

«ارائه الگوی توسعه پایدار سازمانی در صنعت آب و فاضلاب:
مرور تحلیلی بر اساس تجارب شرکت آب و فاضلاب مشهد»

محمد حسینی^۱، محمد طلعتی^۲، علی سلامی کوچه باغ^۳، مسعود عبدالله پور^۴

^۱دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، ایمیل:

mohammad.hosseini@alumni.mail.ac.ir

^۲دانشجو دکتری تخصصی، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، ایمیل:

talati.mohammad@mail.um.ac.ir

^۳دانشجو کارشناسی، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، ایمیل:

ali.salamikoochehbagh@mail.um.ac.ir

^۴دانشجو دکتری، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، آدرس ایمیل:

talati.mohammad@mail.um.ac.ir

^۵دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، رئیس گروه تحقیقات، شرکت آب و فاضلاب مشهد، آدرس

ایمیل: fariba.ghanbari987@gmail.com

^۶دانشجو دکتری برنامه ریزی شهری، مدیر دفتر توسعه پایدار، مدیریت مصرف و مطالعات اجتماعی، شرکت آب و فاضلاب

مشهد، آدرس ایمیل: sa.tavakoli55@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۱۶

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۵/۰۵/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۲۸

چکیده

آب به عنوان یکی از زیرساخت‌های بنیادین توسعه پایدار، در ایران با چالش‌های فزاینده‌ای همچون رشد جمعیت، توسعه نامتوازن شهری، بهره‌برداری ناپایدار از منابع زیرزمینی و تغییرات اقلیمی مواجه است. در این میان، شرکت‌های آب و فاضلاب به عنوان نهادهای اصلی ارائه و مدیریت خدمات زیربنایی، نقشی تعیین کننده در تحقق توسعه پایدار سازمانی دارند. این مقاله با رویکردی مروری-تحلیلی، تجربه شرکت آب و فاضلاب مشهد را به عنوان مطالعه موردی بررسی می کند و با اتکا به ادبیات موضوع، چارچوبی برای ارزیابی و بومی سازی راهبردهای توسعه پایدار ارائه می دهد. یافته ها نشان می دهد که به کارگیری رویکردهای تحلیلی متناسب با شرایط نهادی و سازمانی می تواند به شناسایی دقیق تر ظرفیت ها، بهبود تصمیم گیری مدیریتی و ارتقای کارآمدی در مسیر پایداری سازمانی منجر شود. همچنین، نتایج حاکی از آن است که این چارچوب با تعدیل و بومی سازی، قابلیت تعمیم به سایر شرکت های آب و فاضلاب کشور را دارد و می تواند مبنایی برای تدوین راهبردهای عملی در سطح ملی باشد. این پژوهش در نهایت، بر ضرورت گذار از رویکردهای کلی نگر به الگوهای متناسب با بافت محلی تأکید می کند.

کلمات کلیدی: مدیریت پایدار منابع آب، فناوری های نوین آب، نوآوری در مدیریت منابع آب، توسعه پایدار سازمانی، تاب آوری سازمانی، مدیریت تقاضای آب.

**“Developing an Organizational Sustainable Development Model in the Water and Wastewater Industry:
An Analytical Review Based on Mashhad Water and Wastewater Company Experiences”**

Mohammad Hosseini^{1*}, Mohammad Talati², Ali Salami Koocheh Bagh³, Masoud Abdollahpoor⁴, Fariba Ghanbari⁵, Samaneh Tavakoli Aminian⁶

^{1*} M.Sc. Graduate, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Email: mohammad.hosseini@alumni.mail.ac.ir

² Ph.D. Candidate, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Email: talati.mohammad@mail.um.ac.ir

³ B.Sc. Student, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Email: ali.salamikoochehbagh@mail.um.ac.ir

⁴ Researcher, Water and Environmental Research Institute, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Email: masoud.abdollahpoor@gmail.com

⁵ M.Sc. Graduate in Water Resources Engineering, Head of Research Division, Mashhad Water and Wastewater Company, Mashhad, Iran.

Email: fariba.ghanbari987@gmail.com

⁶ Ph.D. Student in Urban Planning, Director of Sustainable Development, Demand Management, and Social Studies Office, Mashhad Water and Wastewater Company, Mashhad, Iran.

Email: sa.tavakoli55@gmail.com

Received: 05/02/2026

Revised: 27/07/2026

Accepted: 19/08/2026

Abstract

Water, as a fundamental pillar of sustainable development, faces increasing challenges in Iran, including population growth, imbalanced urban development, unsustainable exploitation of groundwater resources, and climate change. Within this context, water and wastewater companies, as primary providers and managers of essential infrastructure services, play a decisive role in achieving organizational sustainable development. This paper adopts a review-analytical approach, examining the experience of the Mashhad Water and Wastewater Company as a case study. Relying on existing literature, it presents a framework for evaluating and localizing sustainable development strategies. Findings indicate that employing analytical approaches tailored to institutional and organizational conditions can lead to a more precise identification of capacities, improved managerial decision-making, and enhanced organizational sustainability. Furthermore, the results suggest that this

framework, with appropriate adaptation and localization, is generalizable to other water and wastewater companies across the country and can serve as a basis for developing practical strategies at the national level. Ultimately, this research emphasizes the necessity of transitioning from general approaches to models suitable for local contexts.

