی، روندهای اصلی در تحول رویکردهای حکمرانی آب را شناسایی کرده و عوامل مؤثر بر موفقیت یا ناکامی این استراتژی‌ها را مورد بررسی قرار دهد. نتایج این پژوهش می‌تواند به توسعه چارچوب‌های مؤثرتر برای مدیریت پایدار آب‌های زیرزمینی کمک کرده و زمینه‌ساز بهبود سیاست‌گذاری در حوزه منابع آب در کشورهای مختلف، به‌ویژه مناطق دارای تنش آبی، باشد.

مبانی نظری تحقیق

حکمرانی آب‌های زیرزمینی

مفهوم حکمرانی آب‌های زیرزمینی در دهه‌های اخیر به‌عنوان یکی از مهم‌ترین رویکردهای مدیریت پایدار منابع آب مطرح شده است. برخلاف دیدگاه‌های سنتی که مدیریت آب را صرفاً یک موضوع فنی و مهندسی تلقی می‌کردند، رویکرد حکمرانی بر نقش ساختارهای نهادی، قوانین، فرایندهای تصمیم‌گیری، مشارکت اجتماعی و تعامل میان ذی‌نفعان مختلف تأکید دارد. حکمرانی آب زیرزمینی به مجموعه‌ای از سیاست‌ها، نهادها، سازوکارهای قانونی و فرایندهای مدیریتی اطلاق می‌شود که نحوه بهره‌برداری، حفاظت، تخصیص و کنترل منابع آب زیرزمینی را تعیین می‌کنند. این مفهوم بر این اصل استوار است که دستیابی به پایداری منابع آب تنها از طریق توسعه زیرساخت‌های فنی امکان‌پذیر نیست، بلکه نیازمند ایجاد نظام‌های مدیریتی هماهنگ، شفاف و پاسخگو است (Rezaei et al., 2019; Talebi SoumaeSaraei et al., 2020). در بسیاری از مطالعات جدید، حکمرانی آب زیرزمینی به‌عنوان بخشی از حکمرانی محیط‌زیست و توسعه پایدار در نظر گرفته می‌شود. از این منظر، مدیریت منابع آب زیرزمینی نه‌تنها باید نیازهای اقتصادی و اجتماعی نسل حاضر را تأمین کند، بلکه باید توان

اکولوژیکی آبخوآن‌ها برای تأمین نیازهای نسل‌های آینده را نیز حفظ نماید. این دیدگاه ارتباط نزدیکی با مفهوم توسعه پایدار دارد؛ مفهومی که بر تعادل میان بهره‌برداری اقتصادی، عدالت اجتماعی و حفاظت زیست‌محیطی تأکید می‌کند؛ بنابراین، حکمرانی آب زیرزمینی صرفاً به معنای کنترل برداشت آب نیست، بلکه شامل ایجاد سازوکارهایی برای توزیع عادلانه منابع، کاهش تعارضات، ارتقای بهره‌وری مصرف آب و حفظ پایداری اکولوژیکی نیز می‌شود (Fatahi, 2023; Talebi and Hashemi, 2025).

یکی از ویژگی‌های اصلی حکمرانی آب زیرزمینی، چندبعدی بودن آن است. این نوع حکمرانی دارای ابعاد حقوقی، اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و زیست‌محیطی است. در بعد حقوقی، قوانین و مقررات مرتبط با مالکیت، بهره‌برداری و حفاظت از منابع آب زیرزمینی اهمیت پیدا می‌کند. در بعد اقتصادی، استفاده از ابزارهایی نظیر قیمت‌گذاری آب، تعرفه‌های مصرف، مالیات بر برداشت و بازارهای حبابه مطرح می‌شود. در بعد اجتماعی، میزان مشارکت جوامع محلی، کشاورزان و سایر ذی‌نفعان در فرایند تصمیم‌گیری مورد توجه قرار می‌گیرد. در بعد سیاسی نیز نقش دولت‌ها، نهادهای حاکمیتی و روابط قدرت در مدیریت منابع آب اهمیت ویژه‌ای دارد. این ابعاد در تعامل با یکدیگر چارچوب کلی حکمرانی آب‌های زیرزمینی را شکل می‌دهند (Golfam, 2025; Mousavi et al., 2021).

رویکردهای نظری در حکمرانی آب‌های زیرزمینی

طی دو دهه اخیر، رویکردهای مختلفی برای تبیین و تحلیل حکمرانی آب‌های زیرزمینی ارائه شده است. یکی از مهم‌ترین این رویکردها، نظریه مدیریت یکپارچه منابع آب (Dublin, 1992) است. این نظریه بر هماهنگی میان بخش‌های مختلف مصرف‌کننده آب و مدیریت همزمان منابع آب سطحی و زیرزمینی تأکید دارد. بر اساس این

رویکرد، منابع آب باید در چارچوبی جامع و هماهنگ مدیریت شوند تا تعادل میان نیازهای انسانی و ظرفیت طبیعی اکوسیستم حفظ شود. مدیریت یکپارچه منابع آب تلاش می‌کند از طریق هماهنگی نهادی، مشارکت ذی‌نفعان و برنامه‌ریزی بلندمدت، بهره‌برداری پایدار از منابع آب را تضمین کند (Rezaei et al., 2019; Omidvar et al., 2016). رویکرد مهم دیگر، نظریه حکمرانی مشارکتی (Sherry Arnstein, 1969) است که بر نقش جوامع محلی و ذی‌نفعان در فرآیند مدیریت منابع آب تأکید دارد. تجربه بسیاری از کشورها نشان داده است که سیاست‌های متمرکز دولتی در کنترل برداشت از منابع آب زیرزمینی اغلب با محدودیت‌های اجرایی مواجه بوده‌اند. در نتیجه، مشارکت کشاورزان، کاربران آب و نهادهای محلی در فرآیند تصمیم‌گیری به عنوان یکی از راهکارهای مؤثر برای افزایش کارآمدی سیاست‌های مدیریتی مطرح شده است. در این چارچوب، مدیریت منابع آب به صورت فرآیندی تعاملی میان دولت و جامعه محلی در نظر گرفته می‌شود و تلاش می‌شود با ایجاد حس مسئولیت مشترک، حفاظت از منابع آب تقویت شود (Sedighi Moghadam, 2021; Mirzaei et al., 2019).

چندسطحی (Gary Marks, 1993) نیز از دیگر رویکردهای مهم در مدیریت آب‌های زیرزمینی محسوب می‌شود. این نظریه بر این باور است که مدیریت مؤثر منابع آب نیازمند همکاری و هماهنگی میان سطوح مختلف حکمرانی، از سطح محلی تا ملی و بین‌المللی است. در بسیاری از کشورها، تصمیم‌گیری درباره منابع آب در سطوح مختلفی انجام می‌شود و نبود هماهنگی میان این سطوح می‌تواند موجب ناکارآمدی سیاست‌ها شود. حکمرانی چندسطحی تلاش می‌کند از طریق توزیع مسئولیت‌ها و ایجاد سازوکارهای هماهنگی، مدیریت منابع آب را کارآمدتر سازد (Kloosterman et al., 2020; Monteiro et al., 2024). مفهوم حکمرانی آب در دهه‌های

آب سطحی و زیرزمینی و جلوگیری از بهره‌برداری ناپایدار از آبخوان‌ها تأکید دارد (Zinati Fakhrrabad et al., 2021).

نظریه حکمرانی چندسطحی^۲

نظریه حکمرانی چندسطحی نیز از دیگر چارچوب‌های نظری مهم در تحلیل حکمرانی آب به شمار می‌رود. این نظریه بر این اصل تأکید دارد که مدیریت مؤثر منابع طبیعی نیازمند همکاری و هماهنگی میان سطوح مختلف حکمرانی است. در بسیاری از کشورها، تصمیم‌گیری درباره منابع آب در سطوح مختلف محلی، منطقه‌ای و ملی انجام می‌شود و عدم هماهنگی میان این سطوح می‌تواند موجب ناکارآمدی سیاست‌ها و بروز تعارضات مدیریتی شود. حکمرانی چندسطحی تلاش می‌کند با توزیع مناسب مسئولیت‌ها و ایجاد سازوکارهای همکاری میان نهادهای مختلف، کارآمدی نظام مدیریت منابع آب را افزایش دهد. در حوزه آب‌های زیرزمینی، این رویکرد اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا بسیاری از آبخوان‌ها گستره جغرافیایی وسیعی دارند و مدیریت آن‌ها نیازمند هماهنگی میان نهادهای مختلف در سطوح گوناگون حکمرانی است (Khodai & Mirfakhraei, 2021).

