



Assessment and Ranking of Factors Influencing Urban Water Management Patterns with an Importance-Performance Analysis (IPA) Approach (Case Study: Robat Karim County)

Mohammad Reza Orouji¹ | Seyed Ali Alavi² | Abolfazl Meshkini³ | Hassan Lashkari⁴

1. Department of Geography and Urban Planning, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
2. Corresponding author, Department of Geography and Urban Planning, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. E-mail: a.alavi@modares.ac.ir
3. Department of Geography and Urban Planning, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
4. Department of Climatology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Article Info

ABSTRACT

Article type:
Research Article

Article history:

Received: 03 Sep 2025

Received in revised form:
26 Sep 2025

Accepted: 09 Oct 2025

Available online: 21 Mar 2026

Keywords:

Urban water management, Importance-Performance technique, IPA Model, Robat Karim county, Parand, Nasimshahr.

Urban water management in Iran is increasingly challenged by water scarcity and climate change, both of which threaten the sustainability and resilience of urban systems. This study evaluates and ranks the key factors influencing urban water management patterns, with a specific focus on the city of Robat Karim. The research employs the Importance-Performance Analysis (IPA) technique within an applied-developmental, mixed-method (qualitative-quantitative), descriptive-analytical framework. In the qualitative phase, 64 key indicators across nine factor categories—including institutional-organizational, economic, technical-engineering, and political dimensions—were identified through a systematic literature review and expert interviews. Data were collected using a dual-structured questionnaire administered to 53 specialists, experts, and managers involved in water management. The findings indicate that political and economic factors hold the highest priority for intervention. Among all indicators, *political will and leadership* and *institutional sustainability and effectiveness* ranked as the most critical, with mean importance scores of 4.987 and 4.954 (on a 5-point scale), respectively. Within the economic dimension, *cost recovery rate* (ranked 3rd) and *water tariff adequacy and structure* (ranked 6th) were also identified as high-priority indicators. The IPA results further reveal that several high-importance indicators exhibit low performance. Notably, *water loss management* (ranked 10th) and *stakeholder participation* (ranked 14th) require substantial improvement. These insights provide a valuable foundation for formulating operational strategies and allocating resources more effectively to enhance the efficiency and overall performance of urban water management systems.

Cite this article: Orouji, M. R., Alavi, S. A., Meshkini, A., & Lashkari, H. (2026). Assessment and Ranking of Factors Influencing Urban Water Management Patterns with an Importance-Performance Analysis (IPA) Approach (Case Study: Robat Karim County). *Geography and Environmental Sustainability*, 16(1), 69-93. <https://doi.org/10.22126/GES.2025.12673.2905>



© The Author (s).

DOI: <https://doi.org/10.22126/GES.2025.12673.2905>

Publisher: Razi University

ارزیابی و رتبه‌بندی عوامل تأثیر گذار بر الگوی مدیریت آب شهری با رویکرد اهمیت - عملکرد (IPA) (مطالعه موردی: شهرستان رباط کریم)

محمد رضا عروجی^۱ | سید علی علوی^۲ | ابوالفضل مشکینی^۳ | حسن لشکری^۴

۱. گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۲. نویسنده مسئول، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. رایانامه: a.alavi@modares.ac.ir
۳. گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۴. گروه اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

چکیده	اطلاعات مقاله
<p>مدیریت آب شهری در ایران با چالش‌های فزاینده کم‌آبی و تغییرات اقلیمی مواجه است که پایداری و تاب‌آوری مناطق شهری را تهدید می‌کند. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی و رتبه‌بندی عوامل تأثیرگذار بر الگوی مدیریت آب شهری، با تمرکز بر شهرستان رباط کریم و با بهره‌گیری از تکنیک تحلیل اهمیت - عملکرد (IPA)، به بررسی این موضوع می‌پردازد. این مطالعه کاربردی - توسعه‌ای و از نوع توصیفی - تحلیلی ترکیبی (کیفی - کمی) است. در گام کیفی، ۶۴ شاخص کلیدی در ۹ عامل (شامل نهادی - سازمانی، اقتصادی، فنی - مهندسی و سیاسی) از طریق مرور نظام‌مند ادبیات و مصاحبه با خبرگان شناسایی شد. داده‌ها با استفاده از پرسش‌نامه‌های دوگانه از ۵۳ نفر از متخصصان، کارشناسان و مدیران حوزه مدیریت آب جمع‌آوری گردید. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که از میان عوامل شناسایی‌شده، عوامل سیاسی و اقتصادی دارای بالاترین اولویت برای مداخله هستند. به طور خاص، شاخص‌های «راه سیاسی و رهبری» و «پایداری و اثربخشی نهادی» با کسب بالاترین رتبه (۱) و میانگین اهمیت ۴/۹۸۷ و ۴/۹۵۴ (در مقیاس ۵ درجه‌ای)، به‌عنوان حیاتی‌ترین عوامل شناسایی شدند. در بعد اقتصادی، شاخص‌های «ترخ بازگشت هزینه» با رتبه ۳ و «کفایت و ساختار تعرفه آب» با رتبه ۶ در اولویت‌های بالا قرار گرفتند. همچنین، تحلیل اهمیت - عملکرد نشان می‌دهد که بسیاری از شاخص‌های با اهمیت بالا، دارای عملکرد پایین هستند؛ به‌عنوان مثال، شاخص «مدیریت هدررفت آب» با رتبه ۱۰ و شاخص «مشارکت ذی‌نفعان» با رتبه ۱۴، نیازمند بهبود چشمگیر در عملکرد فعلی می‌باشند. این نتایج، مبنای مهمی برای تدوین راهبردهای عملیاتی و تخصیص مؤثر منابع به‌منظور ارتقای کارایی و اثربخشی مدیریت آب شهری فراهم می‌آورد.</p>	<p>نوع مقاله: مقاله پژوهشی</p> <p>تاریخچه مقاله:</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۱۲</p> <p>تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۷/۰۴</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۷</p> <p>دسترسی آنلاین: ۱۴۰۵/۰۱/۰۱</p> <p>کلیدواژه‌ها:</p> <p>مدیریت آب شهری، تکنیک اهمیت - عملکرد، مدل IPA، شهرستان رباط کریم، پرونده، نصیرشهر.</p>

استناد: عروجی، محمد رضا؛ علوی، سید علی؛ مشکینی، ابوالفضل؛ لشکری، حسن (۱۴۰۵). ارزیابی و رتبه‌بندی عوامل تأثیرگذار بر الگوی مدیریت آب شهری با رویکرد اهمیت - عملکرد (IPA) (مطالعه موردی: شهرستان رباط کریم). *جغرافیا و پایداری محیط*، ۱۶ (۱)، ۶۹-۹۳.

<https://doi.org/10.22126/GES.2025.12673.290>

ناشر: دانشگاه رازی

© نویسندگان.
DOI: <https://doi.org/10.22126/GES.2025.12673.290>



مقدمه

مدیریت منابع آب شهری در قرن بیست و یکم، از یک مسئله صرفاً فنی به یک چالش چندوجهی و حیاتی برای پایداری محیط‌های شهری تبدیل شده است (Aboelnga et al., 2019). این تحول، در برهم‌کنش پیچیده میان عوامل زیست‌محیطی، تغییرات اقلیمی، رشد فزاینده جمعیت و ضعف‌های ساختاری در حکمرانی و زیرساخت‌های شهری ریشه دارد. بحران فزاینده آب، نه تنها دسترسی به آب آشامیدنی را تهدید می‌کند، بلکه بر تاب‌آوری اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی شهرها نیز تأثیر مستقیم می‌گذارد. از این رو، تمرکز بر مدیریت پایدار آب شهری، که به دنبال توازن میان نیازهای حال و آینده، کارایی اقتصادی، عدالت اجتماعی و حفاظت از اکوسیستم‌ها است، به یک ضرورت انکارناپذیر مبدل شده است.

یکی از برجسته‌ترین محرک‌های بحران آب، تغییرات اقلیمی است که الگوی چرخه‌های هیدرولوژیکی را به‌طور بنیادین دگرگون ساخته است. افزایش دما و نوسانات شدید در بارش‌ها، منجر به پدیده‌های حدی نظیر خشکسالی‌های طولانی‌مدت و سیلاب‌های ویرانگر شده است که هر دو به کاهش منابع آب سطحی و زیرزمینی می‌انجامند (Ferdowsi et al., 2024; Nydrioti et al., 2024). این شرایط، لزوم توسعه سیستم‌های مدیریت آبی را مطرح می‌سازد که نه فقط برای شرایط نرمال، بلکه برای تاب‌آوری در برابر شوک‌های اقلیمی طراحی شده باشند (Xiong et al., 2018). در کنار این، شهرنشینی سریع و رشد بی‌رویه جمعیت شهری، فشار تصاعدی بر منابع آب موجود وارد می‌کند (McDonald et al., 2011; Shafieisabet & Mirvahedi, 2021).

پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که تا سال ۲۰۵۰، بخش عمده‌ای از جمعیت جهان در مناطق شهری ساکن خواهند شد که این امر تقاضا برای آب را تا ۷۰ درصد افزایش خواهد داد (Biswas et al., 2025; Irfeey et al., 2023). این روند، بر اهمیت مدیریت یکپارچه و هوشمند تقاضای آب در تمامی بخش‌های شهری، از جمله مصارف خانگی، صنعتی و تجاری، تأکید دارد (Mishra et al., 2020). علاوه بر این، آلودگی گسترده منابع آب ناشی از پساب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی، کیفیت آب را به شدت کاهش داده و نیاز به فرآیندهای تصفیه پرهزینه را افزایش می‌دهد، که این خود چالشی برای دسترسی به آب سالم و مقرون‌به‌صرفه است (Babko et al., 2020; Shafieisabet & Mirvahedi, 2022).

ایران، به دلیل قرار گرفتن در کمربند اقلیمی خشک و نیمه‌خشک، از جمله آسیب‌پذیرترین کشورها در برابر بحران آب است. با وجود محدودیت‌های اقلیمی، فشارهای انسان‌ساز و ضعف حکمرانی آب این بحران را تشدید کرده است. افزایش سرانه مصرف آب، به‌ویژه در مناطق شهری، به‌طور فزاینده‌ای از ظرفیت منابع تجدیدپذیر پیشی گرفته است (Madani, 2005). مصرف سالانه ۸۳ درصد از کل منابع آب شیرین تجدیدپذیر ایران، که بسیار بالاتر از استاندارد بین‌المللی پایداری ۴۰ درصد است، گواهی بر این مدیریت ناپایدار است (Hashemi, 2015). این وضعیت به کاهش شدید سرانه دسترسی به آب و ورود کشور به وضعیت «تنش آبی شدید» منجر شده است (Madani, 2005).

یکی از مهم‌ترین ابعاد این بحران، بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی است. با وجود برداشت سالانه ۶۳.۸ میلیارد مترمکعب آب زیرزمینی در برابر تغذیه ۵۸ میلیارد مترمکعبی، کشور با کسری سالانه ۵.۶ میلیارد مترمکعبی مواجه است (Zamani et al., 2022). این امر، عواقب زیست‌محیطی ویرانگری نظیر فرونشست زمین، تخریب اکوسیستم‌ها و افت شدید سطح آبخوان‌ها را به دنبال داشته است. این نشان‌دهنده شکست سیستمی در حکمرانی آب و اولویت‌دهی به راه‌حل‌های کوتاه‌مدت سمت عرضه، بدون توجه کافی به مدیریت تقاضا و ملاحظات زیست‌محیطی است (Hamidifar, 2024).

به طور کلی، ساختار نهادی-سازمانی مدیریت آب در ایران، با وجود قدمت قوانین و وجود نهادهای متعدد، به دلیل غلبه رویکرد متمرکز و عرضه-محور، با چالش‌های بنیادین حکمرانی و نهادی مواجه است که بحران آب را از یک مسئله صرفاً فنی به یک بحران نهادی-اجتماعی تبدیل کرده است (طالبی صومعه‌سرای و همکاران، ۱۳۹۸). این ساختار عمدتاً تحت سیطره نهادهای دولتی، به ویژه وزارت نیرو و شرکت‌های وابسته مانند شرکت‌های آب و فاضلاب و آب منطقه‌ای، قرار دارد. اعطای اختیارات گسترده به دولت از طریق قوانینی مانند «قانون توزیع عادلانه آب» منجر به پراکندگی نهادی، همپوشانی وظایف و تضاد منافع میان بازیگران اصلی مانند وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی و سازمان حفاظت محیط‌زیست شده است. این ناهماهنگی و موازی‌کاری، فرآیندهای تصمیم‌گیری را کند و ناکارآمد کرده و زمینه را برای فقدان پاسخگویی مؤثر فراهم

آورده است (یوسفیان و همکاران، ۱۴۰۰).

این ناکارآمدی ساختاری از چند منظر قابل تحلیل است. اولاً، غلبه گفتمان عرضه-محور که در اسناد بالادستی و سیاست‌های اجرایی تجلی یافته، مدیریت آب را به راه‌حل‌های سخت‌افزاری همچون سدسازی و انتقال آب تقلیل داده و از مدیریت هوشمند تقاضا، نوسازی زیرساخت‌های فرسوده و فرهنگ‌سازی غفلت کرده است (زارع شاه‌آبادی و بنیاد، ۱۴۰۱). این امر به هدررفت عظیم منابع و آسیب‌های زیست‌محیطی منجر شده است. ثانیاً، عدم وجود یک نظام حکمرانی یکپارچه، بحران‌های میان‌بخشی و تضاد در سیاست‌ها را تشدید کرده است؛ به‌طوری‌که درحالی‌که وزارت نیرو منابع را مدیریت می‌کند، سیاست‌های وزارت جهاد کشاورزی تقاضا را به شدت افزایش می‌دهد (اسماعیلی، ۱۳۹۹).

سرانجام، نارسایی در مشارکت ذی‌نفعان و تمرکزگرایی در فرایندهای تصمیم‌گیری، بهره‌برداران اصلی آب، به‌ویژه در سطح محلی و کشاورزی، را از فرآیندهای حکمرانی دور نگه داشته و به نارضایتی‌های اجتماعی و اعتراضات گسترده منجر شده است (طالبی صومعه‌سرای و همکاران، ۱۳۹۸). این تحلیل‌ها نشان می‌دهد که اصلاحات بنیادین برای گذار از مدیریت متمرکز به یک حکمرانی یکپارچه و مشارکتی در سطح حوضه‌های آبریز، با تأکید بر مدیریت هوشمند و نوسازی زیرساخت‌ها، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است؛ لذا اعمال سه مؤلفه اساسی مدیریت تأمین^۱، مدیریت توزیع^۲ و مدیریت تقاضا^۳ در کنار هم، چارچوبی جامع را برای مدیریت پایدار آب شهری فراهم می‌آورند که می‌تواند به حل چالش‌های فزاینده منابع آبی در مناطق شهری در ایران کمک کند.