نظریه مدیریت منابع مشترک^۳

یکی دیگر از نظریه‌های مهم در حوزه حکمرانی آب، نظریه مدیریت منابع مشترک یا نظریه منابع مشترک (Elinor Ostrom, 2009) است که به طور گسترده توسط الینور استروم توسعه یافته است. این نظریه به مطالعه نحوه مدیریت منابعی می‌پردازد که دسترسی به آن‌ها برای گروه‌های مختلف کاربران امکان‌پذیر است، اما بهره‌برداری بی‌رویه از آن‌ها می‌تواند منجر به تخریب منبع شود. منابع

اخیر به عنوان یکی از مهم‌ترین چارچوب‌های نظری در مدیریت منابع آب مطرح شده است. این مفهوم بر این فرض استوار است که مدیریت پایدار منابع آب تنها از طریق اقدامات فنی و مهندسی امکان‌پذیر نیست، بلکه نیازمند مجموعه‌ای از سازوکارهای نهادی، حقوقی، اقتصادی و اجتماعی است که نحوه تصمیم‌گیری، توزیع قدرت، مشارکت ذی‌نفعان و شیوه بهره‌برداری از منابع را تعیین می‌کنند. در این راستا، پژوهشگران حوزه مدیریت منابع آب از نظریه‌های مختلفی برای تحلیل ساختارها و فرآیندهای حکمرانی آب استفاده کرده‌اند. این نظریه‌ها تلاش می‌کنند چگونگی تعامل میان دولت، جامعه، بازار و محیط‌زیست را در فرآیند مدیریت منابع آب تبیین کنند و چارچوب‌هایی برای درک بهتر چالش‌ها و راهکارهای حکمرانی پایدار ارائه دهند (Ahmadi, 2021).

نظریه مدیریت یکپارچه منابع آب^۱

یکی از مهم‌ترین نظریه‌های مورد استفاده در مطالعات حکمرانی آب، نظریه مدیریت یکپارچه منابع آب است. این نظریه که از دهه ۱۹۹۰ توسط نهادهای بین‌المللی مانند بانک جهانی و برنامه توسعه سازمان ملل متحد ترویج شده است، بر ضرورت مدیریت هماهنگ منابع آب، زمین و سایر منابع طبیعی تأکید دارد. بر اساس این رویکرد، منابع آب باید در چارچوبی جامع و یکپارچه مدیریت شوند تا تعادل میان نیازهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی برقرار گردد. مدیریت یکپارچه منابع آب بر هماهنگی میان بخش‌های مختلف مصرف‌کننده آب، مانند کشاورزی، صنعت و بخش شهری تأکید می‌کند و تلاش دارد از طریق برنامه‌ریزی بلندمدت و مشارکت ذی‌نفعان، بهره‌برداری پایدار از منابع آب را تضمین کند. در حوزه آب‌های زیرزمینی، این نظریه بر ضرورت مدیریت هم‌زمان منابع

² Multi-level Governance

³ Common Pool Resources

¹ Integrated Water Resources Management

قطعیتهای مرتبط با منابع طبیعی تأکید دارد. تغییرات اقلیمی، افزایش جمعیت و تحولات اقتصادی می‌توانند شرایط مدیریت منابع آب را به طور مداوم تغییر دهند؛ از این رو، نظام‌های حکمرانی باید قادر باشند سیاست‌ها و راهبردهای خود را متناسب با شرایط جدید اصلاح کنند. حکمرانی تطبیقی بر یادگیری مستمر، استفاده از دانش علمی و بومی، و ایجاد سازوکارهای انعطاف‌پذیر برای تصمیم‌گیری تأکید دارد (Fatemi et al., 2025). در مجموع، نظریه‌های مختلف حکمرانی آب نشان می‌دهند که مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی نیازمند رویکردی چندبعدی است که علاوه بر جنبه‌های فنی، به ابعاد نهادی، اجتماعی و اقتصادی نیز توجه داشته باشد. ترکیب عناصر مختلف این نظریه‌ها می‌تواند چارچوبی جامع برای تحلیل و طراحی نظام‌های حکمرانی آب فراهم کند و به سیاست‌گذاران کمک نماید تا راهبردهای مؤثرتری برای حفاظت و بهره‌برداری پایدار از منابع آب زیرزمینی تدوین کنند (Ashraf Vaghefi et al., 2019).

تحلیل تطبیقی استراتژی‌های حکمرانی آب‌های زیرزمینی در دو دهه اخیر

در دو دهه گذشته (۱۴۰۰-۱۳۸۱)، مدیریت منابع آب زیرزمینی در بسیاری از کشورهای جهان با تحولات قابل توجهی همراه بوده است. افزایش فشار بر منابع آب، تشدید خشکسالی‌ها، رشد تقاضای آب و نگرانی‌های فزاینده درباره پایداری محیط‌زیست موجب شده است که دولت‌ها و نهادهای بین‌المللی توجه بیشتری به اصلاح نظام‌های حکمرانی آب معطوف کنند. در این میان، استراتژی‌های مختلفی برای کنترل برداشت از آبخوان‌ها، بهبود بهره‌وری مصرف آب و حفظ پایداری منابع زیرزمینی به کار گرفته شده است. این استراتژی‌ها را می‌توان در چند محور اصلی شامل اصلاحات نهادی و قانونی، توسعه نظام‌های پایش و اطلاعاتی، استفاده از

آب زیرزمینی نمونه‌ای بارز از منابع مشترک محسوب می‌شوند، زیرا بهره‌برداری یک کاربر می‌تواند بر دسترسی سایر کاربران تأثیر بگذارد. نظریه استروم نشان می‌دهد که جوامع محلی در بسیاری از موارد قادرند از طریق ایجاد قواعد مشترک، نظام‌های نظارتی و سازوکارهای مشارکتی، منابع مشترک را به طور پایدار مدیریت کنند. این نظریه اهمیت مشارکت کاربران محلی، ایجاد نهادهای خودگردان و تدوین قواعد روشن برای بهره‌برداری از منابع را برجسته می‌کند (Diffenbaugh et al., 2015).

نظریه حکمرانی مشارکتی^۱

نظریه حکمرانی مشارکتی (Chris Ansell, 2008) نیز در سال‌های اخیر توجه زیادی در مطالعات مدیریت منابع آب به خود جلب کرده است. این نظریه بر این اصل تأکید دارد که حل مسائل پیچیده محیط‌زیستی نیازمند همکاری میان دولت، بخش خصوصی، جامعه مدنی و کاربران منابع است. در این رویکرد، تصمیم‌گیری درباره منابع آب از حالت متمرکز دولتی خارج شده و به فرایندی مشارکتی تبدیل می‌شود که در آن ذی‌نفعان مختلف در تدوین سیاست‌ها و اجرای برنامه‌های مدیریتی نقش دارند. مشارکت فعال کشاورزان، انجمن‌های محلی، سازمان‌های غیردولتی و سایر کاربران آب می‌تواند موجب افزایش مشروعیت تصمیمات، بهبود اجرای سیاست‌ها و کاهش تعارضات میان ذی‌نفعان شود (Dai et al., 2018).

نظریه حکمرانی تطبیقی^۲

از دیگر چارچوب‌های نظری مرتبط با حکمرانی آب می‌توان به نظریه حکمرانی تطبیقی (Carl Folke, 2005) اشاره کرد. این نظریه بر ضرورت انعطاف‌پذیری نظام‌های مدیریتی در مواجهه با تغییرات محیطی و عدم

^۱ Collaborative Governance

^۲ Adaptive Governance

ابزارهای اقتصادی و تقویت مشارکت ذی‌نفعان دسته‌بندی کرد. بررسی تجربه کشورهای مختلف نشان می‌دهد که موفقیت این استراتژی‌ها تا حد زیادی به میزان هماهنگی میان نهادهای مدیریتی، وجود چارچوب‌های قانونی شفاف، ظرفیت اجرایی دولت‌ها و سطح مشارکت کاربران آب بستگی دارد (Bagheri et al., 2023). یکی از مهم‌ترین تحولات در حکمرانی آب‌های زیرزمینی در سال‌های اخیر، حرکت از مدل‌های مدیریت متمرکز به سمت الگوهای مشارکتی و چندسطحی بوده است. در گذشته، مدیریت منابع آب اغلب در اختیار دولت‌های مرکزی قرار داشت و سیاست‌ها به صورت بالا به پایین تدوین و اجرا می‌شدند. با این حال، تجربه نشان داد که این رویکرد در بسیاری از موارد قادر به کنترل مؤثر برداشت از منابع آب زیرزمینی نیست، زیرا دولت‌ها به‌تنهایی توان نظارت بر هزاران چاه بهره‌برداری و مدیریت پیچیدگی‌های اجتماعی و اقتصادی مرتبط با مصرف آب را ندارند. در نتیجه، بسیاری از کشورها تلاش کرده‌اند با تقویت نقش نهادهای محلی، انجمن‌های بهره‌برداران و سازمان‌های جامعه مدنی، فرایند مدیریت منابع آب را به صورت مشارکتی سازماندهی کنند. این رویکرد علاوه بر افزایش کارآمدی نظارت، موجب افزایش حس مسئولیت‌پذیری کاربران در قبال حفاظت از منابع آب نیز می‌شود (Varady et al., 2016). از سوی دیگر، استفاده از ابزارهای اقتصادی به عنوان یکی از راهکارهای مهم در مدیریت تقاضای آب زیرزمینی مطرح شده است. قیمت‌گذاری آب، تعیین سهمیه برداشت، ایجاد بازارهای مبادله حبابه و ارائه مشوق‌های اقتصادی برای استفاده از فناوری‌های کم‌مصرف از جمله سیاست‌هایی هستند که در بسیاری از کشورها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. هدف اصلی این ابزارها ایجاد انگیزه اقتصادی برای کاهش مصرف و افزایش بهره‌وری استفاده از منابع آب است. در برخی کشورها، اجرای چنین سیاست‌هایی توانسته است به کاهش برداشت از منابع آب

زیرزمینی و بهبود مدیریت تقاضای آب کمک کند. با این حال، اجرای موفق این ابزارها نیازمند وجود نظام‌های نظارتی کارآمد و پذیرش اجتماعی از سوی کاربران آب است (Wang & Blackmore, 2009). در ایالات متحده آمریکا، مدیریت آب‌های زیرزمینی عمدتاً در سطح ایالتی انجام می‌شود و چارچوب‌های قانونی متفاوتی در ایالت‌های مختلف وجود دارد. در برخی ایالت‌ها مانند کالیفرنیا، بحران شدید کاهش سطح آب زیرزمینی در دهه‌های اخیر موجب شد که اصلاحات اساسی در نظام حکمرانی آب انجام شود. تصویب قانون مدیریت پایدار آب‌های زیرزمینی در سال ۲۰۱۴ یکی از مهم‌ترین اقدامات در این زمینه محسوب می‌شود. این قانون ایالت‌ها را ملزم می‌کند تا برنامه‌های جامع مدیریت آبخوان‌ها را تدوین کرده و برداشت از منابع آب زیرزمینی را در چارچوب ظرفیت تجدیدپذیر آن‌ها تنظیم کنند. علاوه بر این، استفاده از سیستم‌های پیشرفته پایش و داده‌های هیدرولوژیکی نقش مهمی در بهبود مدیریت منابع آب زیرزمینی در این کشور ایفا کرده است (Woodhouse & Muller, 2017). در این کشور شرکت‌های سهام خصوصی و صندوق‌های سرمایه‌گذاری متمرکز بر آب، سرمایه‌گذاران قابل توجهی در شرکت‌های خصوصی هستند که کارهای آب شهری را انجام می‌دهند. این امر باعث شده است که بسیاری از زیرساخت‌های آب عمومی در کشور خصوصی شده و توسط سرمایه‌گذاران بین‌المللی به‌عنوان دارایی‌های اوراق بهادار نگهداری شوند (Alejandro et al., 2020). شایان ذکر است نیاز به توجه بیشتر و بهتر عدالت زیست‌محیطی، با در نظر گرفتن تأثیرات آن بر سلامت و رفاه انسان، و در نظر گرفتن جامعه محلی به‌عنوان مکانی مؤثر برای تعامل و نوآوری در حل مسائل پیشنهاد کارشناسان قلمداد می‌شود (Brown et al., 2025).

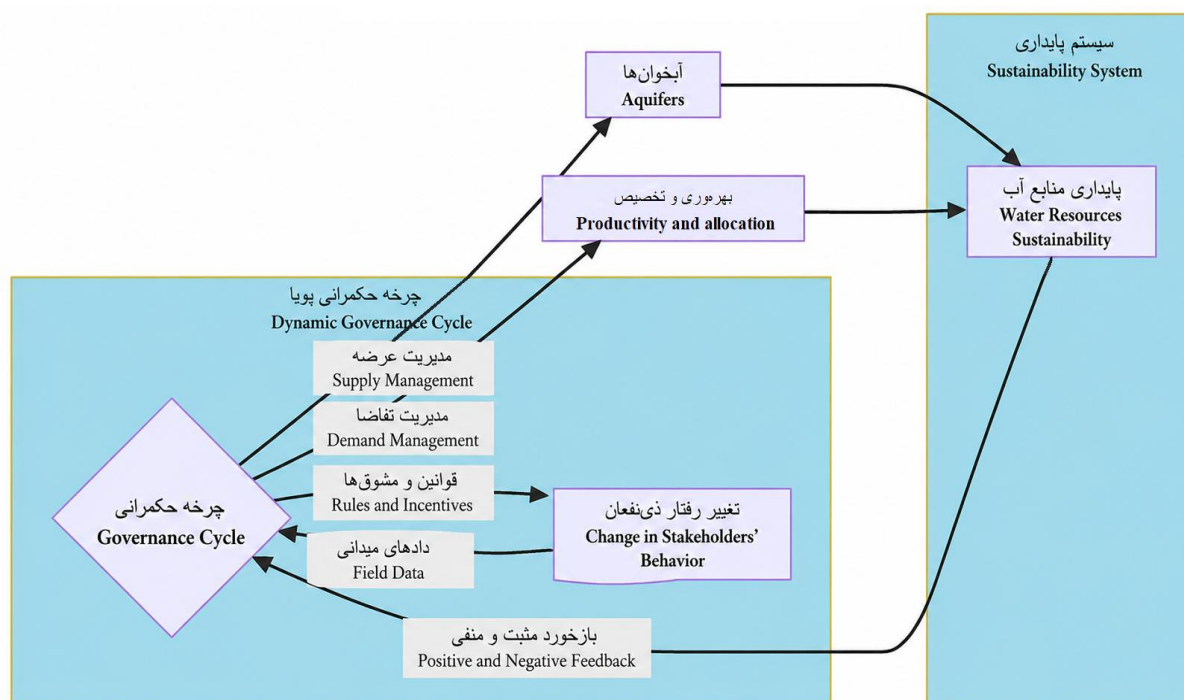
استرالیا یکی از موفق‌ترین نمونه‌های اصلاح حکمرانی آب در جهان به شمار می‌رود. این کشور در دهه‌های اخیر با

رشد سریع تعداد چاه‌های بهره‌برداری، ضعف نظارت و نبود هماهنگی نهادی از جمله عواملی هستند که مدیریت پایدار آب‌های زیرزمینی را با چالش‌های جدی مواجه کرده‌اند (Fathi et al., 2025). کسری مخزن و بیلان منفی (اضافه برداشت) منابع آب زیرزمینی افت سطح آب زیرزمینی در دشت‌های دارای آبخوان که پیامدهایی نظیر: فرونشست سالانه زمین، کاهش آبدهی چاه‌ها و خشک‌شدن چشمه‌ها، قنوت، چاه‌ها، تالاب‌ها و ... و افت کیفیت منابع آب زیرزمینی را در برداشته است (Shamshirgaran et al., 2025).

مدل مفهومی حکمرانی آب‌های زیرزمینی

مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی مستلزم درک پیچیدگی روابط میان عوامل طبیعی، نهادی، اقتصادی و اجتماعی است. در این راستا، بسیاری از پژوهشگران برای تحلیل نظام‌های حکمرانی آب از مدل‌های مفهومی استفاده می‌کنند تا بتوانند تعامل میان متغیرهای مختلف را به‌صورت منسجم بررسی کنند. مدل مفهومی حکمرانی آب‌های زیرزمینی در این پژوهش بر این فرض استوار است که پایداری منابع آب زیرزمینی حاصل تعامل چهار مؤلفه اصلی شامل ساختارهای نهادی و قانونی، ابزارهای اقتصادی، نظام‌های اطلاعاتی و پایش، و مشارکت ذی‌نفعان است. این مؤلفه‌ها در کنار یکدیگر چارچوبی را شکل می‌دهند که از طریق آن فرایند تصمیم‌گیری، تخصیص منابع و کنترل برداشت از آبخوان‌ها انجام می‌شود (Rezaei & Alizadeh, 2019). بر این اساس، مدل مفهومی پژوهش را می‌توان در قالب شکل ۱ نشان داد:

اجرای اصلاحات گسترده در نظام مدیریت منابع آب، توانسته است الگوی نسبتاً موفق از حکمرانی پایدار آب ارائه دهد. ایجاد بازارهای آب، تعیین حقوق مشخص برای بهره‌برداری از منابع آب و توسعه نظام‌های دقیق پایش از جمله مهم‌ترین اقدامات انجام شده در این کشور بوده است. بازارهای آب به کاربران اجازه می‌دهد که حقابه‌های خود را خرید و فروش کنند و این امر موجب افزایش کارایی تخصیص منابع آب شده است. علاوه بر این، دولت استرالیا با ایجاد چارچوب‌های قانونی شفاف و تقویت نظام‌های نظارتی توانسته است برداشت از منابع آب زیرزمینی را تا حد زیادی کنترل کند (Shalsi et al., 2022). در اسپانیا نیز مدیریت منابع آب زیرزمینی از طریق ترکیبی از سیاست‌های دولتی و مشارکت بهره‌برداران انجام می‌شود. در این کشور، انجمن‌های کاربران آب نقش مهمی در مدیریت منابع ایفا می‌کنند و بسیاری از تصمیمات مرتبط با تخصیص و بهره‌برداری از منابع آب در چارچوب این انجمن‌ها اتخاذ می‌شود. این ساختار مشارکتی موجب شده است که کاربران آب در فرایند مدیریت منابع نقش فعال‌تری داشته باشند و همکاری بیشتری در اجرای سیاست‌های مدیریتی نشان دهند (Yazdani et al., 2022). در مقابل، تجربه برخی کشورهای در حال توسعه نشان می‌دهد که ضعف ساختارهای نهادی و فشارهای اقتصادی می‌تواند اجرای سیاست‌های حکمرانی آب را با چالش‌های جدی مواجه کند. برای مثال در هند، علی‌رغم اجرای برنامه‌های مختلف برای مدیریت منابع آب زیرزمینی، وابستگی گسترده بخش کشاورزی به آب زیرزمینی و وجود یارانه‌های انرژی برای پمپاژ آب موجب شده است که برداشت از منابع آب زیرزمینی همچنان در سطح بالایی ادامه یابد. در ایران نیز



شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش

Fig 1. Conceptual Model of the Research

در بعد نهادی و قانونی، وجود قوانین شفاف و قابل اجرا برای تعیین حقوق بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی اهمیت اساسی دارد. این قوانین باید چارچوبی مشخص برای صدور مجوزهای برداشت، تعیین سهمیه‌های بهره‌برداری و اعمال نظارت بر فعالیت کاربران آب فراهم کنند. بدون وجود چنین چارچوبی، کنترل برداشت از منابع آب زیرزمینی با دشواری‌های جدی مواجه خواهد شد و امکان بروز بهره‌برداری بی‌رویه افزایش می‌یابد. علاوه بر این، وجود نهادهای مدیریتی کارآمد که بتوانند سیاست‌های تدوین شده را به طور مؤثر اجرا کنند، از دیگر پیش‌شرط‌های حکمرانی موفق منابع آب زیرزمینی محسوب می‌شود که با نظریه حکمرانی چندسطحی و نظریه حکمرانی تطبیقی سازگاری و هماهنگی دارد.

مؤلفه دوم در مدل مفهومی حکمرانی آب زیرزمینی، ابزارهای اقتصادی است. استفاده از ابزارهای اقتصادی می‌تواند نقش مهمی در مدیریت تقاضای آب و افزایش بهره‌وری مصرف ایفا کند. قیمت‌گذاری آب، تعیین

مدل مفهومی پژوهش از چهار مؤلفه اصلی تشکیل شده است. این مؤلفه‌ها به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر کیفیت حکمرانی آب‌های زیرزمینی اثر می‌گذارند و در نهایت، پایداری منابع آب زیرزمینی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در این مدل، «ساختارهای نهادی و قانونی» نقش تعیین‌کننده در تنظیم حقوق بهره‌برداری، صدور مجوز، اعمال نظارت و کنترل برداشت دارد.

«ابزارهای اقتصادی» از طریق قیمت‌گذاری، تعرفه‌گذاری، بازار حبابه و مشوق‌های مالی بر رفتار مصرف‌کنندگان آب اثر می‌گذارند. «نظام‌های اطلاعاتی و پایش» با فراهم کردن داده‌های دقیق و به‌روز، امکان تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد را فراهم می‌سازند. همچنین، «مشارکت ذی‌نفعان» موجب افزایش پذیرش اجتماعی سیاست‌ها و بهبود اجرای برنامه‌های مدیریتی می‌شود. برآیند این مؤلفه‌ها، شکل‌گیری حکمرانی مؤثر و دستیابی به پایداری منابع آب زیرزمینی است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی بوده و بر اساس روش از نوع توصیفی - تحلیلی قلمداد می‌شود. شیوه گردآوری داده‌ها و اطلاعات، روش کتابخانه‌ای (مقالات، اسناد، کتاب‌ها و غیره) می‌باشد مطالعه حاضر در پی آن است با بررسی و مقایسه تطبیقی استراتژی‌های حکمرانی آب‌های زیرزمینی در دو دهه ۱۴۰۰-۱۳۸۱ با تمرکز بر تجارب کشورهای مختلف و تحلیل روندهای نوین مدیریتی، پیشنهادهای کاربردی ارائه کند.

روش تحقیق در این مطالعه توصیفی-تحلیلی و مبتنی بر بررسی اسناد سیاستی، مطالعات علمی بین‌المللی و گزارش‌های سازمان‌های جهانی است. انتخاب کشورهای مورد مطالعه هم از لحاظ پراکندگی جغرافیایی در سه قاره مختلف (آمریکا، اروپا و اقیانوسیه) قرار دارند و هم از لحاظ حکمرانی و مدیریت آب‌های زیرزمینی به لحاظ شیوه‌های ترکیبی به بکار گرفته در حالت مقایسه‌ای به طور نسبی موفق عمل نمودند.

از آنجاکه هدف اصلی اکثر مطالعات تطبیقی توصیف است که با استفاده از مقایسه، به درک بهتر یک یا چند آیتام و عامل خاص می‌پردازد و این امر در قالب روش‌های مختلفی انجام می‌شود. تحلیل تطبیقی را می‌توان به کمی، کیفی و فازی تقسیم کرد. تحلیل تطبیقی کمی متغیرمحور، تحلیل تطبیقی کیفی مورد محور و تحلیل تطبیقی فازی مجموعه محور است.

روش تحقیق تطبیقی را می‌توان به‌عنوان روش تحقیقی تعریف کرد که در آن جنبه‌های علوم اجتماعی یا زندگی در سطوح مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد.

تحلیل تطبیقی کیفی، یکی از روش‌های غالب مورد استفاده در تحقیقات تطبیقی است که به ارزیابی انتقادی تحولات اخیر، بحث‌های جاری، مسائل کلیدی و توسعه آینده و روش‌های مرتبط چند ارزشی و مجموعه‌های فازی

تعرفه‌های مصرف، بازارهای مبادله حقایق و ارائه مشوق‌های مالی برای استفاده از فناوری‌های صرفه‌جویانه از جمله ابزارهایی هستند که در بسیاری از کشورها برای مدیریت منابع آب مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این ابزارها با ایجاد انگیزه‌های اقتصادی برای کاهش مصرف و استفاده کارآمدتر از منابع، می‌توانند فشار بر آبخوان‌ها را کاهش دهند که با نظریه حکمرانی تطبیقی سازگاری دارد.

مؤلفه سوم، نظام‌های اطلاعاتی و پایش است که شامل جمع‌آوری داده‌های هیدرولوژیکی، پایش سطح آب زیرزمینی و ثبت میزان برداشت از چاه‌ها می‌شود. وجود داده‌های دقیق و به‌روز درباره وضعیت منابع آب زیرزمینی برای اتخاذ تصمیمات مدیریتی بسیار ضروری است. بدون دسترسی به چنین اطلاعاتی، برنامه‌ریزی برای حفاظت و بهره‌برداری پایدار از آبخوان‌ها با عدم قطعیت زیادی همراه خواهد بود.

پیشرفت‌های فناوری در حوزه سنجش از دور، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سامانه‌های هوشمند پایش در سال‌های اخیر امکان بهبود قابل توجهی در مدیریت داده‌های مرتبط با منابع آب زیرزمینی فراهم کرده است که با نظریه حکمرانی مشارکتی سازگاری کامل دارد.

مؤلفه چهارم، مشارکت ذی‌نفعان در فرایند حکمرانی است. تجربه بسیاری از کشورها نشان می‌دهد که مشارکت فعال کاربران آب، کشاورزان، انجمن‌های محلی و سازمان‌های مدنی می‌تواند نقش مهمی در موفقیت سیاست‌های مدیریتی ایفا کند.

زمانی که ذی‌نفعان در فرایند تصمیم‌گیری مشارکت داشته باشند، احتمال پذیرش سیاست‌ها افزایش یافته و اجرای آن‌ها با همکاری بیشتری همراه خواهد بود؛ بنابراین، حکمرانی پایدار آب‌های زیرزمینی نیازمند ایجاد سازوکارهایی برای مشارکت مؤثر ذی‌نفعان در فرایند مدیریت منابع است که با نظریه حکمرانی چندسطحی سازگاری و هماهنگی دارد.

می‌پردازد (Zarandi, 2023). فلذا در این مطالعه از روش تحلیل تطبیقی کیفی استفاده شده است.

نتایج و بحث

بررسی تطبیقی تجربه کشورهای مختلف نشان می‌دهد که موفقیت استراتژی‌های حکمرانی آب‌های زیرزمینی به مجموعه‌ای از عوامل نهادی، اقتصادی و اجتماعی وابسته است. یکی از مهم‌ترین این عوامل وجود چارچوب‌های قانونی شفاف و قابل اجرا است. در کشورهایی که قوانین مشخصی برای کنترل برداشت از منابع آب زیرزمینی وجود دارد و این قوانین به طور مؤثر اجرا می‌شوند، امکان مدیریت پایدار منابع آب بیشتر فراهم شده است.

در مقابل، در کشورهایی که قوانین ضعیف یا مبهم هستند و یا اجرای آن‌ها با محدودیت مواجه است، کنترل برداشت از منابع آب زیرزمینی با دشواری‌های فراوانی همراه بوده است. عامل مهم دیگر، وجود نظام‌های پایش و اطلاعاتی دقیق است. مدیریت مؤثر منابع آب زیرزمینی بدون دسترسی به داده‌های دقیق درباره میزان برداشت، سطح آبخوان‌ها و وضعیت تغذیه طبیعی آن‌ها امکان‌پذیر نیست. کشورهایی که توانسته‌اند سیستم‌های پیشرفته پایش و پایگاه‌های داده جامع ایجاد کنند، در مدیریت منابع آب زیرزمینی موفق‌تر عمل کرده‌اند. این اطلاعات به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا تصمیمات مبتنی بر شواهد اتخاذ کرده و از بروز بحران‌های جدی جلوگیری کنند. همچنین مشارکت فعال ذی‌نفعان در فرایند مدیریت منابع آب یکی از عوامل کلیدی موفقیت سیاست‌های حکمرانی محسوب می‌شود. زمانی که کاربران آب در فرایند تصمیم‌گیری مشارکت داشته باشند، احتمال پذیرش و اجرای سیاست‌های مدیریتی افزایش می‌یابد.