مدیریت آب در سطح کلان را می‌توان به‌عنوان برنامه‌ریزی راهبردی، سازمان‌دهی و تنظیم منابع آب برای تضمین پایداری، کارایی و تاب‌آوری در سیستم‌های آبی تعریف کرد. مدیریت آب شامل سه مؤلفه اساسی مدیریت تأمین، مدیریت توزیع و مدیریت تقاضا است؛ که هر یک نقش مهمی در تعادل در دسترس بودن آب با نیازهای اجتماعی ایفا می‌کنند (Aboelnga et al., 2019). مدیریت تأمین به شناسایی، توسعه و بهره‌برداری پایدار از منابع آب، اعم از متعارف و غیرمتعارف (مانند بازیافت فاضلاب، نمک‌زدایی و برداشت آب باران) اشاره دارد (Pallavi et al., 2021; Qin & Xu, 2011; Xiong et al., 2018). این مؤلفه بر به‌کارگیری فناوری‌های پیشرفته، ارتقای زیرساخت‌ها و سرمایه‌گذاری راهبردی برای تضمین دسترسی مستمر و قابل‌اعتماد به آب، با کمترین هزینه مالی و اثرات زیست‌محیطی، تمرکز دارد (Saleem et al., 2021; Yao, 2021). موفقیت در این بخش، مستلزم چارچوب‌های نهادی قوی، پایداری مالی و مشارکت ذینفعان است (Aigbavboa et al., 2023; Ostovar, 2019).

مدیریت توزیع شامل فرایندهای نظام‌مندی است که تحویل کارآمد آب از تأسیسات ذخیره‌سازی به مصرف‌کنندگان نهایی را با حفظ کیفیت، فشار و کمیت کافی تضمین می‌کند (Fazli et al., 2023). این بخش، با ادغام راهبردهای فناورانه، اقتصادی و حکمرانی، بهینه‌سازی شبکه‌های توزیع، کاهش تلفات آب و تضمین دسترسی عادلانه را دنبال می‌کند (Abdelbaki et al., 2019; Cojanu & Helerea, 2020; Melgarejo-Moreno et al., 2019). هدف نهایی، افزایش کارایی و تاب‌آوری سیستم توزیع آب در برابر چالش‌هاست. مدیریت تقاضای آب شهری^۴ یک رویکرد راهبردی برای بهینه‌سازی الگوهای مصرف آب به‌منظور ارتقای پایداری و تاب‌آوری در محیط‌های شهری است (Mishra et al., 2020). این مؤلفه، فراتر از صرفاً افزایش عرضه، بر اقدامات کاهنده مصرف از طریق ترکیبی از بهبودهای فنی (نظیر اندازه‌گیری هوشمند و نگهداری زیرساخت) و سیاست‌های اجتماعی-اقتصادی (مانند قیمت‌گذاری آب، آموزش عمومی و مقررات) تأکید دارد (Rodriguez-Montoya, 2024). مدیریت تقاضا با کاهش هدررفت، تنظیم مصرف و افزایش انعطاف‌پذیری سیستم در مواجهه با خشکسالی، نقش حیاتی در کاهش کمبود آب ایفا می‌کند (Brooks, 2006). چارچوبی جامع برای UWDM، عوامل رفتاری، اقتصادی، فناورانه و نظارتی را در برمی‌گیرد که نیازمند رویکردی یکپارچه و چندوجهی برای دستیابی به امنیت آبی بلندمدت است (Morkel & Nemati, 2024; Ray Biswas et al., 2023; Sauri, 2003).

1. Supply Management
2. Distribution management
3. Demand management
4. Urban Water Demand Management (UWDM)

مدیریت آب شهری در بستر ناپایداری زیست‌محیطی، رشد جمعیت و بحران‌های اقلیمی، نیازمند رویکردی جامع، بین‌بخشی و مبتنی بر شواهد است. مرور ادبیات نشان می‌دهد که این مدیریت تحت تأثیر ۹ بُعد کلیدی نهادی-سازمانی، جغرافیایی-محیطی، اجتماعی، فرهنگی-آموزشی، فنی-مهندسی، فناوریانه-نوآوری، قانونی، اقتصادی و سیاسی است که تعامل و هم‌افزایی میان آن‌ها، کارایی و پایداری حکمرانی آب را تعیین می‌کند. در بُعد نهادی-سازمانی، کارآمدی سیستم به وضوح نقش‌ها (Berg, 2016)، انسجام سیاست‌ها (Valieva, 2019)، مشارکت ذینفعان (Bressers & Kuks, 2013) و ظرفیت حرفه‌ای سازمان‌ها (Valieva, 2019) وابسته است. ضعف در یکی از این مؤلفه‌ها، به تضعیف کل نظام حکمرانی منجر می‌شود. شفافیت، پاسخگویی (Valieva, 2019)، اشتراک داده‌ها (موسوی زاده جزائری و شکیبازاد، ۱۳۹۸)، یادگیری سازمانی (Jibat et al., 2024) و مدیریت تعارضات فکری (Feliciano et al., 2021) نیز ارکان اصلاح‌پذیری و تاب‌آوری سازمانی به شمار می‌آیند.

عوامل جغرافیایی-محیطی، از جمله اقلیم و بارش (Ferdowsi et al., 2024)، توپوگرافی (Grinevskii, 2014)، کاربری زمین (McDonald et al., 2016)، منابع آب سطحی و زیرزمینی (Foster, 2022) و شرایط زمین‌شناسی (Parween & Chandra, 2023)، بستری را فراهم می‌کنند که ظرفیت فیزیکی سیستم‌های شهری را برای مدیریت آب تعیین می‌سازد. نادیده گرفتن این زمینه‌ها، سیاست‌گذاری‌ها را از واقعیت‌های اکولوژیکی جدا می‌سازد. در بُعد اجتماعی، عدالت در دسترسی به آب (Marcal et al., 2024)، مشارکت جامعه (Grigg, 2016)، آگاهی عمومی (Kokkinos et al., 2019)، سرمایه اجتماعی (Dean et al., 2016) و حکمرانی پاسخگو (Polonenko et al., 2020) عناصر محوری‌اند. بی‌عدالتی در توزیع آب، ظرفیت اعتماد و همکاری را تضعیف کرده و ریشه بسیاری از تعارضات محلی است. عوامل فرهنگی-آموزشی، چون ارزش‌های فرهنگی (Heinrichs & Rojas, 2022)، دانش بومی (سلطان مرادی و زارعی، ۱۳۹۹)، اخلاق آب (Schmidt & Peppard, 2014) و سواد آبی (Dean et al., 2016)، تعیین می‌کنند که شهروندان چگونه با سیاست‌ها تعامل می‌کنند. ادغام دانش سنتی با علم مدرن، تنها در بستر هم‌تولیدی و گفت‌وگوی بین‌معرفتی امکان‌پذیر است.

اثر بخشی برنامه‌های آموزشی (Tiburcio & Perevochtchikova, 2020) و انگیزش رفتار حفاظتی (Vivek et al., 2021) نیز به پیوند میان دانش، نگرش و زیرساخت‌های حمایتی وابسته است. در بُعد فنی-مهندسی، کیفیت و تاب‌آوری زیرساخت‌ها، شامل مدیریت نشت (سیف و همکاران، ۱۴۰۲)، بازسازی شبکه (Lourenço et al., 2022)، عملکرد هیدرولیکی (Berardi et al., 2025)، تصفیه فاضلاب (Babko et al., 2020) و کنترل رواناب (Zhang et al., 2021) در تعیین کارایی سیستم‌های آب حیاتی است. به‌کارگیری مدل‌سازی، پایش بلادرنگ (Hamel et al., 2024) و سیستم‌های پشتیبانی تصمیم (Eggimann et al., 2017)، امکان گذار از مدیریت واکنشی به پیش‌گیرانه را فراهم می‌کند.

تحولات فناوریانه، از جمله حسگرگذاری بلادرنگ (Ascensão et al., 2023)، هوش مصنوعی (Dada et al., 2024)، هم‌زاد دیجیتال (Zhao et al., 2025) و بلاک‌چین (Xia et al., 2022)، ابزارهایی برای افزایش دقت، شفافیت و پیش‌بینی‌پذیری در مدیریت آب شهری هستند. فناوری‌های بازچرخانی (Mojiri et al., 2024) و نوآوری در شیرین‌سازی (Lee & Jepson, 2025) نیز ظرفیت منابع را گسترش می‌دهند. بُعد قانونی، با تأکید بر جامعیت قوانین (Saxena et al., 2022)، اثر بخشی سازوکارهای اجرا (Iqbal et al., 2023)، ظرفیت نهادی (Linh et al., 2025) و مقابله با فساد (Rosso, 2025)، پایه‌ای برای حکمرانی مشروع و پاسخگو فراهم می‌سازد. مشارکت قانونی ذینفعان (Linh et al., 2025) نیز موجب افزایش مشروعیت و کارایی سیاست‌ها می‌شود. در بُعد اقتصادی، نرخ بازگشت هزینه (Li et al., 2023)، ساختار تعرفه‌ها (McDonald et al., 2011)، تلفات آب (Jang, 2018)، سرمایه‌گذاری زیرساختی (Parween & Chandra, 2023) و تمایل به پرداخت (Hanemann & Whittington, 2024) شاخص‌هایی‌اند که پایداری مالی سیستم را تضمین می‌کنند.

کارایی عملیاتی (Elnamrouty & Al Madhoun, 2022) و نرخ اجرای بودجه (Green et al., 2024) نیز نشانگر توان نهادی در تخصیص منابع است. در نهایت، بُعد سیاسی با عناصری چون اراده سیاسی (Bendz & Öhberg, 2024)، پایداری نهادی (Riazi et al., 2023)، مشارکت فراگیر (Stanghellini, 2010)، شفافیت (Riazi et al., 2023) و عدالت توزیعی (Swyngedouw et al., 2002)، بر کیفیت حکمرانی آب اثرگذار است. آب در فضای شهری، نه فقط مسئله‌ای فنی یا اقتصادی،

بلکه موضوعی ژرفاً سیاسی است. به‌طور کلی، مدیریت آب شهری در عصر پیچیدگی و بحران، تنها زمانی اثربخش خواهد بود که به‌جای تمرکز مجزا بر اجزای منفرد، به تعامل میان ساختارهای نهادی، زمینه‌های طبیعی، پوشش‌های اجتماعی و سازوکارهای فناورانه توجه شود. در این میان، نهادهای کارآمد زمانی معنا می‌یابند که بتوانند در بستر جغرافیایی و زیست‌محیطی متغیر، سیاست‌هایی منسجم و پاسخ‌گو تدوین کنند و ظرفیت اجرایی لازم برای انطباق با تغییرات اقلیمی و رشد شهری را فراهم سازند.

باین‌حال، پایداری این سیاست‌ها وابسته به درک فرهنگی جوامع شهری از آب، سطح مشارکت و آگاهی عمومی و توانمندی کنش جمعی برای حفاظت از منابع مشترک است. رفتار مصرف‌کنندگان و نحوه مواجهه آنان با سیاست‌ها، نه صرفاً به میزان دانش یا اطلاع‌رسانی، بلکه به الگوهای ارزشی، اعتماد نهادی و تجربه زیسته آن‌ها در مواجهه با نابرابری‌های آبی وابسته است. از سوی دیگر، بدون زیرساخت‌های فنی مطمئن و انعطاف‌پذیر، حتی پیشرفته‌ترین چارچوب‌های قانونی یا اقتصادی نیز در اجرا ناکام خواهند ماند؛ و این زیرساخت‌ها، خود نیازمند تلفیق فناوری‌های نوظهور با نظام‌های داده‌محور و پیوند تصمیم‌گیری انسانی با ابزارهای هوشمند هستند. چارچوب‌های قانونی، در صورتی کارآمد خواهند بود که نه تنها جامع و روزآمد باشند، بلکه از ظرفیت اجرایی، استقلال نظارتی و شفافیت لازم برخوردار باشند. پایداری اقتصادی نیز در گرو تعادل میان هزینه‌ها و درآمدها، اثربخشی تخصیص منابع و مشروعیت نظام تعرفه‌ای است؛ تعادلی که تنها در بستر حکمرانی سیاسی پاسخ‌گو، اراده پایدار در سطح حاکمیت و مشارکت واقعی همه ذی‌نفعان امکان‌پذیر خواهد بود؛ بنابراین، حکمرانی آب شهری نه یک مسئله فنی که چالشی ساختاری در پیوند میان قدرت، دانش، فناوری و عدالت است. جدول ۱ عوامل و شاخص‌های مؤثر بر مدیریت آب شهری را دسته‌بندی می‌کند.

جدول ۱. عوامل و شاخص‌های مؤثر بر مدیریت آب شهری

عوامل	شاخص‌ها	شناسه	منابع پشتیبان
نهادی - سازمانی	وضوح نقش‌ها و مسئولیت‌ها	IO1	(Berg, 2016) (سلیمانی دامنه و همکاران، ۱۴۰۳)
	انسجام و هماهنگی سیاست‌ها	IO2	(Valieva, 2019)
	مشارکت ذینفعان	IO3	(Bressers & Kuks, 2013)
	ظرفیت‌سازمانی و حرفه‌ای‌گرایی	IO4	(Valieva, 2019) (شاهنگیان و همکاران، ۱۳۹۹)
	شفافیت و پاسخگویی	IO5	(Valieva, 2019)
	چارچوب‌های قانونی و اجرایی	IO6	(Jibat et al., 2024)
	مدیریت اطلاعات و دانش	IO7	(Feliciano et al., 2021) (موسوی زاده جزائری و شکیبازاد، ۱۳۹۸)
	ظرفیت انطباق‌پذیری و یادگیری سازمانی	IO8	(Jibat et al., 2024)
	سازگاری نهادهای رسمی و غیررسمی	IO9	(Jibat et al., 2024)
	مدیریت تعارض منافع و الگوهای فکری متعارض	IO10	(Feliciano et al., 2021) (سلیمانی دامنه و همکاران، ۱۴۰۳)
جغرافیایی - محیطی	الگوهای اقلیمی و بارش	GE1	(Ferdowsi et al., 2024; Nydrioti et al., 2024)
	توپوگرافی و ویژگی‌های زمین	GE2	(Grinevskii, 2014; Liu et al., 2025)
	کاربری و پوشش زمین ^۱	GE3	(Borhani et al., 2022; McDonald et al., 2016)
	پیکره‌های آب سطحی (رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، مخازن و غیره)	GE4	(Reyes, 2023) (باقری‌نیا و همکاران، ۱۴۰۰)
	منابع آب زیرزمینی (آبخوان‌ها)	GE5	(Foster, 2022; McDonald et al., 2011)
	تالاب‌ها و حائل‌های طبیعی	GE6	(Huang et al., 2022; Yang et al., 2021)
	وضعیت کیفیت آب (شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی آب)	GE7	(McDonald et al., 2016) (حریف و همکاران، ۱۴۰۱)
	شرایط زمین‌شناسی و هیدروژئولوژی	GE8	(Hibbs & Sharp, 2012; Parween & Chandra, 2023)

ادامه جدول ۱.			
عوامل	شاخص‌ها	شناسه	منابع پشتیبان
اجتماعی	برابری و دسترسی به آب	SO1	(Marcal et al., 2024)
	مشارکت و تعامل جامعه	SO2	(Grigg, 2016)
	ادراک و آگاهی عمومی	SO3	(Kokkinos et al., 2019; Maruapula et al., 2023)
	سرمایه اجتماعی و اقدام جمعی	SO4	(Dean et al., 2016)
	کیفیت حکمرانی و اثربخشی نهادی (بعد اجتماعی)	SO5	(Polonenko et al., 2020; van de Meene et al., 2009)
فرهنگی - آموزشی	ارزش‌ها و برداشت‌های فرهنگی از آب	CE1	(Heinrichs & Rojas, 2022)
	شیوه‌های سنتی و دانش بومی	CE2	(سلطان مرادی و زارعی، ۱۳۹۹)
	مشارکت جامعه و سرمایه اجتماعی در حکمرانی آب	CE3	(Heinrichs & Rojas, 2022; Mardianti & Purba, 2023)
	اخلاق آب و چارچوب‌های اخلاقی	CE4	(Schmidt & Peppard, 2014)
	سواد آبی (دانش، نگرش‌ها و رفتارها)	CE5	(Dean et al., 2016; Tian et al., 2021)
	اثربخشی برنامه‌های آگاهی عمومی و آموزشی	CE6	(Tiburcio & Perevochtchikova, 2020)
	مقاصد رفتاری و شیوه‌های حفاظت از آب	CE7	(Callejas Moncaleano et al., 2021; Vivek et al., 2021)
فنی - مهندسی	مدیریت هدررفت آب (تلفات فیزیکی)	TE1	(Berardi et al., 2025)
	وضعیت زیرساخت شبکه و مدیریت دارایی	TE2	(Lourenço et al., 2022; Sakai, 2024)
	عملکرد هیدرولیکی و بهینه‌سازی	TE3	(Berardi et al., 2025; Sakai, 2024)
	کارایی و انطباق تصفیه‌خانه فاضلاب ^۱	TE4	(Babko et al., 2020)
	یکپارچگی شبکه جمع‌آوری فاضلاب	TE5	(Benedetti et al., 2008; Furlong et al., 2017)
	کنترل حجم رواناب و کاهش آلودگی	TE6	(Zhang et al., 2021) (قشقای زاده و همکاران، ۱۳۹۷)
	پیاده‌سازی زیرساخت‌های سبز و ابزارهای توسعه کم‌اثر ^۲	TE7	(Zhang et al., 2021) (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۶)
	پایش بلادرنگ و جمع‌آوری داده‌ها	TE8	(Hamel et al., 2024)
	بهینه‌سازی مبتنی بر داده و سیستم‌های پشتیبانی تصمیم	TE9	(Eggimann et al., 2017)
فناورانه - نوآوری	پایش و حس‌گر گذاری بلادرنگ	TI1	(Ascenção et al., 2023; Cattani et al., 2017)
	تحلیل داده پیشرفته و هوش مصنوعی/یادگیری ماشین	TI2	(Dada et al., 2024)
	پیاده‌سازی هم‌زاد دیجیتال ^۳	TI3	(Pesantez et al., 2022; Zhao et al., 2025)
	زیرساخت شبکه‌های هوشمند	TI4	(Grigg, 2025)
	فناوری‌های باز چرخانی و استفاده مجدد از آب	TI5	(Mojiri et al., 2024) (تارا و همکاران، ۱۴۰۱)
	نوآوری در شیرین‌سازی آب	TI6	(Lee & Jepson, 2025)
	کاربرد بلاک‌چین در مدیریت آب	TI7	(Xia et al., 2022)
	سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی یکپارچه	TI8	(Banerjee et al., 2022; Grigg, 2025)
قانونی	وجود قوانین جامع	LE1	(Saxena et al., 2022)
	اثربخشی سازوکارهای نظارت و اجرا	LE2	(Iqbal et al., 2023; Timotewos & Barjenbruch, 2024)
	ظرفیت نهادی برای اجرای قوانین	LE3	(Linh et al., 2025; Raja Ariffin et al., 2023)
	مشارکت ذینفعان در فرایندهای قانونی	LE4	(Linh et al., 2025)
	مقابله با فساد	LE5	(Rosso, 2025)

1. Wastewater Treatment Plant (WWTP)

2. Low-impact Development (LID)

3. Digital twin

ادامه جدول ۱.

عوامل	شاخص‌ها	شناسه	منابع پشتیبان
اقتصادی	نرخ بازگشت هزینه ^۱	EC1	(Li et al., 2023; Quan et al., 2024)
	کفایت و ساختار تعرفه آب	EC2	(McDonald et al., 2011)
	آب بدون درآمد (NRW) ^۲	EC3	(Jang, 2018)
	نیازهای سرمایه‌گذاری زیرساخت آب	EC4	(Parween & Chandra, 2023)
	تمایل به پرداخت (WTP) ^۳	EC5	(Hanemann & Whittington, 2024; Tussupova et al., 2015)
	کارایی عملیاتی	EC6	(Elnamrouty & Al Madhoun, 2022; Sakai, 2024)
	نرخ اجرای بودجه	EC7	(Green et al., 2024)
سیاسی	اراده سیاسی و رهبری	PO1	(Bendz & Öhberg, 2024; Hassenforder & Barone, 2019)
	پایداری و اثربخشی نهادی	PO2	(Hassenforder & Barone, 2019; Riazi et al., 2023)
	مشارکت و فراگیری ذینفعان	PO3	(Riazi et al., 2023; Stanghellini, 2010)
	شفافیت و پاسخگویی	PO4	(Bendz & Öhberg, 2024; Riazi et al., 2023)
	عدالت در دسترسی و توزیع آب	PO5	(Rosso, 2025; Swyngedouw et al., 2002)

شهرستان رباط کریم، به عنوان یک مورد مطالعاتی شاخص، نمایانگر چالش‌های مدیریت پایدار آب در زمینه شهری ایران است. این شهرستان با رشد سریع جمعیت، وابستگی شدید به آب‌های زیرزمینی و مشکلات زیرساختی نظیر فرسودگی شبکه و آلودگی آب مواجه است. این مسائل، رباط کریم را به یک نمونه ایده‌آل برای بررسی عمیق عوامل مؤثر بر مدیریت آب شهری تبدیل می‌کند. با وجود اهمیت حیاتی موضوع، فقدان ارزیابی‌های جامع و سیستماتیک از عوامل مؤثر بر مدیریت آب شهری در این شهرستان‌ها، مانعی جدی در مسیر تدوین راهبردهای پایدار است. از این رو، پژوهش حاضر با هدف پر کردن این شکاف، به ارزیابی و اولویت‌بندی عوامل تأثیرگذار بر الگوی مدیریت آب شهری در نقاط شهری شهرستان رباط کریم می‌پردازد. این پژوهش تلاش می‌کند تا به این سؤال اصلی پاسخ دهد که: «وضعیت شاخص‌های تأثیرگذار بر الگوی موجود مدیریت آب شهری در شهرستان رباط کریم، از منظر اهمیت ادراک شده و عملکرد موجود چگونه است و با توجه به این وضعیت، اولویت‌های اصلی برای بهبود و مداخله با رویکرد پایداری کدام‌اند؟». در همین راستا، این پژوهش سه هدف محوری را دنبال می‌کند:

۱. سنجش اهمیت و عملکرد شاخص‌ها: با استفاده از رویکرد تحلیل اهمیت - عملکرد^۴، به ارزیابی ارزش نسبی و کارایی اجزای مختلف سیستم مدیریت آب می‌پردازد.
 ۲. شناسایی نقاط قوت و ضعف: از طریق تفکیک شاخص‌ها بر اساس ماتریس تحلیل اهمیت - عملکرد، نقاط قوت (عوامل مهم با عملکرد خوب) از نقاط ضعف (عوامل مهم با عملکرد ضعیف) شناسایی می‌شوند.
 ۳. اولویت‌بندی راهبردهای بهبود: بر اساس نتایج تحلیل، راهبردهای عملی و مبتنی بر شواهد برای ارتقای اثربخشی و پایداری مدیریت آب شهری در شهرستان رباط کریم ارائه می‌شود.
- این مطالعه با ارائه یک چارچوب تحلیلی جامع و داده‌محور، به سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان شهری یاری می‌رساند تا مداخلات مؤثرتری را اولویت‌بندی کرده و منابع محدود را به سمت حوزه‌هایی که بیشترین تأثیر را بر پایداری محیط‌های شهری دارند، تخصیص دهند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش، از حیث هدف، کاربردی و توسعه‌ای بوده و با رویکرد توصیفی - تحلیلی و ماهیت ترکیبی (کیفی و کمی) انجام

1. Cost Recovery Rate
 2. Non-Revenue Water (NRW)
 3. Willingness to Pay (WTP)
 4. Importance-Performance Analysis - (IPA)

شده است. رویکرد ترکیبی به محقق امکان می‌دهد تا با بهره‌گیری از مزایای هر دو روش، به درکی جامع و عمیق از مسئله دست یابد.

در گام کیفی، به منظور شناسایی و تدوین چارچوب نظری و استخراج شاخص‌های پژوهش، از روش مرور نظام‌مند ادبیات و مشاوره با خبرگان استفاده شد. این فرایند، عوامل و شاخص‌های مؤثر بر مدیریت پایدار آب شهری را بر مبنای مدل‌ها و چارچوب‌های نظری پیشین، به‌ویژه در ابعاد مختلف شناسایی و دسته‌بندی کرد. یافته‌های حاصل از این مرحله (شامل ۶۴ شاخص کلیدی در ۹ عامل اصلی) مبنای علمی و ساختاری برای طراحی پرسش‌نامه را فراهم آورد (جدول ۱)؛ در نهایت، برای اطمینان از روایی محتوایی و صوری پرسش‌نامه، از روش قضاوت خبرگان استفاده شد. در این مرحله، پرسش‌نامه توسط گروهی از اساتید دانشگاهی و متخصصان حوزه مدیریت آب شهری مورد ارزیابی دقیق قرار گرفت تا از انطباق کامل سؤالات با اهداف پژوهش و سنجش صحیح مفاهیم اطمینان حاصل شود. تأیید نهایی پرسش‌نامه توسط این خبرگان، روایی آن را تضمین کرد.

در گام کمی، برای ارزیابی و تحلیل وضعیت موجود، از روش پیمایشی و ابزار پرسش‌نامه استفاده گردید. ابزار اصلی گردآوری داده‌ها، یک پرسش‌نامه دوگانه بود که بر اساس چارچوب مفهومی پایداری شهری و مدیریت آب و بر مبنای یافته‌های نظام‌مند مرحله کیفی طراحی شد. این پرسش‌نامه به‌گونه‌ای تدوین شد که هر یک از ۶۴ شاخص شناسایی‌شده را از دو منظر «اهمیت^۱» و «عملکرد^۲» در مقیاس پنج‌گزینه‌ای لیکرت مورد سنجش قرار دهد. جامعه آماری پژوهش را متخصصان و کارشناسان شاغل در نهادهای کلیدی مرتبط با مدیریت آب و فاضلاب در شهرستان رباط‌کریم و استان تهران تشکیل دادند. به منظور استخراج دیدگاه‌های عمیق و متمرکز، از روش نمونه‌گیری ترکیبی هدفمند و گلوله‌برفی استفاده شد. این فرایند تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت و در نهایت، ۵۳ نفر از خبرگان به عنوان نمونه پژوهش انتخاب شدند.

به منظور تحلیل داده‌ها و دستیابی به اهداف پژوهش، از تکنیک تحلیل اهمیت - عملکرد استفاده شد. این تکنیک، ابزاری مدیریتی و پرکاربرد در ارزیابی و اولویت‌بندی نقاط قوت و ضعف در سیستم‌های مختلف است. ماتریس دو بعدی تحلیل اهمیت - عملکرد بر دو محور اصلی «اهمیت» و «عملکرد» استوار است و به چهار ربع مجزا تقسیم می‌شود که هر ربع، استراتژی‌های مدیریتی متفاوتی را برای بهبود وضعیت ارائه می‌دهد:

- تمرکز و بهبود^۳: شاخص‌های دارای اهمیت بالا و عملکرد پایین، نیازمند سرمایه‌گذاری فوری.

- حفظ عملکرد^۴: شاخص‌های دارای اهمیت بالا و عملکرد قوی، نیازمند حفظ نقاط قوت.

- اولویت پایین^۵: شاخص‌های دارای اهمیت پایین و عملکرد پایین، نیازمند تخصیص منابع در اولویت‌های بعدی.

- عملکرد بیش‌ازحد^۶: شاخص‌های دارای اهمیت پایین و عملکرد بالا، نیازمند بازنگری در تخصیص منابع (شکل ۱).