در بسیاری از موارد، ایجاد نهادهای محلی مدیریت آب و تقویت نقش انجمن‌های بهره‌برداران می‌تواند به کاهش

تعارضات و افزایش کارآمدی نظام مدیریت منابع کمک کند.

تحلیل تطبیقی تجربه کشورهای مختلف نشان می‌دهد که نحوه حکمرانی منابع آب زیرزمینی به شدت تحت تأثیر ساختارهای نهادی، شرایط اقلیمی، سیاست‌های اقتصادی و میزان مشارکت ذی‌نفعان قرار دارد. در این میان، بررسی تجارب کشورهایی مانند استرالیا و ایالات متحده آمریکا در مقایسه با ایران می‌تواند درک بهتری از عوامل مؤثر بر موفقیت یا ناکارآمدی نظام‌های مدیریت آب زیرزمینی ارائه دهد. هر یک از این کشورها با وجود تفاوت‌های اقلیمی و نهادی، در دهه‌های اخیر با چالش‌های مشابهی همچون کاهش سطح آبخوان‌ها، افزایش تقاضای آب و فشارهای ناشی از توسعه کشاورزی مواجه بوده‌اند. با این حال، رویکردهای اتخاذ شده برای مدیریت این منابع و میزان موفقیت آن‌ها در کنترل بحران آب زیرزمینی متفاوت بوده است. در ایالات متحده آمریکا، مدیریت آب‌های زیرزمینی عمدتاً در سطح ایالتی انجام می‌شود و قوانین و سیاست‌های مدیریتی در هر ایالت می‌تواند متفاوت باشد.

یکی از مهم‌ترین تحولات در این کشور، تصویب قانون «مدیریت پایدار آب‌های زیرزمینی» در ایالت کالیفرنیا در سال ۲۰۱۴ است که در پاسخ به بحران شدید افت سطح آب زیرزمینی تدوین شد. این قانون دولت‌های محلی را ملزم می‌کند که برای هر آبخوان برنامه مدیریت پایدار تهیه کرده و برداشت از منابع آب زیرزمینی را با ظرفیت تجدیدپذیر آن‌ها هماهنگ سازند. همچنین در این کشور استفاده از سیستم‌های پیشرفته پایش، داده‌های هیدرولوژیکی دقیق و ابزارهای تحلیلی نقش مهمی در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی ایفا می‌کند.

وجود نهادهای مدیریتی محلی، شفافیت اطلاعات و مشارکت فعال ذی‌نفعان از جمله عواملی است که به بهبود مدیریت منابع آب زیرزمینی در برخی ایالت‌ها کمک کرده است.

استرالیا یکی از موفق‌ترین نمونه‌های اصلاح حکمرانی آب در جهان به شمار می‌رود. این کشور که بخش‌های وسیعی از آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارد، از دهه ۱۹۹۰ اصلاحات گسترده‌ای در نظام مدیریت منابع آب آغاز کرد که در دهه‌های اخیر به نتایج قابل توجهی منجر شده است. یکی از مهم‌ترین اقدامات در این کشور، ایجاد نظام حقوقی شفاف برای تعیین حقایقها و توسعه بازارهای آب بوده است. در این نظام، حقوق بهره‌برداری از آب به صورت مشخص تعریف شده و کاربران می‌توانند این حقوق را در بازارهای رسمی خرید و فروش کنند. چنین سازوکاری موجب شده است که منابع آب به سمت فعالیت‌های با ارزش اقتصادی بالاتر هدایت شود و در عین حال انگیزه برای استفاده کارآمدتر از آب افزایش یابد.

علاوه بر این، استرالیا با توسعه شبکه‌های پایش دقیق و استفاده از فناوری‌های پیشرفته توانسته است اطلاعات جامعی درباره وضعیت آبخوان‌ها و الگوهای مصرف آب جمع‌آوری کند که این امر نقش مهمی در بهبود تصمیم‌گیری‌های مدیریتی داشته است. در مقابل، وضعیت حکمرانی آب‌های زیرزمینی در ایران با چالش‌های ساختاری قابل توجهی مواجه است. بخش قابل توجهی از منابع آب مورد استفاده در کشور از آب‌های زیرزمینی تأمین می‌شود و وابستگی بالای بخش کشاورزی به این منابع موجب شده است که برداشت از آبخوان‌ها در بسیاری از مناطق از ظرفیت تجدیدپذیر آن‌ها فراتر رود.

طی دهه‌های گذشته، افزایش تعداد چاه‌های بهره‌برداری، ضعف در نظارت و اجرای قوانین، و وجود سیاست‌های اقتصادی که به طور غیرمستقیم برداشت بیشتر آب را تشویق می‌کنند، به تشدید بحران آب زیرزمینی در کشور منجر شده است. اگرچه در سال‌های اخیر اقداماتی مانند نصب کنتورهای هوشمند بر روی چاه‌ها، اجرای طرح تعادل بخشی آبخوان‌ها و محدودسازی حفر چاه‌های جدید انجام شده است، اما این اقدامات به دلیل محدودیت‌های

نهادی، اقتصادی و اجتماعی هنوز نتوانسته‌اند روند افت سطح آب زیرزمینی را به طور کامل متوقف کنند. مقایسه تجربه این کشورها نشان می‌دهد که تفاوت اصلی در میزان موفقیت سیاست‌های مدیریت آب زیرزمینی بیش از آنکه به شرایط طبیعی مرتبط باشد، به کیفیت نظام حکمرانی و ظرفیت اجرایی نهادهای مدیریتی وابسته است. کشورهایی که توانسته‌اند چارچوب‌های قانونی شفاف، نظام‌های پایش دقیق، مشارکت فعال ذی‌نفعان و ابزارهای اقتصادی مناسب را به صورت هم‌زمان به کار گیرند، در مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی موفق‌تر عمل کرده‌اند. در مقابل، در کشورهایی که مدیریت منابع آب عمدتاً بر رویکردهای دستوری و متمرکز متکی بوده و مشارکت اجتماعی و اصلاحات نهادی به اندازه کافی مورد توجه قرار نگرفته است، بحران آب زیرزمینی همچنان ادامه دارد.

برآیند بررسی‌های انجام‌شده در این تحقیق حاکی از آن است که در دو دهه گذشته (۱۴۰۰-۱۳۸۱)، شیوه اداره منابع آب زیرزمینی در کشورهای مورد مطالعه دستخوش دگرگونی قابل توجهی شده است. در این دوره، الگوهای سنتی مبتنی بر تمرکز قدرت و تصمیم‌گیری یک‌جانبه دولت، به تدریج جای خود را به نظام‌هایی داده‌اند که بر همکاری بازیگران مختلف، توزیع مسئولیت میان سطوح گوناگون و حفاظت بلندمدت از منابع آبی تأکید دارند.

گسترش تنش آبی، کاهش ذخایر آبخوان‌ها، رشد مستمر نیاز به آب و تشدید آثار دگرگونی‌های اقلیمی، از مهم‌ترین محرک‌های این تغییر جهت به شمار می‌روند.

تحلیل منابع علمی، اسناد راهبردی و عملکرد کشورهای مورد مطالعه آشکار می‌سازد که مداخله مستقیم دولت و اعمال محدودیت‌های اداری، به تنهایی قادر به متوقف کردن تخریب سفره‌های زیرزمینی نبوده است. از این‌رو، رویکرد غالب در این کشورها به سوی به‌کارگیری مجموعه‌ای هماهنگ از بازآرایی‌های سازمانی و حقوقی، مشوق‌ها و بازدارنده‌های اقتصادی، حضور فعال بهره‌برداران و

راهکارهای فناورانه سوق یافته است. از نتایج برجسته این مطالعه می‌توان به اهمیت تعیین‌کننده توانمندی نهادی و اجرایی در مقایسه با حجم ذخایر آبی اشاره کرد. به بیان دیگر، کارآمدی اداره آب‌های زیرزمینی لزوماً از فراوانی منابع ناشی نمی‌شود، بلکه بیش از هر چیز تحت تأثیر شفافیت قواعد، انسجام نهادهای مسئول و قدرت اجرای تصمیمات قرار دارد. کشورهای آمریکا، اسپانیا و استرالیا که از قوانین روشن، تقسیم وظایف منسجم و شبکه‌های قابل‌اعتماد کنترل و ارزیابی برخوردارند، در مهار بهره‌برداری بی‌رویه موفق‌تر ظاهر شده‌اند.