این تحلیل، با مشخص کردن فاصله میان وضعیت مطلوب (اهمیت) و وضعیت موجود (عملکرد) از دیدگاه متخصصان، چارچوبی عملیاتی برای بهبود الگوی مدیریت آب شهری با رویکرد پایداری ارائه می‌دهد. مراحل این روش به شرح ذیل است: در گام اول، به‌منظور یکپارچه‌سازی و تحلیل داده‌ها، نمرات اهمیت و عملکرد شاخص‌ها از طریق محاسبه میانگین هندسی به دست می‌آید. استفاده از میانگین هندسی، به‌عنوان روشی مؤثرتر برای بیان نظر جمعی چندین تصمیم‌گیرنده یا پاسخ‌دهنده، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این رویکرد، ارزش نهایی اهمیت و عملکرد هر شاخص را که حاصل نظر گروهی متخصصان و خبرگان است، ارائه می‌دهد. میانگین هندسی برای هر شاخص، از روابط ۱ و ۲ محاسبه می‌شود:

$$b_i = \left(\prod_{j=1}^n b_{ijp} \right)^{1/n} \quad \text{رابطه (۱)}$$

1. Importance
2. Performance
3. Concentrate Here
4. Keep Up the Good Work
5. Low Priority
6. Possible Overkill

$$c_i = \left(\prod_{i=1}^n c_{ip} \right)^{1/n} \quad \text{رابطه (۲)}$$

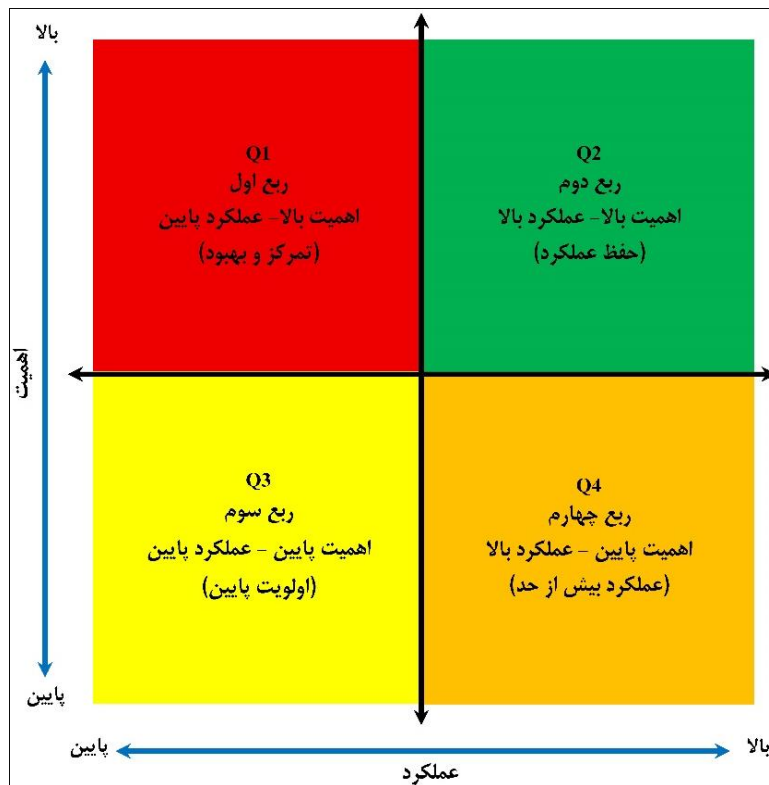
که در آن: b_i : ارزش نهایی اهمیت مؤلفه i -ام، c_i : ارزش نهایی عملکرد مؤلفه i -ام، b_{ip} : نمره اهمیت داده شده توسط کارشناس p -ام برای مؤلفه i -ام، c_{ip} : نمره عملکرد داده شده توسط کارشناس p -ام برای مؤلفه i -ام، n : تعداد کل کارشناسان پاسخ‌دهنده، i : شماره مؤلفه (از ۱ تا m).

پس از محاسبه میانگین هندسی اهمیت (b_i) و عملکرد (c_i) برای هر شاخص، گام بعدی تعیین خانه‌های ماتریس اهمیت - عملکرد است. برای این منظور، لازم است مقادیر آستانه^۱ برای ابعاد اهمیت و عملکرد محاسبه شود. این مقادیر آستانه، محورهای ماتریس تحلیل اهمیت - عملکرد را تعریف کرده و آن را به چهار ربع تقسیم می‌کنند. جهت تعیین این مقادیر آستانه، از میانگین حسابی کلیه نمرات اهمیت و عملکرد در روابط ۳ و ۴ استفاده می‌شود:

$$\mu_b = \frac{\sum_{i=1}^n b_i}{m} \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$\mu_c = \frac{\sum_{i=1}^n c_i}{m} \quad \text{رابطه (۴)}$$

که در آن: μ_b : ارزش آستانه (میانگین حسابی) اهمیت کلیه مؤلفه‌ها، μ_c : ارزش آستانه (میانگین حسابی) عملکرد کلیه مؤلفه‌ها، b_i : میانگین هندسی اهمیت مؤلفه i -ام، c_i : میانگین هندسی عملکرد مؤلفه i -ام، m : تعداد کل مؤلفه‌ها یا شاخص‌ها. پس از انجام محاسبات ارزش آستانه اهمیت (μ_b) و ارزش آستانه عملکرد (μ_c)، این مقادیر به‌عنوان نقطه تقاطع محورهای اهمیت و عملکرد در ماتریس تحلیل اهمیت - عملکرد عمل می‌کنند. با مشخص شدن مقادیر آستانه، موقعیت نسبی هر یک از شاخص‌ها را بر روی ماتریس اهمیت - عملکرد (شکل ۱) مشخص می‌شود.



شکل ۱. مدل ربعی تحلیل اهمیت-عملکرد (Eskildsen & Kristensen, 2006)

در گام نهایی تحلیل اهمیت - عملکرد، پس از مشخص شدن موقعیت هر شاخص در ماتریس مذکور، به منظور تعیین دقیق اولویت‌ها و وزن‌دهی به هر یک از شاخص‌ها، محاسباتی تکمیلی انجام می‌گیرد. شکاف بین ارزش اهمیت و عملکرد یک شاخص، ضرب در ارزش اهمیت همان شاخص، می‌تواند وزن کیفی آن شاخص را نشان دهد. این وزن که با OW_i برای شاخص i -ام نمایش داده می‌شود، از طریق رابطه (۵) به دست می‌آید:

$$ow_i = |(b_i - c_i) \times b_i| \quad \text{رابطه (۵)}$$

که در آن: OW_i : وزن اهمیت شاخص i -ام. b_i : میانگین هندسی اهمیت شاخص i -ام. c_i : میانگین هندسی عملکرد شاخص i -ام.

برای سهولت بیشتر در تجزیه و تحلیل و مقایسه، مقادیر OW_i به صورت نرمالیزه درمی‌آیند. وزن نرمالیزه شده هر شاخص که با SW_i نمایش داده می‌شود، از طریق رابطه (۶) محاسبه می‌شود:

$$SW_i = \frac{OW_i}{\sum_{i=1}^m OW_i}, 0 \leq SW_i \leq 1, \sum_{i=1}^m SW_i = 1 \quad \text{رابطه (۶)}$$

که در آن: SW_i : وزن اهمیت نرمالیزه شده شاخص i -ام. OW_i : وزن اهمیت شاخص i -ام (محاسبه شده از رابطه ۵). $\sum_{i=1}^m SW_i$: مجموع وزن اهمیت کلیه شاخص‌ها (از شاخص ۱ تا m).

شاخص‌هایی که دارای SW_i بیشتری هستند، باید در اولویت بالاتر جهت برنامه‌ریزی و بهبود قرار گیرند. این رویکرد امکان رتبه‌بندی کمی و دقیق شاخص‌ها را فراهم می‌آورد و به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا منابع محدود را به سمت مؤثرترین حوزه‌ها هدایت کنند.

نتایج

به منظور شناسایی و رتبه‌بندی مهم‌ترین شاخص‌های مؤثر بر الگوی موجود مدیریت آب شهری پس از جمع‌آوری پرسش‌نامه‌ها، کلیه داده‌ها در نرم‌افزار اکسل وارد شدند؛ و با استفاده از میانگین هندسی نمرات نهایی اهمیت و عملکرد هر یک از ۶۴ شاخص محاسبه گردید. مقادیر bi و ci در جدول ۲ ارائه شده‌اند.

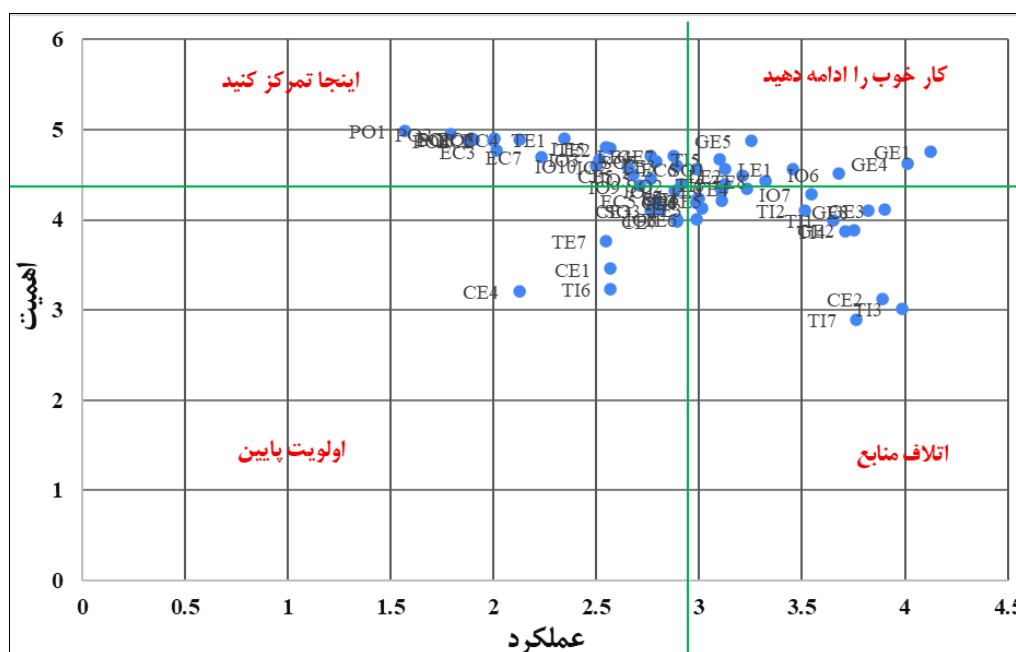
جدول ۲. میانگین امتیازات اهمیت و عملکرد شاخص‌های مدیریت آب شهری

شاخص‌ها	ارزش اهمیت (I)	ارزش عملکرد (P)	$P-I$	ربع نمودار IPA	توجیه (I vs Mean I , P vs Mean P)
IO1	۴/۳۲۱	۲/۸۷۹	-۱/۴۴۲	ربع ۱	$I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶$
IO2	۴/۵۸۷	۲/۶۵۴	-۱/۹۳۳	ربع ۱	$I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶$
IO3	۴/۶۷۸	۲/۵۱۲	-۲/۱۶۶	ربع ۱	$I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶$
IO4	۴/۱۹۲	۲/۹۸۷	-۱/۲۰۵	ربع ۱	$I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶$
IO5	۴/۴۵۶	۲/۷۶۵	-۱/۶۹۱	ربع ۱	$I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶$
IO6	۴/۵۱۲	۳/۶۷۸	-۰/۸۳۴	ربع ۲	$I > ۴/۱۵۳, P > ۳/۲۰۶$
IO7	۴/۲۸۹	۳/۵۴۳	-۰/۷۴۶	ربع ۲	$I > ۴/۱۵۳, P > ۳/۲۰۶$
IO8	۴/۰۱۲	۲/۸۹۱	-۱/۱۲۱	ربع ۴	$I < ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶$
IO9	۴/۳۷۶	۲/۷۱۲	-۱/۶۶۴	ربع ۱	$I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶$
IO10	۴/۶۰۱	۲/۴۹۸	-۲/۱۰۳	ربع ۱	$I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶$
GE1	۴/۷۵۶	۴/۱۲۳	-۰/۶۳۳	ربع ۲	$I > ۴/۱۵۳, P > ۳/۲۰۶$
GE2	۳/۸۹۱	۳/۷۵۴	-۰/۱۳۷	ربع ۳	$I < ۴/۱۵۳, P > ۳/۲۰۶$
GE3	۴/۱۱۲	۳/۹۰۱	-۰/۲۱۱	ربع ۳	$I < ۴/۱۵۳, P > ۳/۲۰۶$
GE4	۴/۶۲۳	۴/۰۱۲	-۰/۶۱۱	ربع ۲	$I > ۴/۱۵۳, P > ۳/۲۰۶$
GE5	۴/۸۷۶	۳/۲۵۴	-۱/۶۲۲	ربع ۲	$I > ۴/۱۵۳, P > ۳/۲۰۶$
GE6	۴/۲۳۴	۲/۹۹۸	-۱/۲۳۶	ربع ۱	$I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶$
GE7	۴/۷۱۲	۲/۸۷۶	-۱/۸۳۶	ربع ۱	$I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶$

ادامه جدول ۲.

شاخص‌ها	ارزش اهمیت (I)	ارزش عملکرد (P)	P-I	ربع نمودار IPA	توجیه (I vs Mean I, P vs Mean P)
GE8	۴/۰۹۸	۳/۸۲۱	-۰/۳۷۷	ربع ۳	I < ۴/۱۵۳, P > ۳/۲۰۶
SO1	۴/۵۶۷	۳/۱۲۳	-۱/۴۴۴	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
SO2	۴/۳۸۹	۲/۹۱۲	-۱/۴۷۷	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
SO3	۴/۱۱۱	۲/۸۰۹	-۱/۳۰۲	ربع ۴	I < ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
SO4	۴/۲۳۴	۲/۹۹۰	-۱/۲۴۴	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
SO5	۴/۶۵۴	۲/۷۸۹	-۱/۸۶۵	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
CE1	۳/۴۵۶	۲/۵۶۷	-۰/۸۸۹	ربع ۴	I < ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
CE2	۳/۱۲۳	۳/۸۹۱	۰/۷۶۸	ربع ۳	I < ۴/۱۵۳, P > ۳/۲۰۶
CE3	۴/۱۰۹	۲/۷۶۵	-۱/۳۴۴	ربع ۴	I < ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
CE4	۳/۲۱۰	۲/۱۲۳	-۱/۰۸۷	ربع ۴	I < ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
CE5	۴/۴۹۸	۲/۶۷۸	-۱/۸۲۰	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
CE6	۴/۲۰۱	۲/۹۸۷	-۱/۲۱۴	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
CE7	۳/۹۸۷	۲/۸۹۰	-۱/۰۹۷	ربع ۴	I < ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
TE1	۴/۸۹۷	۲/۳۴۵	-۲/۵۵۲	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
TE2	۴/۷۸۹	۲/۵۶۷	-۲/۲۲۲	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
TE3	۴/۱۲۳	۳/۰۱۲	-۱/۱۱۱	ربع ۴	I < ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
TE4	۴/۳۴۵	۳/۲۳۴	-۱/۱۱۱	ربع ۲	I > ۴/۱۵۳, P > ۳/۲۰۶
TE5	۴/۲۱۰	۳/۱۰۹	-۱/۱۰۱	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
TE6	۴/۰۱۲	۲/۹۸۷	-۱/۰۲۵	ربع ۴	I < ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
TE7	۳/۷۶۵	۲/۵۴۳	-۱/۲۲۲	ربع ۴	I < ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
TE8	۴/۴۳۲	۳/۳۲۱	-۱/۱۱۱	ربع ۲	I > ۴/۱۵۳, P > ۳/۲۰۶
TE9	۴/۳۲۱	۳/۱۰۹	-۱/۲۱۲	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
TI1	۳/۹۹۸	۳/۶۵۴	-۰/۳۴۴	ربع ۳	I < ۴/۱۵۳, P > ۳/۲۰۶
TI2	۴/۱۰۱	۳/۵۱۲	-۰/۵۸۹	ربع ۳	I < ۴/۱۵۳, P > ۳/۲۰۶
TI3	۳/۰۱۲	۳/۹۸۷	۰/۹۷۵	ربع ۳	I < ۴/۱۵۳, P > ۳/۲۰۶
TI4	۳/۸۷۶	۳/۷۱۲	-۰/۱۶۴	ربع ۳	I < ۴/۱۵۳, P > ۳/۲۰۶
TI5	۴/۶۷۸	۳/۰۹۸	-۱/۵۸۰	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
TI6	۳/۲۳۴	۲/۵۶۷	-۰/۶۶۷	ربع ۴	I < ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
TI7	۲/۸۹۰	۳/۷۶۵	۰/۸۷۵	ربع ۳	I < ۴/۱۵۳, P > ۳/۲۰۶
TI8	۴/۳۹۸	۳/۱۲۳	-۱/۲۷۵	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
LE1	۴/۵۶۷	۳/۴۵۶	-۱/۱۱۱	ربع ۲	I > ۴/۱۵۳, P > ۳/۲۰۶
LE2	۴/۴۸۹	۳/۲۱۰	-۱/۲۷۹	ربع ۲	I > ۴/۱۵۳, P > ۳/۲۰۶
LE3	۴/۶۰۱	۲/۸۹۰	-۱/۷۱۱	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
LE4	۴/۷۱۲	۲/۷۶۵	-۱/۹۴۷	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
LE5	۴/۸۰۱	۲/۵۴۳	-۲/۲۵۸	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
EC1	۴/۹۰۱	۱/۸۹۰	-۳/۰۱۱	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
EC2	۴/۸۷۶	۱/۹۹۸	-۲/۸۷۸	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
EC3	۴/۷۶۵	۲/۰۱۲	-۲/۷۵۳	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
EC4	۴/۸۹۰	۲/۱۲۳	-۲/۷۶۷	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
EC5	۴/۲۱۲	۲/۷۸۹	-۱/۴۲۳	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
EC6	۴/۵۶۷	۲/۹۸۷	-۱/۵۸۰	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
EC7	۴/۷۰۱	۲/۲۳۴	-۲/۴۶۷	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
PO1	۴/۹۸۷	۱/۵۶۷	-۳/۴۲۰	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
PO2	۴/۹۵۴	۱/۷۸۹	-۳/۱۶۵	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
PO3	۴/۸۹۰	۱/۹۰۱	-۲/۹۸۹	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
PO4	۴/۸۷۶	۱/۸۷۶	-۳/۰۰۰	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶
PO5	۴/۹۰۱	۲/۰۰۱	-۲/۹۰۰	ربع ۱	I > ۴/۱۵۳, P < ۳/۲۰۶

پس از انجام محاسبات، ارزش آستانه اهمیت (μ_6) برابر با ۴/۳۳۸ و ارزش آستانه عملکرد (μ_c) برابر با ۲/۹۰۷ به دست آمده است. این مقادیر، به عنوان نقطه تقاطع محورهای اهمیت و عملکرد در ماتریس تحلیل اهمیت - عملکرد عمل می‌کنند. با مشخص شدن مقادیر آستانه، موقعیت نسبی هر یک از ۶۴ شاخص را بر روی ماتریس اهمیت-عملکرد (شکل ۲) مشخص شده است. تحلیل اهمیت - عملکرد با بصری‌سازی موقعیت هر شاخص در یکی از چهار ربع ماتریس، امکان اولویت‌بندی عملیاتی و ارائه استراتژی‌های مدیریتی مناسب برای بهبود الگوی مدیریت آب شهری را فراهم می‌آورد. این رویکرد به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا منابع را به صورت هدفمند و کارآمد به شاخص‌هایی که بیشترین نیاز به بهبود یا حفظ عملکرد را دارند، تخصیص دهند.



شکل ۲. ماتریس ربعی تحلیل اهمیت و عملکرد

در گام بعدی، باتوجه به وزن‌های محاسبه شده برای هر شاخص، اولویت‌بندی برنامه‌ریزی در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. شاخص‌های اولویت‌بندی شده مدیریت آب شهری بر اساس تحلیل اهمیت-عملکرد

شاخص‌ها	وزن مشخصه (OWI)	نرمالیزه (SWI)	اولویت	شاخص‌ها	وزن مشخصه (OWI)	نرمالیزه (SWI)	اولویت
IO1	۶/۲۳۱	-/۰.۱۴۳	۲۹	CE1	۳/۰۷۲	-/۰.۰۷۰	۳۴
IO2	۸/۸۶۷	-/۰.۲۰۳	۱۷	CE2	۲/۳۹۸	-/۰.۰۵۵	۳۷
IO3	۱۰/۱۳۳	-/۰.۲۳۲	۱۴	CE3	۵/۵۲۲	-/۰.۱۲۶	۲۲
IO4	۵/۰۵۱	-/۰.۱۱۶	۳۷	CE4	۳/۴۸۹	-/۰.۰۸۰	۳۲
IO5	۷/۵۳۵	-/۰.۱۷۲	۲۱	CE5	۸/۱۸۶	-/۰.۱۸۷	۱۵
IO6	۳/۷۶۳	-/۰.۰۸۶	۴۴	CE6	۵/۱۰۰	-/۰.۱۱۷	۲۲
IO7	۳/۲۰۰	-/۰.۰۷۳	۴۵	CE7	۴/۳۷۴	-/۰.۱۰۰	۲۸
IO8	۴/۴۹۷	-/۰.۱۰۳	۴۱	TI1	۱/۳۷۵	-/۰.۰۳۱	۲۴
IO9	۷/۲۸۲	-/۰.۱۶۷	۲۲	TI2	۲/۴۱۵	-/۰.۰۵۵	۲۲
IO10	۹/۶۷۶	-/۰.۲۲۱	۱۴	TI3	۲/۹۳۷	-/۰.۰۶۷	۲۰
GE1	۳/۰۱۱	-/۰.۰۶۹	۴۳	TI4	۰/۶۳۶	-/۰.۰۱۵	۲۲
GE2	۰/۵۳۳	-/۰.۰۱۲	۵۳	TI5	۷/۳۹۱	-/۰.۱۶۹	۱۴
GE3	۰/۸۶۸	-/۰.۰۲۰	۵۱	TI6	۲/۱۵۷	-/۰.۰۴۹	۲۰
GE4	۲/۸۲۵	-/۰.۰۶۵	۴۴	TI7	۲/۵۲۹	-/۰.۰۵۸	۱۹
GE5	۷/۹۰۹	-/۰.۱۸۱	۱۸	TI8	۵/۶۰۷	-/۰.۱۲۸	۱۷
GE6	۵/۲۳۳	-/۰.۱۲۰	۳۰	LE1	۵/۰۷۴	-/۰.۱۱۶	۱۷

ادامه جدول ۳.

شاخص‌ها	وزن مشخصه (OWI)	نرمالیزه (SWI)	اولویت	شاخص‌ها	وزن مشخصه (OWI)	نرمالیزه (SWI)	اولویت
GE7	۸/۶۵۱	۰/۰۱۹۸	۱۶	LE2	۵/۷۴۱	۰/۰۱۳۱	۱۶
GE8	۱/۱۳۵	۰/۰۰۲۶	۴۶	LE3	۷/۸۷۲	۰/۰۱۸۰	۱۳
SO1	۶/۵۹۵	۰/۰۱۵۱	۲۰	LE4	۹/۱۷۴	۰/۰۲۱۰	۱۲
SO2	۶/۴۸۳	۰/۰۱۴۸	۲۰	LE5	۱۰/۸۴۱	۰/۰۲۴۸	۱۱
SO3	۵/۳۵۳	۰/۰۱۲۲	۲۴	EC1	۱۴/۷۵۷	۰/۰۳۳۸	۳
SO4	۵/۲۶۷	۰/۰۱۲۰	۲۴	EC2	۱۴/۰۳۳	۰/۰۳۲۱	۶
SO5	۸/۶۸۰	۰/۰۱۹۹	۱۵	EC3	۱۳/۱۱۸	۰/۰۳۰۰	۷
TE1	۱۲/۴۹۷	۰/۰۲۸۶	۱۰	EC4	۱۳/۵۳۱	۰/۰۳۱۰	۶
TE2	۱۰/۶۴۱	۰/۰۲۴۳	۱۲	EC5	۵/۹۹۴	۰/۰۱۳۷	۸
TE3	۴/۵۸۱	۰/۰۱۰۵	۲۵	EC6	۷/۲۱۶	۰/۰۱۶۵	۷
TE4	۴/۸۲۷	۰/۰۱۱۰	۲۲	EC7	۱۱/۵۹۷	۰/۰۲۶۵	۶
TE5	۴/۶۳۵	۰/۰۱۰۶	۲۲	PO1	۱۷/۰۵۶	۰/۰۳۹۰	۱
TE6	۴/۱۱۲	۰/۰۰۹۴	۲۳	PO2	۱۵/۶۷۹	۰/۰۳۵۹	۱
TE7	۴/۶۰۱	۰/۰۱۰۵	۲۲	PO3	۱۴/۶۱۶	۰/۰۳۳۴	۲
TE8	۴/۹۲۴	۰/۰۱۱۳	۲۱	PO4	۱۴/۶۲۸	۰/۰۳۳۵	۱
TE9	۵/۳۳۷	۰/۰۱۲۰	۱۹	PO5	۱۴/۲۱۳	۰/۰۳۲۵	۱

نتایج تحلیل که در جدول ۳ ارائه شده است، تصویر جامعی از وضعیت موجود و اولویت‌های حیاتی در مدیریت آب شهری شهرستان رباط‌کریم را با تأکید بر ابعاد پایداری ارائه می‌دهد. تحلیل وزن مشخصه (OWI) و وزن مشخصه نرمال‌سازی شده (SWI)، تفاوت‌های معنادار در اهمیت و عملکرد شاخص‌ها از دیدگاه متخصصان را به‌وضوح نشان می‌دهد. بررسی عمیق نتایج نشان می‌دهد که هر یک از چهار ربع ماتریس تحلیل اهمیت - عملکرد، تصویر متفاوتی از وضعیت مدیریت آب شهری در شهرستان رباط‌کریم ارائه می‌دهد.

ربع اول، حیاتی‌ترین شاخص‌ها را که نیازمند توجه فوری و سرمایه‌گذاری برای بهبود هستند، در خود جای داده است. بخش عمده‌ای از شاخص‌های سیاسی و اقتصادی در این ربع قرار دارند. شاخص‌هایی نظیر «اراده سیاسی و رهبری» ($I=4.987, P=1.567$)، «پایداری و اثربخشی نهادی» ($I=4.954, P=1.789$) و شاخص‌های اقتصادی چون «ترخ بازگشت هزینه» ($I=4.901, P=1.890$) با بالاترین اهمیت ادراک‌شده و در عین حال پایین‌ترین عملکرد، نشان‌دهنده یک بحران ساختاری در حکمرانی و مالی هستند. شکاف گسترده میان اهمیت و عملکرد (با مقادیر P-I نزدیک به ۳-) در این شاخص‌ها، نه تنها بیانگر یک ناکارآمدی ساده، بلکه حاکی از فقدان زیرساخت‌های لازم برای اجرای سیاست‌های پایدار است. این یافته، نظریه‌های حکمرانی آب را تأیید می‌کند که بدون یک چارچوب سیاسی-نهادی قوی و پایدار مالی، راهکارهای فنی به تنهایی قادر به حل بحران آب نخواهند بود. ربع دوم شامل شاخص‌هایی با اهمیت بالا و عملکرد نسبتاً مطلوب است. شاخص‌های مرتبط با «مدیریت دارایی» مانند «وضعیت زیرساخت شبکه و مدیریت دارایی» ($I=4.432, P=3.321$) در این ربع قرار دارند. این امر نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری‌های گذشته در این حوزه توانسته‌اند به سطح قابل قبولی از عملکرد دست یابند. با این حال، با توجه به اهمیت بالای این شاخص‌ها، نگهداری و سرمایه‌گذاری مستمر برای جلوگیری از فرسودگی و حفظ این دستاوردها یک ضرورت استراتژیک محسوب می‌شود.

شاخص‌های ربع سوم دارای اهمیت و عملکرد پایین هستند. بسیاری از شاخص‌های فنی - زیست‌محیطی و قانونی در این ربع قرار گرفته‌اند. برای مثال، شاخص «توپوگرافی و ویژگی‌های زمین» ($I=3.891, P=3.754$) و «کاربری و پوشش زمین» ($I=4.112, P=3.901$) با وجود اهمیت پایین در رتبه‌بندی نهایی (رتبه‌های ۵۳ و ۵۱)، در این ربع قرار گرفته‌اند. این یافته می‌تواند نشان‌دهنده آن باشد که از دیدگاه ذینفعان، این عوامل به‌عنوان بنیان‌های ثابت سیستم در نظر گرفته شده‌اند که تغییر آن‌ها دشوار و هزینه‌بر است و در اولویت‌های کوتاه‌مدت قرار ندارند. با این حال، در یک نگاه بلندمدت و استراتژیک، توجه به این ابعاد برای پایداری کلی سیستم ضروری است. در نهایت، ربع چهارم شامل شاخص‌های با اهمیت پایین و

عملکرد بالا است. در پژوهش حاضر، تعداد کمی از شاخص‌ها در این ربع قرار گرفته‌اند. قرارگیری شاخص‌هایی نظیر «کیفیت منابع انسانی» و «مدیریت دانش» در این ربع می‌تواند نشان‌دهنده آن باشد که با وجود عملکرد مناسب این بخش‌ها، از نظر پاسخ‌دهندگان، تأثیر آن‌ها بر پایداری سیستم در مقایسه با چالش‌های بزرگ‌تر (مانند ساختار نهادی و مالی) کمتر است. این یافته می‌تواند به تصمیم‌گیرندگان کمک کند تا منابع را از بخش‌هایی که عملکرد آن‌ها بیش از حد انتظار است، به بخش‌های حیاتی‌تر (ربع اول) منتقل کنند.

به‌طور کلی، تحلیل جامع تحلیل اهمیت - عملکرد نشان می‌دهد که ناکارآمدی ساختاری و نهادی، از جمله فقدان اراده سیاسی، ضعف در حکمرانی و مشکلات اقتصادی، مهم‌ترین گلوگاه‌های مدیریت آب در رباط کریم هستند. این یافته‌ها، بر لزوم یک تغییر پارادایم از رویکردهای صرفاً فنی به راهکارهای حکمرانی محور تأکید می‌کنند. حل چالش‌های فنی (مانند هدررفت آب) بدون اصلاحات بنیادین در ابعاد سیاسی و اقتصادی، تنها به‌عنوان یک راه‌حل موقتی عمل خواهد کرد و پایداری بلندمدت را تضمین نخواهد کرد.