شواهد به‌دست‌آمده از استرالیا و شماری از ایالت‌های ایالات متحده نشان می‌دهد که ترکیب مقررات حقوقی صریح با تجهیزات و روش‌های پیشرفته اندازه‌گیری، ضمن کاستن از فشار وارد بر ذخایر زیرزمینی، بازده استفاده از آب را نیز ارتقا داده است. در نقطه مقابل، هر جا تعدد مراکز تصمیم‌گیری، ناتوانی سازمانی و فقدان همکاری میان دستگاه‌های متولی وجود داشته، برنامه‌های تدوین‌شده نتوانسته‌اند اهداف حفاظتی و بلندمدت خود را محقق سازند که نمونه بارز آن را می‌توان کشور خودمان مثال زد.

نتیجه قابل‌توجه دیگر، جایگاه محوری کنشگران محلی در اثربخشی برنامه‌های مرتبط با اداره آبخوان‌هاست. در مناطقی که بهره‌برداران کشاورزی، تشکلهای مصرف‌کنندگان و ساکنان محلی در تدوین تصمیمات و عملیاتی‌کردن آن‌ها سهیم بوده‌اند، همراهی عمومی با مقررات افزایش یافته و کاربران برای محدودکردن میزان استخراج همکاری بیشتری نشان داده‌اند.

نمونه‌های مشاهده‌شده در اسپانیا و بخش‌هایی از استرالیا بیانگر آن است که واگذاری بخشی از مسئولیت مدیریت به سازمان‌ها و گروه‌های محلی، هم از شدت اختلافات می‌کاهد و هم حس پاسخ‌گویی مصرف‌کنندگان را تقویت می‌کند. در مقابل، سیاست‌هایی که بدون گفت‌وگو با

جامعه محلی و صرفاً از طریق فرمان‌های متمرکز اجرا شده‌اند، غالباً با مخالفت بهره‌برداران روبه‌رو شده و دستاورد چندانی نداشته‌اند. تحلیل‌ها از گسترش کاربرد سازوکارهای مالی و اقتصادی در سامان‌دهی مصرف آب زیرزمینی نیز حکایت دارند.

در سال‌های اخیر، اقداماتی همچون دریافت بهای متناسب با مصرف، مشخص کردن سقف مجاز استخراج، مبادله حقوق بهره‌برداری از آب و اعطای حمایت مالی برای جایگزینی تجهیزات کم‌مصرف، به بخشی از برنامه‌های کنترل تقاضا در برخی کشورها از جمله ایران به عنوان یک اقدام موفق در برخی مناطق تبدیل شده‌اند. بااین‌حال، نتایج نشان می‌دهد که کارایی چنین اقداماتی به استقرار قوانین پشتیبان و نظارت مؤثر وابسته است.

هرگاه اطلاعات دقیقی از میزان استخراج وجود نداشته باشد یا تخلفات به‌درستی کنترل نشوند، سازوکارهای اقتصادی نه‌تنها ممکن است نتیجه مطلوبی به همراه نداشته باشند، بلکه می‌توانند شکاف میان گروه‌های اجتماعی را عمیق‌تر کرده و هزینه بیشتری بر مصرف‌کنندگان کم‌برخوردار تحمیل کنند.

موضوع دیگری که در این مطالعه برجسته شده، گسترش نقش اطلاعات هیدرولوژیک و ابزارهای فناورانه در اداره ذخایر زیرزمینی است. بر اساس شواهد این تحقیق، تحولات آب‌وهوایی اکنون به یکی از تعیین‌کننده‌ترین متغیرهای مؤثر بر نحوه اداره آب‌های زیرزمینی بدل شده‌اند. افت میزان نزولات جوی، گرم‌ترشدن هوا و وقوع مکرر دوره‌های خشکسالی سنگین، استفاده از ذخایر زیرزمینی را افزایش داده و فشار مضاعفی بر آن‌ها تحمیل کرده است. در این میان، کشورهایی نتایج مناسب‌تری به دست آورده‌اند که تصمیمات خود را ثابت و غیرقابل‌تغییر در نظر نگرفته و با بهره‌گیری از الگوی مدیریت سازگارشونده، برنامه‌هایشان را متناسب با دگرگونی‌های اقلیمی بازتنظیم کرده‌اند.

با توجه به محور اصلی این مطالعه، یعنی ارزیابی تطبیقی شیوه‌های اداره منابع آب زیرزمینی در بیست سال گذشته، نمی‌توان حکمرانی این منابع را تنها در سطح تعاریف و مباحث نظری بررسی کرد؛ بلکه لازم است موضوع در قالب الگویی منسجم و مقایسه‌پذیر تحلیل شود. یک بررسی تطبیقی زمانی از اعتبار برخوردار خواهد بود که چند مورد یا واحد مطالعاتی بر مبنای معیارهایی یکسان ارزیابی شوند. بر همین اساس، در این تحقیق، رویکردهای اتخاذشده برای سامان‌دهی آب‌های زیرزمینی در نمونه‌های منتخب از چهار بُعد مورد سنجش قرار می‌گیرند: ترتیبات حقوقی و سازمانی، سازوکارهای اقتصادی، زیرساخت‌های گردآوری اطلاعات و نظارت، و میزان حضور و نقش‌آفرینی گروه‌های ذی‌نفع.

قلمرو مقایسه در این مطالعه می‌تواند کشورهای مختلف، حوضه‌های آبریز، مدل‌های متفاوت اداره منابع یا بازه‌های زمانی معین را در بر گیرد. برای ایجاد امکان مقایسه معتبر، تمامی موارد انتخاب‌شده با استفاده از مجموعه‌ای مشترک از شاخص‌ها سنجیده می‌شوند؛ روشی که زمینه تشخیص وجوه اشتراک و نقاط افتراق میان آن‌ها را فراهم می‌سازد؛ بنابراین، الگوی تحلیلی تحقیق افزون بر روشن‌ساختن ابعاد اصلی حکمرانی منابع زیرزمینی، بستری برای ارزیابی روشمند راهبردها، سنجش عملکرد آن‌ها و دستیابی به نتایج کاربردی برای سیاست‌گذاری فراهم می‌آورد.

جدول (۱) نقش یک ماتریس تحلیلی تطبیقی را ایفا می‌کند که در آن، استراتژی‌های حکمرانی آب‌های زیرزمینی در دو مورد منتخب، بر اساس مجموعه‌ای از مؤلفه‌ها و شاخص‌های یکسان مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. نخستین مؤلفه، ساختارهای نهادی و قانونی است که شامل کیفیت قوانین، سازوکارهای مجوزدهی، وجود یا فقدان ضمانت اجرا و میزان هماهنگی میان نهادهای متولی آب است.

این تجربه نشان می‌دهد که در آینده، توان بازنگری در سیاست‌ها، انعطاف ساختارهای سازمانی و واکنش مناسب به تحولات محیطی، از پایه‌های ضروری حفاظت پایدار از منابع آبی خواهد بود.

ارزیابی شرایط ایران بیانگر آن است که اقداماتی نظیر تجهیز شماری از چاه‌ها به ابزارهای اندازه‌گیری هوشمند، اجرای طرح‌های احیا و بازگرداندن تعادل به آبخوارها و مقابله با برداشت از چاه‌های فاقد مجوز، در سال‌های گذشته در دستور کار قرار گرفته‌اند. با وجود این، ناهماهنگی میان دستگاه‌های مسئول، محدودیت‌های معیشتی و مالی کشاورزان، اتکای گسترده نواحی کم‌بارش به ذخایر زیرزمینی و مشارکت کم‌رنگ بهره‌برداران در تصمیم‌سازی، همچنان دستیابی به حفاظت پایدار را دشوار کرده‌اند.

افزون بر این، جهت‌گیری غالب برنامه‌های داخلی بیشتر معطوف به محدودکردن مستقیم حجم استخراج بوده و بازنگری در بنیان‌های نهادی، روابط اجتماعی و سازوکارهای اقتصادی مرتبط با مصرف آب، سهم کمتری در سیاست‌گذاری‌ها داشته است.

در نهایت، مجموعه نتایج به‌دست‌آمده تأیید می‌کند که حفاظت بلندمدت از منابع آب زیرزمینی تنها از طریق یک برنامه جامع و چندوجهی امکان‌پذیر است. چنین برنامه‌ای باید بازسازی ساختارهای نهادی، سهم‌کردن جامعه و بهره‌برداران، استفاده هدفمند از فناوری، طراحی ابزارهای اقتصادی عادلانه و تنظیم سیاست‌ها بر اساس تحولات اقلیمی را به‌صورت هماهنگ دنبال کند.

تجربه‌های موفق بین‌المللی نیز نشان می‌دهند که نمی‌توان نسخه‌ای یکسان برای همه کشورها تجویز کرد؛ زیرا کارآمدی هر راهبرد به میزان سازگاری آن با ویژگی‌های نهادی، وضعیت اقتصادی، ساختار اجتماعی و شرایط آب‌وهوایی جامعه مورد نظر بستگی دارد.