بحث

در این مطالعه، با بهره‌گیری از رویکرد تحلیل اهمیت - عملکرد، به ارزیابی جامع ۶۴ شاخص مؤثر بر الگوی مدیریت آب شهری در شهرستان رباط کریم پرداخته شد. نتایج به‌دست‌آمده نه تنها جایگاه یافته‌های ما را در ادبیات علمی موجود نشان می‌دهد، بلکه با تأکید بر «شکاف میان درک اهمیت و توانایی اجرایی»، به یک پویایی منحصربه‌فرد در بستر مدیریت آب ایران می‌رسد. یافته‌های مطالعه حاضر مبنی بر اهمیت حیاتی ابعاد سیاسی و نهادی، از جمله «اراده سیاسی و رهبری» و «پایداری و اثربخشی نهادی»، با بسیاری از پژوهش‌های جهانی که حکمرانی مطلوب را پیش‌شرط هرگونه اصلاحات پایدار می‌دانند، همگرایی کامل دارد (Abolinga et al., 2019; Valieva, 2019). این همگرایی نشان می‌دهد که چالش‌های بنیادین مدیریت آب در ایران، مشابه کشورهای در حال توسعه، از مسائل ساختاری و حکمرانی نشأت می‌گیرد. باین‌حال، واگرایی پژوهش حاضر در این نکته نهفته است که بر خلاف رویکردهای غالب داخلی که بر راه‌حل‌های سخت‌افزاری و فنی متمرکز هستند، این مطالعه نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در این زمینه‌ها بدون حل چالش‌های سیاسی و نهادی، با شکست روبه‌رو خواهد شد. این یافته تأکید می‌کند که سیاست‌های مبتنی بر عرضه آب، در یک بستر نهادی ناکارآمد، نه تنها بحران را حل نمی‌کنند، بلکه آن را تشدید می‌نمایند.

نتایج پژوهش، اهمیت بالای شاخص‌هایی مانند «مشارکت ذینفعان» و «شفافیت و پاسخگویی» را تأیید می‌کند که با ادبیات جهانی در خصوص حکمرانی خوب آب همسو است (Bressers & Kuks, 2013; Grigg, 2016). نقطه واگرایی کلیدی در اینجا، شکاف عمیق بین درک تئوریک از اهمیت و عملکرد واقعی این شاخص‌هاست. یافته‌های ما نشان می‌دهد که در رباط کریم، مانند بسیاری از شهرهای ایران، درک عمومی از ضرورت مشارکت وجود دارد، اما سازوکارهای اجرایی و نهادی برای تحقق آن به شدت ضعیف است. این موضوع حاکی از آن است که مشکل نه در درک مسئله، بلکه در ظرفیت نهادینه‌سازی و پیاده‌سازی سیاست‌های مشارکتی است. این مطالعه، اهمیت و عملکرد ضعیف شاخص‌های فنی-مهندسی مانند «مدیریت هدررفت آب» و «وضعیت زیرساخت شبکه» را به‌عنوان گلوگاه‌های اساسی تأیید می‌کند که با مطالعات فرسودگی زیرساخت در ایران (سیف و همکاران، ۱۴۰۲) و سایر مناطق مشابه همسو است (Berardi et al., 2025).

باین‌حال، تحلیل ما فراتر از یک توصیف فنی می‌رود و نشان می‌دهد که این ضعف فنی، نتیجه مستقیم مشکلات ریشه‌ای‌تر سیاسی و اقتصادی (مانند فقدان بودجه و اراده سیاسی) است. به‌عبارت‌دیگر، هدررفت آب در اینجا یک مسئله فنی صرف نیست، بلکه پیامد یک مشکل حکمرانی است. در نهایت، پژوهش حاضر نشان داد که با وجود پتانسیل بالای فناوری‌های هوشمند، شاخص‌های مرتبط با آن‌ها، مانند «پایش و حسگرگذاری بلادرنگ»، در رتبه‌های میانی قرار دارند. این یافته با روند جهانی حرکت به سمت مدیریت هوشمند آب همسو نیست (Dada et al., 2024; Zhao et al., 2025). این واگرایی می‌تواند به دلیل موانع نهادی و مالی (مانند کمبود منابع و مقاومت در برابر تغییر) باشد که نشان می‌دهد فاصله زیادی میان پتانسیل فناوری و میزان به‌کارگیری واقعی آن در شهرستان رباط کریم وجود دارد. در مجموع، تحلیل اهمیت -

عملکرد با تأیید اهمیت عوامل سیاسی-اقتصادی و حکمرانی خوب، از چارچوب‌های نظری جهانی حمایت می‌کند، اما با تبیین شکاف میان درک اهمیت و توانایی اجرایی، به یک مدل تحلیلی منحصر به فرد می‌رسد که می‌تواند مبنایی برای ارائه پیشنهادهای عملیاتی در بخش نتیجه‌گیری باشد.

نتیجه‌گیری

این پژوهش با به‌کارگیری رویکرد تحلیل اهمیت - عملکرد به ارزیابی جامع و نظام‌مند عوامل مؤثر بر مدیریت پایدار آب شهری در شهرستان رباط‌کریم پرداخت. نتایج حاصله به‌وضوح نشان می‌دهد که چالش‌های موجود در مدیریت آب این شهرستان، ریشه در مشکلات ساختاری و سیستمی عمیق دارد و حل آن‌ها صرفاً با راه‌حل‌های فنی و زیرساختی میسر نخواهد بود. یافته‌ها به این گزاره منجر می‌شوند که بحران آب شهری در رباط‌کریم، نه یک مشکل فنی، بلکه نتیجه‌ای از «ضعف حکمرانی، ناکارآمدی ساختاری و عدم پایداری مالی» است. جمع‌بندی یافته‌های کلیدی به شرح ذیل است:

- اولویت حکمرانی بر تکنولوژی: مهم‌ترین نقاط ضعفی که نیاز به توجه فوری دارند، در حوزه‌های اراده سیاسی و رهبری، پایداری و اثربخشی نهادی و پایداری مالی قرار دارند. این یافته بر این اصل تأکید می‌کند که بدون یک بستر سیاسی قوی و مدل اقتصادی پایدار، هرگونه تلاش برای اصلاحات فنی و زیرساختی محکوم به شکست است.

- شکاف میان اهمیت و عملکرد: تحلیل اهمیت - عملکرد نشان داد که شکاف قابل توجهی میان اهمیت موردانتظار و عملکرد واقعی شاخص‌هایی مانند مشارکت ذینفعان و شفافیت و پاسخگویی وجود دارد. این شکاف حاکی از آن است که بهبود حکمرانی و جلب اعتماد عمومی، پیش‌شرط هرگونه اقدام مؤثر در آینده است.

- اهمیت زیرساخت و بهره‌وری: در بعد فنی، شاخص‌های مرتبط با مدیریت هدررفت آب (تلفات فیزیکی) و وضعیت زیرساخت شبکه به‌عنوان مهم‌ترین چالش‌های فنی شناسایی شده‌اند. سرمایه‌گذاری در این زمینه‌ها می‌تواند به افزایش بهره‌وری و تاب‌آوری سیستم کمک کند.

باتوجه به نتایج و یافته‌های پژوهش، پیشنهادهای سیاستی زیر برای ارتقای پایداری مدیریت آب شهری در شهرستان رباط‌کریم و سایر مناطق با چالش‌های مشابه ارائه می‌شود:

- تقویت حکمرانی آب: لازم است تعهد سیاسی در سطوح عالی برای اصلاحات جامع در مدیریت آب تقویت شود. این امر شامل بازنگری در مدل‌های تعرفه‌گذاری آب برای تضمین پایداری مالی و همچنین نهادینه‌سازی شفافیت و پاسخگویی در عملکرد نهادهای مسئول است.

- نهادینه‌سازی مشارکت مردمی: ایجاد سازوکارهای عملی و مؤثر برای مشارکت فعال شهروندان و سازمان‌های مردم‌نهاد در فرایندهای تصمیم‌گیری، به افزایش مشروعیت و اثربخشی سیاست‌های آبی کمک شایانی خواهد کرد.

- سرمایه‌گذاری هدفمند در زیرساخت: اولویت‌بندی نوسازی و نگهداری زیرساخت‌های حیاتی تأمین و توزیع آب با تمرکز بر کاهش هدررفت فیزیکی، باید در دستور کار قرار گیرد. تخصیص بودجه کافی و پایدار برای این اقدامات، ضروری است.

- گذار به مدیریت داده‌محور: سرمایه‌گذاری در فناوری‌های هوشمند مانند پایش بلادرنگ و تحلیل داده‌های پیشرفته، امکان گذار به یک مدل مدیریت آب داده‌محور و پیش‌گیرانه را فراهم می‌آورد. این رویکرد به بهینه‌سازی فرایندها و تصمیم‌گیری‌های استراتژیک کمک می‌کند.

این توصیه‌ها می‌توانند مبنایی برای سیاست‌گذاری‌های اثربخش و اقدامات عملی در جهت بهبود پایدار مدیریت آب شهری باشند. پژوهش‌های آتی می‌توانند با تمرکز بر طراحی مدل‌های اقتصادی پایدار برای آب شهری و بررسی مکانیسم‌های مؤثر برای نهادینه‌سازی مشارکت مردمی، نتایج این مطالعه را تکمیل کنند.

منابع

اسماعیلی، محمد مهدی (۱۳۹۹). بحران تأمین آب در حوضه آبریز زاینده‌رود؛ مسائل سیاسی و اجتماعی و راهکارهایی برای مدیریت آن (مطالعه موردی: اعتراضات سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲). *مطالعات و تحقیقات اجتماعی در ایران*، ۹ (۳)، ۵۶۷-۵۸۵.

- باقری‌نیا، علی؛ جهانشاهلو، لعیا؛ شهریاری، سید جمال‌الدین (۱۴۰۰). نقش مدیریت شهری در زیرساخت‌های آبی به‌منظور ساماندهی رودخانه‌های شهری (نمونه موردی کلان‌شهر رشت). *فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، ۱۲ (۴۵)، ۱۵۱-۱۶۶.
<https://doi.org/10.30495/jupm.2021.4017>
- بهرامی، جمیل؛ فاروقی، فرزین؛ حسینی، سید امیر؛ رفیعی، داوود (۱۳۹۶). تأثیر ابزارهای نفوذ و ذخیره‌ای توسعه کم اثر در مدیریت رواناب شهری سنندج. *مجله آب و فاضلاب*، ۲۸ (۵)، ۱۱۸-۱۲۴.
<https://doi.org/10.22093/wwj.2016.40791>
- تارا، سمیه سادات؛ موسوی رینه، سیده مهسا؛ یوسفی، حسین (۱۴۰۱). مدیریت پایدار منابع آب با استفاده از ارائه طرح بازچرخانی رواناب شهری با هدف آبیاری فضای سبز (مطالعه موردی کانال الهیه منطقه ۳ تهران). *مجله اکوهیدرولوژی*، ۹ (۴)، ۷۸۲-۷۷۱.
<https://doi.org/10.22059/ije.2023.352783.1705>
- حریف، سیروس؛ عزیزیان، غلامرضا؛ گیوه‌چی، محمد؛ دهقانی درمیان، محسن (۱۴۰۱). تحلیل و ارزیابی ابزارهای مدیریت کیفی در شبکه‌های توزیع آب در مقابل ورود آلودگی در شبکه آب شرب شهر زاهدان. *نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران*، ۱۲ (۳)، ۴۵۳-۴۳۷.
<https://doi.org/10.22125/iwe.2022.146421>
- زارع شاه‌آبادی، اکبر؛ بنیاد، لیلی (۱۴۰۱). تحلیل گفتمان حاکم بر مدیریت منابع آب در اسناد بالادستی کشور (بازه زمانی: ۱۳۶۷-۱۳۵۷). *تحقیقات منابع آب ایران*، ۱۸ (۱)، ۵۴-۶۷.
<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.17352347.1401.18.1.4.2>
- سلطان مرادی، زهره؛ زارعی، محمدابراهیم (۱۳۹۹). واکاوی نظام مدیریت آب در ساختار شهری اصفهان دوره صفوی. *پژوهش آب ایران*، ۱۴ (۱)، ۱۱۹-۱۲۹.
https://iwrij.sku.ac.ir/article_10693.html
- سلیمانی دامنه، مجتبی؛ رخشانی نسب، حمیدرضا؛ نظری پور، حمید (۱۴۰۳). تحلیلی بر نقش بازیگران کلیدی در مدیریت بحران آب شرب شهر کرمان. *جغرافیا و پایداری محیط*، ۱۴ (۴)، ۶۳-۸۶.
<https://doi.org/10.22126/ges.2024.11271.2793>
- سیف، غلامرضا؛ مهردادی، ناصر؛ پرداختی، علیرضا (۱۴۰۲). کنترل هدر رفت آب با مدیریت هوشمند فشار در شبکه توزیع آب شهری با استفاده از کنترل‌گرهای چندنقطه‌ای به‌منظور مدیریت بحران در تأمین آب شرب شهری. *مدیریت بحران*، ۱۲ (۲)، ۱۱۵-۱۰۲.
<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23453915.1402.12.2.7.3>
- شاهنگیان، سید احمدرضا؛ تابش، مسعود؛ صفرپور، هانیه؛ خاشعی، ملیکا؛ عباسی، مهناز (۱۳۹۹). الزامات و ضرورت‌های ارائه یک چارچوب یکپارچه و جامع در ارزیابی سیاست‌های مدیریت تقاضای آب شهری. *علوم و مهندسی آب و فاضلاب*، ۵ (۴)، ۲۳-۱۶.
<https://doi.org/10.22112/jwwse.2020.219990.1188>
- طالبی صومعه‌سرای؛ مهشید، ذکایی، محمد سعید؛ فاضلی، محمد؛ جمعه‌پور، محمود (۱۳۹۸). جامعه‌شناسی یک بحران: آسیب‌شناسی اجتماعی بحران آب در حوضه آبریز زاینده‌رود. *فصلنامه مطالعات میان‌رشته‌ای در علوم انسانی*، ۱۱ (۴)، ۱۳۳-۱۶۵.
<https://doi.org/10.22035/isih.2020.3652.3833>
- قشقایی‌زاده، نسیم؛ مرادی، عباس؛ ملکیان، آرش؛ حلی‌ساز، ارشک؛ مهدوی، رسول (۱۳۹۷). چالش آب شهری و بررسی سناریوهای مدیریت رواناب‌های شهری (مطالعه موردی: بخشی از شهر بندرعباس). *دانش شهرسازی*، ۲ (۳)، ۷۱-۸۳.
<https://doi.org/10.22124/upk.2018.10984.1116>
- موسوی زاده جزائری؛ فاتره؛ شکیبازاد، محمد (۱۳۹۸). ارائه چارچوبی بر پایه روش دیمتل برای استخراج و رتبه‌بندی عوامل اصلی پیاده‌سازی موفق مدیریت دانش در شرکت‌های آب و فاضلاب شهری. *علوم و مهندسی آب و فاضلاب*، ۴ (۳)، ۲۶-۳۴.
<https://doi.org/10.22112/jwwse.2019.165715.1137>
- یوسفیان، الهه؛ فقیهی، ابوالحسن؛ دانشفرد، کرم‌الله (۱۴۰۰). طراحی الگوی خط‌مشی منسجم حکمرانی آب در ایران. *فصلنامه انجمن علوم مدیریت ایران*، ۱۶ (۶۴)، ۳۲-۱.
https://journal.iams.ir/article_363.html

References

- Abdelbaki, C., Touaibia, B., Ammari, A., Mahmoudi, H., & Goosen, M. (2019). *Contribution of GIS and Hydraulic Modeling to the Management of Water Distribution Network*. In K. Koutsopoulos, R. de Miguel González, & K. Donert (Eds.), *Geospatial Challenges in the 21st Century* (pp. 125–150). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04750-4_7
- Aboelnga, H. T., Ribbe, L., Frechen, F.-B., & Saghir, J. (2019). Urban Water Security: Definition and Assessment Framework. *Resources*, 8(4), 1-19.
<https://doi.org/10.3390/resources8040178>
- Aigbavboa, C., Addo, L. Y., Ebekozien, A., Thwala, W. D., & Arthur-Aidoo, B. M. (2023).