جدول ۱. مقایسه تطبیقی استراتژی‌های حکمرانی آب‌های زیرزمینی
 Table 1. Comparative Analysis of Groundwater Governance Strategies

مؤلفه مقایسه Comparison Component	شاخص‌های ارزیابی Evaluation Indicators	مورد اول Case 1	مورد دوم Case 2	نتیجه تطبیقی Comparative Result
ساختارهای نهادی و قانونی Institutional and Legal Frameworks	قوانین، مجوزدهی، ضمانت اجرا، هماهنگی نهادی Laws, Licensing, Enforcement, Institutional Coordination			شباهت‌ها و تفاوت‌های نهادی Institutional similarities and differences
ابزارهای اقتصادی Economic Instruments	قیمت‌گذاری، تعرفه، جریمه، مشوق، بازار حقایق Pricing, Tariffs, Penalties, Incentives, Water Rights Market			تفاوت در شیوه مدیریت تقاضا Differences in demand management approach
نظام‌های اطلاعاتی و پایش Information Systems and Monitoring	داده‌های هیدرولوژیک، کنتور هوشمند، GIS، سنسور از دور Hydrological Data, Smart Meters, GIS, Remote Sensing	وضعیت مورد اول Status of Case 1	وضعیت مورد دوم Status of Case 2	تفاوت در تصمیم‌گیری مبتنی بر داده Differences in data-driven decision-making
مشارکت ذی‌نفعان Stakeholder Participation	مشارکت کشاورزان، انجمن‌های محلی، پذیرش اجتماعی سیاست‌ها Farmers' Participation, Local Associations, Social Acceptance of Policies			تفاوت در سطح مشارکت و همکاری اجتماعی Differences in the level of participation and social cooperation
پیامد حکمرانی Governance Outcomes	کنترل برداشت، کاهش افت آبخوان، پایداری منابع Extraction Control, Groundwater Drawdown Reduction, Resource Sustainability			برتری‌ها، ضعف‌ها و درس‌آموخته‌ها Strengths, Weaknesses, and Lessons Learned

پایش، وجود کنتورهای هوشمند، بهره‌گیری از GIS و میزان استفاده از داده‌های سنسور از دور تمرکز دارد.

مقایسه این مؤلفه بیانگر آن است که دو آیتم مورد مطالعه در زمینه تولید داده، ثبت برداشت و تصمیم‌گیری مبتنی بر اطلاعات چه تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند و این تفاوت تا چه اندازه بر کارآمدی سیاست‌های مدیریت آب زیرزمینی مؤثر است. چهارمین مؤلفه، مشارکت ذی‌نفعان است که میزان مشارکت کشاورزان، نقش انجمن‌های محلی، سطح همکاری بهره‌برداران در اجرای سیاست‌ها و میزان پذیرش اجتماعی مقررات را پوشش می‌دهد.

بررسی تطبیقی این مؤلفه، تفاوت‌های میان دو مورد را در زمینه حکمرانی مشارکتی و میزان همراهی کاربران آب با سیاست‌های مدیریت منابع آب زیرزمینی مشخص

مقایسه این مؤلفه امکان می‌دهد تا تفاوت‌های بنیادین در ظرفیت حکمرانی رسمی و انسجام نهادی دو مورد مورد مطالعه آشکار گردد.

مؤلفه دوم، ابزارهای اقتصادی است که نحوه مدیریت تقاضای آب از طریق قیمت‌گذاری، تعرفه‌ها، جریمه‌ها، مشوق‌های مالی و سازوکارهای مبادله حقایق را بررسی می‌کند. این بعد نشان می‌دهد که هر یک از دو مورد تا چه اندازه از ابزارهای مبتنی بر انگیزش‌های اقتصادی در مدیریت برداشت از آبخوان‌ها بهره گرفته‌اند و تفاوت در این ابزارها چگونه بر رفتار مصرف‌کنندگان آب تأثیر گذاشته است.

سومین مؤلفه، نظام‌های اطلاعاتی و پایش است که بر کیفیت داده‌های هیدرولوژیک، سطح استقرار سامانه‌های

در محور سوم، ظرفیت اطلاعاتی و عملکرد سامانه‌های نظارتی مورد توجه قرار می‌گیرد. دقت و دسترس‌پذیری اطلاعات هیدرولوژیک، میزان پوشش شبکه‌های اندازه‌گیری، نصب تجهیزات هوشمند بر چاه‌ها، استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و کاربرد فناوری‌های سنجش از دور، از مهم‌ترین معیارهای این بخش به شمار می‌روند.

ارزیابی تطبیقی این شاخص‌ها روشن می‌کند که دو نمونه در گردآوری اطلاعات، اندازه‌گیری حجم استخراج و اتخاذ تصمیم بر پایه شواهد چه فاصله‌ای با یکدیگر دارند. همچنین، از این طریق می‌توان اثر قابلیت‌های اطلاعاتی بر میزان موفقیت برنامه‌های حفاظت از آبخوان‌ها را مشخص کرد.

چهارمین محور، جایگاه گروه‌های درگیر و میزان حضور آنان در فرایند اداره منابع را بررسی می‌کند. سطح نقش‌آفرینی کشاورزان، قدرت و دامنه فعالیت تشکلهای محلی، میزان همکاری مصرف‌کنندگان هنگام اجرای برنامه‌ها و درجه مقبولیت عمومی محدودیت‌ها و ضوابط، در این قسمت سنجیده می‌شوند.

مقایسه این ابعاد نشان می‌دهد که میان دو نمونه از حیث توزیع نقش‌ها، مشارکت جمعی و همراهی کاربران با برنامه‌های حفاظت و کنترل آب‌های زیرزمینی چه تفاوت‌هایی وجود دارد. محور پایانی به دستاوردها و آثار حاصل از شیوه حکمرانی مربوط می‌شود.

شاخص‌هایی نظیر موفقیت در مهار استخراج، متوقف‌شدن یا ادامه کاهش تراز آبخوان و وضعیت دوام بلندمدت منابع، مبنای سنجش در این بخش هستند.

ارزیابی نتایج حاصل از اجرای راهبردها، نقاط قوت و کاستی‌های هر نمونه را آشکار می‌سازد و امکان استخراج تجربیات قابل انتقال را فراهم می‌کند. در نتیجه، می‌توان درباره کارایی نسبی الگوهای مورد استفاده در اداره آب‌های زیرزمینی داوری دقیق‌تری ارائه داد.

می‌سازد. در نهایت، مؤلفه پیامدهای حکمرانی با ارزیابی نتایج همچون میزان کنترل برداشت، کاهش یا تداوم افت سطح آبخوان و سطح پایداری منابع، نشان می‌دهد که استراتژی‌های هر یک از دو مورد چه پیامدهایی ایجاد کرده است.

مقایسه این پیامدها به استخراج برتری‌ها، ضعف‌ها و درس‌آموخته‌های هر مورد کمک می‌کند و امکان نتیجه‌گیری درباره اثربخشی نسبی استراتژی‌های حکمرانی آب زیرزمینی را فراهم می‌آورد.

نتیجه‌گیری

جدول شماره ۱ به‌عنوان ابزاری برای مقایسه ساختاریافته طراحی شده است و راهبردهای به‌کارگرفته‌شده در اداره منابع آب زیرزمینی دو نمونه منتخب را با تکیه بر معیارهایی همسان ارزیابی می‌کند.

در نخستین محور، بنیادهای حقوقی و ترتیبات سازمانی بررسی می‌شوند. این محور موضوعاتی مانند شفافیت و کارآمدی مقررات، چگونگی صدور پروانه‌های بهره‌برداری، برخورداری تصمیمات از پشتوانه اجرایی و سطح هماهنگی دستگاه‌های مسئول را در بر می‌گیرد. سنجش این موارد در دو نمونه، تفاوت‌های اساسی آن‌ها را از نظر توان رسمی مدیریت و میزان یکپارچگی نهادی نمایان می‌سازد.

محور دوم به سازوکارهای مالی و اقتصادی اختصاص دارد و شیوه‌های تنظیم تقاضا از طریق تعیین بهای آب، وضع تعرفه، اعمال جرایم، ارائه حمایت‌های مالی و فراهم‌کردن امکان انتقال یا مبادله حقوق بهره‌برداری را تحلیل می‌کند. این بخش مشخص می‌سازد که هر نمونه تا چه اندازه برای کنترل فشار وارد بر سفره‌های زیرزمینی به محرک‌ها و بازدارنده‌های اقتصادی متوسل شده و تفاوت در طراحی این سازوکارها چه تغییری در الگوی مصرف بهره‌برداران ایجاد کرده است.

Alejandro, J., Rodríguez-Silva, J., & Miguel, S. (2020). Water governance in the USA. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 31(1), 130–145. <https://doi.org/10.1108/MEQ-05-2019-0104>

Ashraf Vaghefi, S., Keykhai, M., Jahanbakhshi, F., Sheikholeslami, J., Ahmadi, A., Yang, H., et al. (2019). The future of extreme climate in Iran. *Scientific Reports*, 9, 1464. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-38071-8>

Bagheri Khanghahi, M., Hazar Jaribi, A., Kamali, M. I., & Zamani, F. (2025). Forecasting rainfall in different climatic regions of Iran using the LARS WG7 climate model. *Water Resources and Climate Change*, 1(1), 28–39. <https://doi.org/10.22091/wrcc.2025.11744.1008>

Bagheri, M., Gandomkar, A., & Khadem al-Hosseini. (2023). Factors affecting the water crisis in Isfahan province. *Journal of Geography*, (77). <https://doi.org/10.22091/wrcc.2023.29219.1981>

Dai, A., Zhao, T., & Chen, J. (2018). Climate change and drought: A precipitation and evaporation perspective. *Current Climate Change Reports*, 4(3), 301–312. <https://doi.org/10.1007/s40641-018-0101-6>

Diffenbaugh, N. S., Swain, D. L., & Touma, D. (2015). Anthropogenic warming has increased drought risk in California. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(13), 3931–3936. <https://doi.org/10.1073/pnas.1422385112>

Fatahi, S., Vahedi, M., Arayesh, M. B., & Eshraghi Samani, R. (2023). Assessment of farmers' social resilience in water-based crises: Haris County. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 54(1), 107–129. <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2022.338067.669128>

Fatemi, M., Akaberi, M., & Dehghan Khavari, S. (2025). Impact of economic and social factors on urban water demand in Yazd province. *Journal of Water and Sustainable Development*, 7(3), 37–46. <https://doi.org/10.22067/jwsd.v7i3.86531>

Fathi, E., Mohammad, R., Talebi, A., & Mosafaei, J. (2025). Studying the status of water resources governance in the Ilam Dam watershed. *Journal of Water and Sustainable Development*, 12(2), 5–18.

Golfam, P. (2025). Estimation of crop irrigation water demand using climatic data and Cropwat model. *Water Resources and Climate Change*, 1(1), 51–61. <https://doi.org/10.22091/wrcc.11311.1001>

Khodai, M., & Mirfakhraei, S. H. (2021). The water crisis and new regional and international legal frameworks. *Iranian Journal of International Politics*, (18). <https://doi.org/10.1332086/wrcc.2021.21879.1029>

Kloosterman, R. A., Van der Hoek, J. P., & Herder, P. (2020). Resilient drinking water resources. *Water*

در مجموع، جدول شماره ۱ با طبقه‌بندی معیارهای ارزیابی در یک الگوی منسجم، بستر لازم را برای مقایسه‌ای چندبعدی و عمیق فراهم می‌آورد. چنین آرایشی، علاوه بر نمایان‌ساختن تجربه‌های اثربخش، دستیابی به پیشنهادهای کاربردی برای تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری را امکان‌پذیر می‌کند و منطق مقایسه‌ای حاکم بر پژوهش را به‌صورت روشن بازتاب می‌دهد.

در حوزه کاربردی، چند اقدام کلیدی برای بهبود حکمرانی آب‌های زیرزمینی پیشنهاد می‌شود:

نخست، تقویت چارچوب‌های قانونی و نهادی مدیریت منابع آب به منظور افزایش هماهنگی میان سازمان‌های مسئول و بهبود نظارت بر برداشت از منابع آب زیرزمینی ضروری است.

دوم، توسعه نظام‌های پایش و اطلاعاتی پیشرفته برای جمع‌آوری داده‌های دقیق درباره وضعیت آبخوان‌ها می‌تواند به تصمیم‌گیری‌های علمی و کارآمد کمک کند.

سوم، افزایش مشارکت جوامع محلی و بهره‌برداران آب در فرایند تصمیم‌گیری و مدیریت منابع می‌تواند موجب افزایش پذیرش اجتماعی سیاست‌های مدیریتی و کاهش تعارضات شود.

در نهایت، استفاده از ابزارهای اقتصادی مانند اصلاح نظام یارانه‌ها، قیمت‌گذاری مناسب آب و ایجاد بازارهای مبادله حقایق می‌تواند به مدیریت تقاضای آب و افزایش بهره‌وری مصرف منابع کمک کند و زمینه را برای دستیابی به مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی فراهم سازد.

منابع

Brown, A. R., Gerlak, A. K., Smith, G., Zuniga-Teran, A., & Gilson, G. (2025). Governing the nexus: Lessons from water governance in the United States. *Environmental Science & Policy*, 172. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2025.104214>

Ahmadi, S. (2021). The effects and economic and security consequences of the water crisis in the country. *Journal of Economic Security*, (91). <https://doi.org/10.212982/wrcc.2021.23047.1287>

- Resources Management*, 331–351. <https://doi.org/10.1007/s11269-020-02736-9>
- Mirzaei, E., Jalali, A., Jodaki, H., & Arbabi Sabzevari, A. (2019). Analyzing urban resilience against water crises: Tehran City. *Safe City*, 2(1), 93–104.
- Monteiro, M., Bahta, Y. T., & Jordaan, H. (2024). Water resilience and change of water use behavior. In *24th International Farm Management Association Congress* (pp. 14–19). Saskatoon, Canada.
- Mousavi, S. K., Tabesh, M. R., Lahijanian, A., Jozi, S. A., & Mirfakhradini, S. H. (2021). Establishment and selection to improve resilience of Yazd-Ardakan plain water resources. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 21(73), 103–120. <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2021.820986.7621087>
- Nariman, A., Fattahi, M. H., Taleb Bidakhti, N., & Sadeghian, M. S. (2021). Assessing hydraulic resilience and return time of Sadra city water distribution network against earthquake. *Iran Water Resources Research*, 17(2), 204–221. <https://doi.org/10.14521/57/ijaedr.2021.372186.629879>
- Omidvar, K., Zare, M., & Ebrahimi, R. (2016). The impact of recent droughts on groundwater resources in the Yazd-Ardakan plain. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 10(5), 622–635. <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2016.111286.319310>
- Rahimi, D., & Zarei, F. (2019). The effects of climate change on volume of water resources and transfer of inter-basin water. *Irrigation Science and Engineering*, 42(3), 61–74. <https://doi.org/10.22055/jise.2017.21862.1565>
- Rezaei, M. R., & Alizadeh Shourki, Y. (2019). Stability of water resources based on optimal population loading: Yazd city. *Human Geography Research*, 51(2), 307–322. <https://doi.org/10.22059/jhgr.2017.222203.1007355>
- Sedighi Moghadam, M., Hosseini, S. M., & Farajollah Hosseini, S. J. (2021). Identifying strategies for sustainable water utilization management of Qanats in Yazd province. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 52(4), 837–849. <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2021.320087.669019>
- Shamshirgaran, R., Tosan, M., & Nasirian, A. (2025). Investigating the challenges of groundwater balancing in arid regions: A case study of the Boshroiye plain, South Khorasan. *Aquifer and Qanat*, 5(2), 99–120. <https://doi.org/10.22077/jaaq.2025.8734.1094>
- Shiari, A., Bagheri, R., Ahadi, P., & Esmailzadeh, A. (2021). Governance and political economy of the water crisis in the Islamic Republic of Iran. *World Politics*, 36, 1098.
- Shalsi, S., Ordens, C. M., Curtis, A., & Simmons, C. T. (2022). Insights from an Australian example of collective action to co-manage groundwater. *Journal of Hydrology*, 608. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.127658>
- Talebi, M., & Hashemi, S. (2025). Assessing the resilience of drinking water resources in Yazd city using the Delphi method. *Water Resources and Climate Change*, 1(3), 13–22. <https://doi.org/10.22091/wrcc.2025.13149.1017>
- Talebi Soumaei Saraei, M., Zareian, M. J., Farrukhnia, A., & Rozbahani, R. (2020). The evolution of water planning and policy in the era before and after the Islamic Revolution of Iran. *Quarterly Journal of Interdisciplinary Studies in Humanities*, 14(1), 151–178. <https://doi.org/10.22035/isih.2022.4556.4516>
- Varady, R. G., Zúñiga-Terán, A. A., Garfin, G. M., Martín, F., & Vicuña, S. (2016). Adaptive management and water security in a global context: Definitions, concepts, and examples. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 21, 70–77. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.11.001>
- Wang, C. H., & Blackmore, J. M. (2009). Resilience concepts for water resource systems. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 135(6), 528–536. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2009\)135:6.5341](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2009)135:6.5341)
- Woodhouse, P., & Muller, M. (2017). Water governance—An historical perspective on current debates. *World Development*. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.11.014>
- Yazdani, M. R., Mehrabi, Sh., & Ghorbani, M. (2022). Resilience assessment in social-ecological systems against available water depletion (Harchegan Village). *Journal of Emergency Management*, 11(1), 67–80. <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2022.350486.749115>
- Yousefian, A., Makondi, F., Jamalmanesh, A., Chenari, V., & Afroos, A. (2023). Economic analysis of factors affecting the water crisis in Iran using the system dynamics method. *Economic Jurisprudence Studies*, 1073–1098. <https://doi.org/10.22034/ejs.2024.422904.1598>
- Zarandi, S. (2023). A review of comparative research methodology: Theories, approaches, and horizons. *Comparative Public Administration*, 1(4), 1–21. <https://doi.org/10.22098/cpa.2024.14476.1029>
- Zinati Fakhrabad, M., & Asgari Moghadam, M. (2021). Future study of the security consequences of the water resources crisis in the border areas of Iran. *Geography and Human Relations*, 15. <https://doi.org/10.22034/gahr.2021.301648.1602>