- Developing a framework for effective institutional management of Ghana's urban water supply. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 41(6), 290–302. <https://doi.org/10.1108/IJBPA-05-2023-0058>
- Ascenção, É. S., Almeida, C. F. M., & Kagan, N. (22–24 Nov. 2023). *Integration Model for Smart Water Management Systems: A Systematic Literature Review*. 2023 15th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON), São Bernardo do Campo, Brazil. <https://doi.org/10.1109/INDUSCON58041.2023.10375038>
- Babko, R., Pliashcheyk, V., Kuzmina, T., Danko, Y., Szulzyk-Cieplak, J., & Łagód, G. (2020). Assessment of wastewater treatment plant effluent impact on the ecosystem of the river on the basis of the quantitative development of ciliated protozoa characteristic of the aeration tank. *Water Science and Technology*, 82(1), 67–80. <https://doi.org/10.2166/wst.2020.327>
- Bagherinia, a., Jahanshahlou, l., & Shahriari, s. (2021). Role of Urban Management in Groundwater for Urban Rivers (Case Study of Rasht Metropolis). *Journal of Research and Urban Planning*, 12(45), 151–166. <https://doi.org/10.30495/jupm.2021.4017> (In Persian).
- Bahrami, J., Farooghi, F., Hosseini, S., & Rafiee, D. (2017). Effects of Low-impact Development of Infiltration and Storage Facilities on Urban Runoff Management in City of Sanandaj. *Journal of Water and Wastewater*, 28(5), 118–124. <https://doi.org/10.22093/wwj.2016.40791> (In Persian).
- Banerjee, C., Bhaduri, A., & Saraswat, C. (2022). Digitalization in Urban Water Governance: Case Study of Bengaluru and Singapore [Policy and Practice Reviews]. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 1-12. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.816824>
- Bendz, A., & Öhberg, P. (2024). A bridge over sustainable water: Politicians' perceptions about the preconditions for collective action. *Ambio*, 53(5), 764–775. <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01975-5>
- Benedetti, L., Dirckx, G., Bixio, D., Thoeye, C., & Vanrolleghem, P. A. (2008). Environmental and economic performance assessment of the integrated urban wastewater system. *Journal of environmental management*, 88(4), 1262–1272. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.06.020>
- Berardi, L., Laucelli, D. B., Ripani, S., Piazza, S., & Freni, G. (2025). Using water loss performance indicators to support regulation and planning in real water distribution systems. *Digital Water*, 3(1), 1–20. <https://doi.org/10.1080/28375807.2025.2504342>
- Berg, S. V. (2016). Seven elements affecting governance and performance in the water sector. *Utilities Policy*, 43, 4–13. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2016.04.013>
- Biswas, A., Sarkar, S., Das, S., Dutta, S., Roy Choudhury, M., Giri, A., Bera, B., Bag, K., Mukherjee, B., Banerjee, K., Gupta, D., & Paul, D. (2025). Water scarcity: A global hindrance to sustainable development and agricultural production – A critical review of the impacts and adaptation strategies. *Cambridge Prisms: Water*, 3(e4), 1-22. <https://doi.org/10.1017/wat.2024.16>
- Borhani, K., Doorudinia, A., & Charkhan, S. (2022). Factors Influencing Unsustainable Intraurban Land-Use Change: Case of Tehran City. *International Journal of Architectural Engineering & Urban Planning*, 32(2), 31–43. <https://doi.org/10.22068/ijaup.630>
- Bressers, H., & Kuks, S. (2013). Water governance regimes: Dimensions and dynamics. *International Journal of Water Governance*, 1(1-2), 133–156. <https://doi.org/10.7564/12-IJWG1>
- Brooks, D. B. (2006). An Operational Definition of Water Demand Management. *International Journal of Water Resources Development*, 22(4), 521–528. <https://doi.org/10.1080/07900620600779699>
- Callejas Moncaleano, D. C., Pande, S., & Rietveld, L. (2021). Water Use Efficiency: A Review of Contextual and Behavioral Factors [Review]. *Frontiers in Water*, 3, 1-13. <https://doi.org/10.3389/frwa.2021.685650>
- Cattani, M., Boano, C. A., Steffelbauer, D., Kaltenbacher, S., Günther, M., Römer, K., Fuchs-Hanusch, D., & Horn, M. (2017). *Adige: an efficient smart water network based on long-range wireless technology*. Proceedings of the 3rd International Workshop on Cyber-Physical

- Systems for Smart Water Networks, Pittsburgh, PA, USA. <http://dx.doi.org/10.1145/3055366.3055367>
- Cojanu, V., & Helerea, E. (2020). Applying the mathematical optimization model in water distribution management. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 789(1), 1-6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/789/1/012011>
- Dada, M. A., Majemite, M. T., Obaigbena, A., Daraojimba, O. H., Oliha, J. S., & Nwokediegwu, Z. Q. S. (2024). Review of smart water management: IoT and AI in water and wastewater treatment. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 21(1), 1373–1382. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.21.1.0171>
- Dean, A. J., Fielding, K. S., Lindsay, J., Newton, F. J., & Ross, H. (2016). How social capital influences community support for alternative water sources. *Sustainable Cities and Society*, 27, 457–466. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.06.016>
- Eggimann, S., Mutzner, L., Wani, O., Schneider, M. Y., Spuhler, D., Moy de Vitry, M., Beutler, P., & Maurer, M. (2017). The Potential of Knowing More: A Review of Data-Driven Urban Water Management. *Environmental Science & Technology*, 51(5), 2538–2553. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b04267>
- Elnamrouty, K. A., & Al Madhoun, R. T. (2022). Analysis of Key Performance Indicators of Water Service Providers in the Gaza Strip to Achieve un Sustainable Development Goal 6. *Managing Global Transitions*, 20(1), 19–42. <https://doi.org/10.26493/1854-6935.20.19-42>
- Eskildsen, J. K., & Kristensen, K. (2006). Enhancing importance-performance analysis. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 55(1), 40–60. <https://doi.org/10.1108/17410400610635499>
- Esmaeili, M. M. (2020). Water Supply Crisis in Zayandehrud Watershed; Social Issues and Solutions to Manage it (Demonstrations of 2011 to 2014). *Quarterly of Social Studies and Research in Iran*, 9(3), 567–585. <https://doi.org/10.22059/jisir.2020.295075.990> (In Persian)
- Fazli, H., Afshar-Nadjafi, B., & Niaki, S. T. A. (2023). Designing and Solving two Mathematical Models for the Optimal Distribution of Urban Water Resources. 47(4), 294–318. <https://doi.org/10.52783/pst.194>
- Feliciano, J. F., Arsénio, A. M., Cassidy, J., Santos, A. R., & Ganhão, A. (2021). Knowledge Management and Operational Capacity in Water Utilities, a Balance between Human Resources and Digital Maturity—The Case of AGS. *Water*, 13(22), 3159. <https://doi.org/10.3390/w13223159>
- Ferdowsi, A., Piadeh, F., Behzadian, K., Mousavi, S.-F., & Ehteram, M. (2024). Urban water infrastructure: A critical review on climate change impacts and adaptation strategies. *Urban Climate*, 58, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2024.102132>
- Foster, S. (2022). The key role for groundwater in urban water-supply security. *Journal of Water and Climate Change*, 13(10), 3566–3577. <https://doi.org/10.2166/wcc.2022.174>
- Furlong, C., Brotchie, R., Considine, R., Finlayson, G., & Guthrie, L. (2017). Key concepts for Integrated Urban Water Management infrastructure planning: Lessons from Melbourne. *Utilities Policy*, 45, 84–96. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2017.02.004>
- Ghashghaezadeh, N., Moradi, A., Malekian, A., Holisaz, A., & Mahdavi, R. (2018). Urban Water Challenge and Urban Runoff Management Scenarios (Case study: Parts of Bandar Abbas City). *Urban Planning Knowledge*, 2(3), 71-83. <https://doi.org/10.22124/upk.2018.10984.1116> (In Persian).
- Green, P. A., Vörösmarty, C. J., Koehler, D. A., Brown, C., Rex, W., Rodriguez Osuna, V., & Tessler, Z. (2024). Mapping a sustainable water future: Private sector opportunities for global water security and resilience. *Global Environmental Change*, 88, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2024.102906>
- Grigg, N. S. (2016). Social Aspects of Water Management. In *Integrated Water Resource Management: An Interdisciplinary Approach* (pp. 319–338). Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1057/978-1-137-57615-6_17
- Grigg, N. S. (2025). Digital Transformation in Water Utilities: Status, Challenges, and Prospects. *Smart Cities*, 8(3), 99. <https://doi.org/10.3390/smartcities8030099>

- Grinevskii, S. O. (2014). The effect of topography on the formation of groundwater recharge. *Moscow University Geology Bulletin*, 69(1), 47–52. <https://doi.org/10.3103/S0145875214010025>
- Hamel, P., Ding, N., Cherqui, F., Zhu, Q., Walcker, N., Bertrand-Krajewski, J.-L., Champrasert, P., Fletcher, T. D., McCarthy, D. T., Navratil, O., & Shi, B. (2024). Low-cost monitoring systems for urban water management: Lessons from the field. *Water Research X*, 22, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.wroa.2024.100212>
- Hamidifar, H. (2024). Water Crisis in Iran: Causes, Consequences, and Solutions. In S. C. Izah, M. C. Ogwu, A. Loukas, & H. Hamidifar (Eds.), *Water Crises and Sustainable Management in the Global South* (pp. 85–109). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-4966-9_3
- Hanemann, M., & Whittington, D. (2024). *The Economic Value of Water*. In: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.891>
- Harif, s., Azizyan, G., Givehchi, M., & Deghani Darmian, M. (2022). Analysis and Evaluation of Water Quality Management Tools in Water Distribution Networks Against Pollution Entrance in Zahedan Water Distribution Network. *Irrigation and Water Engineering*, 12(3), 437–453. <https://doi.org/10.22125/iwe.2022.146421> (In Persian).
- Hashemi, H. (2015). Climate Change and the Future of Water Management in Iran. *Middle East Critique*, 24(3), 307–323. <https://doi.org/10.1080/19436149.2015.1046706>
- Hassenforder, E., & Barone, S. (2019). Institutional arrangements for water governance. *International Journal of Water Resources Development*, 35(5), 708-783. <https://doi.org/10.1080/07900627.2018.1431526>
- Heinrichs, D. H., & Rojas, R. (2022). Cultural Values in Water Management and Governance: Where Do We Stand? *Water*, 14(5), 803. <https://doi.org/10.3390/w14050803>
- Hibbs, B. J., & Sharp, J. M., Jr. (2012) Hydrogeological Impacts of Urbanization. *Environmental & Engineering Geoscience*, 18(1), 3–24. <https://doi.org/10.2113/gsegeosci.18.1.3>
- Huang, X., Wu, Z., Zhang, Q., & Cao, Z. (2022). How to measure wetland destruction and risk: Wetland damage index. *Ecological Indicators*, 141, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109126>
- Iqbal, K. M. J., Khan, M. I., Mikhaylov, A., Shah, A. A., Yadykin, V., Leal Filho, W., Tariq, M. A. U. R., & Ullah, W. (2023). Modeling principles, criteria and indicators to assess water sector governance for climate compatibility and sustainability. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1-16. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.989930>
- Ifeey, A. M. M., Alotaibi, B. A., Najim, M. M. M., & Shah, A. A. (2023). Water Valuation in Urban Settings for Sustainable Water Management. *Water*, 15(17), 3105. <https://doi.org/10.3390/w15173105>
- Jang, D. (2018). A Parameter Classification System for Nonrevenue Water Management in Water Distribution Networks. *Advances in Civil Engineering*, 2018(1), 1-10. <https://doi.org/10.1155/2018/3841979>
- Jibat, E., Senbeta, F., Zeleke, T., & Hagos, F. (2024). The role and interplay of institutions in water governance in the Central Rift Valley of Ethiopia. *F1000Research*, 12(1434), 1-22. <https://doi.org/10.12688/f1000research.138939.2>
- Kokkinos, K., Lakioti, E., Samaras, P., & Karayannis, V. (2019). Evaluation of public perception on key sustainability indicators for drinking water quality by fuzzy logic methodologies. *Desalination and Water Treatment*, 170, 378–393. <https://doi.org/10.5004/dwt.2019.24642>
- Lee, K., & Jepson, W. (2025). Toward sustainable desalination: a patent analysis of technology-development trajectories. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 21(1), 2450112. <https://doi.org/10.1080/15487733.2025.2450112>
- Li, J., Zhao, M., Han, Y., & Wei, J. (2023). Analysis of water resource ecological optimization and obstacles based on the water resources – socio – economic – ecological environment model framework – a case study of the core area of the Central Plains urban agglomeration. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11, 1-13. <https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1263601>
- Linh, H. T., Truc, D. T., Binh, N. T., & Tri, V. P. D. (2025). Assessing Water Governance Trends

- and Challenges at a Local Level—An Application of the OECD Water Governance Framework in Soc Trang Province, Vietnam. *Water*, 17(3), 1-25. <https://doi.org/10.3390/w17030320>
- Liu, H., Yan, H., & Guan, M. (2025). Evaluating the effects of topography and land use change on hydrological signatures: a comparative study of two adjacent watersheds. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 29(8), 2109–2132. <https://doi.org/10.5194/hess-29-2109-2025>
- Lourenço, M., Silva-Afonso, A., & Pimentel-Rodrigues, C. (2022). Performance Indicators for Water Supply in Buildings. *WSEAS Transactions on Environment and Development*, 18, 1115–1128. <https://doi.org/10.37394/232015.2022.18.106>
- Madani, K. (2005). *Irans Water Crisis; Inducers, Challenges and Counter-Measures* ERSA 2005 - 45th Congress of the European Regional Science Association, Vrije Universiteit, Amsterdam, Netherlands.
- Marcál, J., Shen, J., Antizar-Ladislao, B., Butler, D., & Hofman, J. (2024). Urban water security assessment: investigating inequalities using a multi-scale approach. *AQUA - Water Infrastructure, Ecosystems and Society*, 73(3), 569–583. <https://doi.org/10.2166/aqua.2024.307>
- Mardianti, F., & Purba, D. (2023). Effects of citizen participation on urban water management based on socioeconomic factors. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 9(4), 915–932. <https://doi.org/10.22035/gjesm.2023.04.17>
- Maruapula, K., Yessoufou, K. Y., & Modley, L. S. (2023). Community perceptions, participation, and satisfaction with existing Water Resource Management Plans: a case study of a polluted water system in South Africa. *AQUA - Water Infrastructure, Ecosystems and Society*, 72(8), 1373–1385. <https://doi.org/10.2166/aqua.2023.208>
- McDonald, R. I., Douglas, I., Revenga, C., Hale, R., Grimm, N., Grönwall, J., & Fekete, B. (2011). Global Urban Growth and the Geography of Water Availability, Quality, and Delivery. *Ambio*, 40(5), 437–446. <https://doi.org/10.1007/s13280-011-0152-6>
- McDonald, R. I., Weber, K. F., Padowski, J., Boucher, T., & Shemie, D. (2016). Estimating watershed degradation over the last century and its impact on water-treatment costs for the world's large cities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(32), 9117–9122. <https://doi.org/10.1073/pnas.1605354113>
- Melgarejo-Moreno, J., López-Ortiz, M.-I., & Fernández-Aracil, P. (2019). Water distribution management in South-East Spain: A guaranteed system in a context of scarce resources. *Science of The Total Environment*, 648, 1384-1393. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.263>
- Mishra, B. K., Chakraborty, S., Kumar, P., & Saraswat, C. (2020). Urban Water Demand Management. In *Sustainable Solutions for Urban Water Security : Innovative Studies* (pp. 41–57). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-53110-2_3
- Mojiri, A., Trzcinski, A. P., Bashir, M. J. K., & Abu Amr, S. S. (2024). Innovative treatment technologies for sustainable water and wastewater management [Editorial]. *Frontiers in Water*, 6, 1-2. <https://doi.org/10.3389/frwa.2024.1388387>
- Morkel, S., & Nemati, M. (2024). Residential Irrigation Restrictions and Water Conservation: A Review of Studies from 1978 to 2022. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 179(1), 53–63. <https://doi.org/10.1111/j.1936-704X.2024.3402.x>
- Mousavi, F., & Shakibazad, M. (2019). Providing a DEMATEL-based Framework for Extracting and Ranking of Key Factors in Successful Implementation of Knowledge Management in Urban Water and Wastewater Companies. *Journal of Water and Wastewater Science and Engineering*, 4(3), 26–34. <https://doi.org/10.22112/jwwse.2019.165715.1137> (In Persian).
- Nydrioti, I., Sebos, I., Kitsara, G., & Assimacopoulos, D. (2024). Effective management of urban water resources under various climate scenarios in semiarid mediterranean areas. *Scientific Reports*, 14(1), 28666. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-79938-3>
- Ostovar, A. L. (2019). Investing upstream: Watershed protection in Piura, Peru. *Environmental Science & Policy*, 96, 9–17. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.02.005>
- Pallavi, S., Yashas, S. R., Anilkumar, K. M., Shahmoradi, B., & Shivaraju, H. P. (2021).

- Comprehensive Understanding of Urban Water Supply Management: Towards Sustainable Water-socio-economic-health-environment Nexus. *Water Resources Management*, 35(1), 315–336. <https://doi.org/10.1007/s11269-020-02734-x>
- Parween, S., & Chandra, S. R. (2023). Identification of Indicators for Developing an Integrated Study on Urban Water Supply System, Planning, and Management. *Journal of Environmental Engineering*, 149(3), 1-10. <https://doi.org/10.1061/JOEEDU.EEENG-7062>
- Pesantez, J. E., Alghamdi, F., Sabu, S., Mahinthakumar, G., & Berglund, E. Z. (2022). Using a digital twin to explore water infrastructure impacts during the COVID-19 pandemic. *Sustainable Cities and Society*, 77, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103520>
- Polonenko, L. M., Hamouda, M. A., & Mohamed, M. M. (2020). Essential components of institutional and social indicators in assessing the sustainability and resilience of urban water systems: Challenges and opportunities. *Science of The Total Environment*, 708, 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135159>
- Qin, X. S., & Xu, Y. (2011). Analyzing urban water supply through an acceptability-index-based interval approach. *Advances in Water Resources*, 34(7), 873–886. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2011.04.012>
- Quan, Z., Zuo, Q., Zang, C., & Wu, Q. (2024). A multi-index comprehensive evaluation method for assessing the water use balance between economic society and ecology considering efficiency-development-health-harmony. *Scientific Reports*, 14(1), 1-23. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-77340-7>
- Raja Ariffin, R. N., Sawon, S., Abd Rahman, N. H., Hanafi, H., & Zahari, R. K. (2023). Contextualizing institutional capacity in water governance framework: a literature review. *Water Policy*, 26(1), 18–36. <https://doi.org/10.2166/wp.2023.074>
- Ray Biswas, R., Raj, S., Yeboah, G.-A., & Rahman, A. (2023). Urban water security: water supply and demand management strategies in the face of climate change. *Urban Water Journal*, 20(6), 723–737. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2023.2209549>
- Reyes, O. (2023). Understanding urban hydrology: Managing water resources and protecting urban environments. *Hydrology: Current Research*, 14(2), 1-2. <https://doi.org/10.37421/2157-7587.2023.14.454>
- Riazi, F., Fidélis, T., Matos, M. V., Sousa, M. C., Teles, F., & Roebeling, P. (2023). Institutional arrangements for water reuse: assessing challenges for the transition to water circularity. *Water Policy*, 25(3), 218–236. <https://doi.org/10.2166/wp.2023.155>
- Rodriguez-Montoya, C. (2024). A taxonomy of demand management strategies for sustainable water consumption in urban households. *Urban Water Journal*, 21(5), 578–586. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2024.2314652>
- Rosso, R. (2025). On Seven Principles of Water Governance. *Water*, 17(6), 1-16. <https://doi.org/10.3390/w17060896>
- Sakai, H. (2024). Review of research on performance indicators for water utilities. *AQUA - Water Infrastructure, Ecosystems and Society*, 73(2), 167–182. <https://doi.org/10.2166/aqua.2024.224>
- Saleem, A., Mahmood, I., Sarjoughian, H., Nasir, H. A., & Malik, A. W. (2021). A Water Evaluation and Planning-based framework for the long-term prediction of urban water demand and supply. *SIMULATION*, 97(5), 323–345. <https://doi.org/10.1177/0037549720984250>
- Saurií, D. (2003). Lights and Shadows of Urban Water Demand Management: The Case of the Metropolitan Region of Barcelona. *European Planning Studies*, 11(3), 229-243. <https://doi.org/10.1080/09654310303639>
- Saxena, R., Srivastava, N., Ansari, S., Rai, P. K., Singh, N., & Maurya, V. K. (2022). Chapter 16 - The role of government in urban water management. In A. L. Srivastav, S. Madhav, A. K. Bhardwaj, & E. Valsami-Jones (Eds.), *Current Directions in Water Scarcity Research* (Vol. 6, pp. 341–359). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91838-1.00026-9>
- Schmidt, J. J., & Peppard, C. Z. (2014). Water ethics on a human-dominated planet: rationality, context and values in global governance. *WIREs Water*, 1(6), 533–547. <https://doi.org/10.1002/wat2.1002>

1002/wat2.1043

- Seyf, G., Mehrdadi, N., & Pardakhti, A. (2024). Water Wastage Control with Intelligent Pressure Management in the Urban Water Distribution Network Using Multi-Point Controllers in Order to Manage the Crisis in Urban Drinking Water Supply. *Emergency Management*, 12(2), 102–115. <https://doi.org/https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23453915.1402.12.2.7.3> (In Persian).
- Shafieisabet, N., & Mirvahedi, N. (2021). The role of rural–urban linkages in perceived environmental effects of farmers for participation in sustainable food security plans. *Agriculture & Food Security*, 10(46), 1–26. <https://doi.org/10.1186/s40066-021-00317-6>
- Shafieisabet, N., & Mirvahedi, N. (2022). Benefits of rural-urban interactions for sustainable food security in Iran. *Human Geographies*, 16(1), 19–31. <https://doi.org/10.5719/hgeo.2022.161.2>
- Shahangian, S. A., Tabesh, M., Safarpour, H., Khashei, M., & Abbasi, M. (2020). Presentation of the Integrated and Comprehensive Framework in Assessment of Water Demand Management Policies. *Journal of Water and Wastewater Science and Engineering*, 5(4), 16–23. <https://doi.org/10.22112/jwwse.2020.219990.1188> (In Persian).
- Soleimani Damaneh, M., Rakhshaninasab, H.-R., & Nazaripour, H. (2024). An Analysis of the Role of Key Players in the Management of Drinking Water Crisis in Kerman City. *Geography and Environmental Sustainability*, 14(4), 63–86. <https://doi.org/10.22126/ges.2024.11271.2793> (In Persian).
- Soltanmoradi, z., & Zarei, M. E. (2020). A Survey on Water Management Methods in Urban Structure of Safavid Isfahan. *Iranian Water Researches Journal*, 14(1), 119–129 (In Persian).
- Stanghellini, P. S. L. (2010). Stakeholder involvement in water management: the role of the stakeholder analysis within participatory processes. *Water Policy*, 12(5), 675–694. <https://doi.org/10.2166/wp.2010.004>
- Swyngedouw, E., Kaika, M., & Castro, J. E. (2002). Urban Water: A Political-Ecology Perspective. *Built Environment*, 28(2), 124–137. <https://doi.org/10.2307/23288796>
- Talebi, M., Zokaie, M., Fazeli, M., & Jomehpoor, M. (2019). Sociology of a crisis: The social pathology of the water crisis in the Zayandeh-Rood river basin. *Interdisciplinary Studies in the Humanities*, 11(4), 133–165. <https://doi.org/10.22035/isih.2020.3652.3833> (In Persian).
- Tara, S. S., Mousavi Reineh, S. M., & Yousefi, H. (2022). Sustainable management of water resources by reusing urban runoff for irrigation (case study of Elahieh Canal, district 3, Municipality of Tehran). *Journal of Ecohydrology*, 9(4), 771–782. <https://doi.org/10.22059/ije.2023.352783.1705> (In Persian).
- Tian, K., Wang, H., & Wang, Y. (2021). Investigation and evaluation of water literacy of urban residents in China based on data correction method. *Water Policy*, 23(1), 77–95. <https://doi.org/10.2166/wp.2021.160>
- Tiburcio, A., & Perevochtchikova, M. (2020). Proposal for an urban water indicators framework for Mexico City 2005-2018. *Tecnología y ciencias del agua*, 11(6), 177–243. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2020-06-05>
- Timotewos, M. T., & Barjenbruch, M. (2024). Examining the Prospects of Residential Water Demand Management Policy Regulations in Ethiopia: Implications for Sustainable Water Resource Management. *Sustainability*, 16(13), 1–21. <https://doi.org/10.3390/su16135625>
- Tussupova, K., Berndtsson, R., Bramryd, T., & Beisenova, R. (2015). Investigating Willingness to Pay to Improve Water Supply Services: Application of Contingent Valuation Method. *Water*, 7(6), 3024–3039. <https://doi.org/10.3390/w7063024>
- Valieva, S. (2019). *Institutional Analysis and Capacity Assessment for Agricultural Water Management* (Program Analyst, Water Global Practice & Coordinator of Water in Agriculture GSG, World Bank).
- van de Meene, S. J., Brown, R. R., & Farrelly, M. A. (2009). Exploring sustainable urban water governance: a case study of institutional capacity. *Water Science and Technology*, 59(10), 1921–1928. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.190>
- Vivek, V., Malghan, D., & Mukherjee, K. (2021). Toward achieving persistent behavior change in household water conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(24), 1–

7. <https://doi.org/10.1073/pnas.2023014118>
- Xia, W., Chen, X., & Song, C. (2022). A Framework of Blockchain Technology in Intelligent Water Management. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 1-12. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.909606>
- Xiong, W., Li, Y., Zhang, W., Ye, Q., Zhang, S., & Hou, X. (2018). Integrated multi-objective optimization framework for urban water supply systems under alternative climates and future policy. *Journal of Cleaner Production*, 195, 640–650. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.161>
- Yang, X., Liu, S., Jia, C., Liu, Y., & Yu, C. (2021). Vulnerability assessment and management planning for the ecological environment in urban wetlands. *Journal of environmental management*, 298, 13-22. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113540>
- Yao, F. (2021). Urban Water Supply Management and Water Supply Safety Countermeasures. *Science Innovation*, 9(4), 179–181. <https://doi.org/10.11648/j.si.20210904.23>
- Yousefian, E., Faghihi, A., & Daneshfard, K. (2022). Designing A Model of Integrated Policy for Water Governance in Iran. *Iranian journal of management sciences*, 16(64), 1–32 (In Persian).
- Zamani, M. G., Moridi, A., & Yazdi, J. (2022). Groundwater management in arid and semi-arid regions. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(4), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s12517-022-09546-w>
- Zareshahabadi, A., & Bonyad, L. (2022). Analysis of the Dominant Discourse on Water Resources Management in Macro- Level Documents (1978-1988) of the Country. *Iran-Water Resources Research*, 18(1), 54–67. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.17352347.1401.18.1.4.2> (In Persian).
- Zhang, Y., Zhao, W., Chen, X., Jun, C., Hao, J., Tang, X., & Zhai, J. (2021). Assessment on the Effectiveness of Urban Stormwater Management. *Water*, 13(1), 1-20. <https://doi.org/10.3390/w13010004>
- Zhao, T., Song, C., Yu, J., Xing, L., Xu, F., Li, W., & Wang, Z. (2025). Leveraging Immersive Digital Twins and AI-Driven Decision Support Systems for Sustainable Water Reserves Management: A Conceptual Framework. *Sustainability*, 17(8), 1-44. <https://doi.org/10.3390/su17083754>