Key words: Sustainable water resources management, new water technologies, innovation in water resources management, sustainable organizational development, organizational resilience, water demand management.

۱- مقدمه

آب، به عنوان عنصر حیاتی برای بقای زیستی، زیربنای اصلی حیات در سیاره زمین است. این منبع تجدیدپذیر، نه تنها در تداوم فرآیندهای اکولوژیکی نقش دارد، بلکه اساس توسعه اقتصادی، رفاه اجتماعی و امنیت غذایی در جوامع انسانی به شمار می‌رود (اسلامی و رحیمی، ۱۳۹۸). از تأمین آشامیدنی و بهداشت گرفته تا کشاورزی، صنعت و تولید انرژی، هیچ یک از اجزای ساختار تمدن انسانی بدون دسترسی پایدار به منابع آبی قابل تصور نیست (Giannetti et al., 2022). با این حال، در دهه‌های اخیر این بنیان حیاتی با چالش‌های بی‌سابقه‌ای مواجه شده و بحران آب به یکی از مهم‌ترین موانع تحقق توسعه پایدار در سطح جهانی، به ویژه در کشورهای خشک و نیمه‌خشکی مانند ایران، تبدیل شده است (داوری، ۱۴۰۳).

در ایران نیز شواهد متعددی از تشدید این بحران وجود دارد؛ افزایش جمعیت، تمرکزگرایی شهری، گسترش بی‌رویه کشاورزی ناپایدار، رشد صنایع آب‌بر، تغییرات اقلیمی، و مهم‌تر از همه، برداشت مازاد از منابع آب زیرزمینی، منجر به افت سطح سفره‌های آب، خشک شدن تالاب‌ها، بیابان‌زایی و ناپایداری منابع آب شده است. گزارش‌های رسمی، از جمله گزارش سازمان حفاظت محیط‌زیست و (Simone et al., 2020)، حاکی از آن است که بسیاری از حوضه‌های آبریز کشور در وضعیت بحرانی قرار دارند. این وضعیت، امنیت غذایی، کیفیت زندگی، سلامت اکوسیستم‌ها و ثبات اقتصادی کشور را تهدید می‌کند. بحران‌های پی‌درپی خشکسالی و فرونشست زمین در دشت‌های مرکزی، تنها نمودهای آشکار این ناکارآمدی مدیریتی‌اند که ریشه در ضعف درک سیستمی، نبود رویکرد پایدار و عدم وجود ابزارهای مناسب پایش دارد (Nath, 2024).

در چنین شرایطی، دیگر نمی‌توان مدیریت منابع آب را صرفاً یک مقوله فنی یا تخصصی در نظر گرفت. بلکه باید آن را یکی از مهم‌ترین مولفه‌های راهبردی توسعه ملی و منطقه‌ای دانست که نیازمند یک نگاه جامع‌نگر، میان‌بخشی و آینده‌نگر است. این نگاه، در چارچوب مفهومی توسعه پایدار تبلور می‌یابد؛ مفهومی که تأکید دارد توسعه باید به گونه‌ای صورت گیرد که نیازهای نسل کنونی تأمین شود، بدون آنکه توان نسل‌های آینده در رفع نیازهای خود به خطر بیفتد (Omohwovo, 2024). بر این اساس، مدیریت پایدار منابع آب به معنای ایجاد تعادل میان بهره‌برداری بهینه، حفاظت اکولوژیکی، عدالت اجتماعی و کارایی اقتصادی در استفاده از منابع آبی است. این رویکرد، مستلزم شناخت و لحاظ کردن هم‌زمان ابعاد گوناگون تصمیم‌گیری، از جمله ابعاد اقتصادی، اجتماعی، محیط‌زیستی و نهادی است (Özerol et al., 2020).

با این حال، تحقق چنین هدفی، بدون بهره‌گیری از ابزارهای ارزیابی و سنجش دقیق امکان‌پذیر نیست. برای آن که سیاست‌گذاران و مدیران قادر به شناخت وضعیت موجود، مقایسه عملکرد در طول زمان، و اصلاح مسیرهای ناپایدار باشند، نیازمند شاخص‌هایی معتبر، قابل اعتماد و کاربرپسند برای سنجش توسعه پایدار در حوزه منابع آب هستند. شاخص‌های توسعه پایدار در حقیقت، ابزاری برای کمی‌سازی مفاهیم پیچیده و میان‌رشته‌ای پایداری هستند که از طریق آن‌ها می‌توان ابعاد مختلف سیستم‌های انسانی و طبیعی را پایش کرد، روند تغییرات را شناخت، و کارایی سیاست‌ها را ارزیابی نمود (Parkinson et al., 2020).

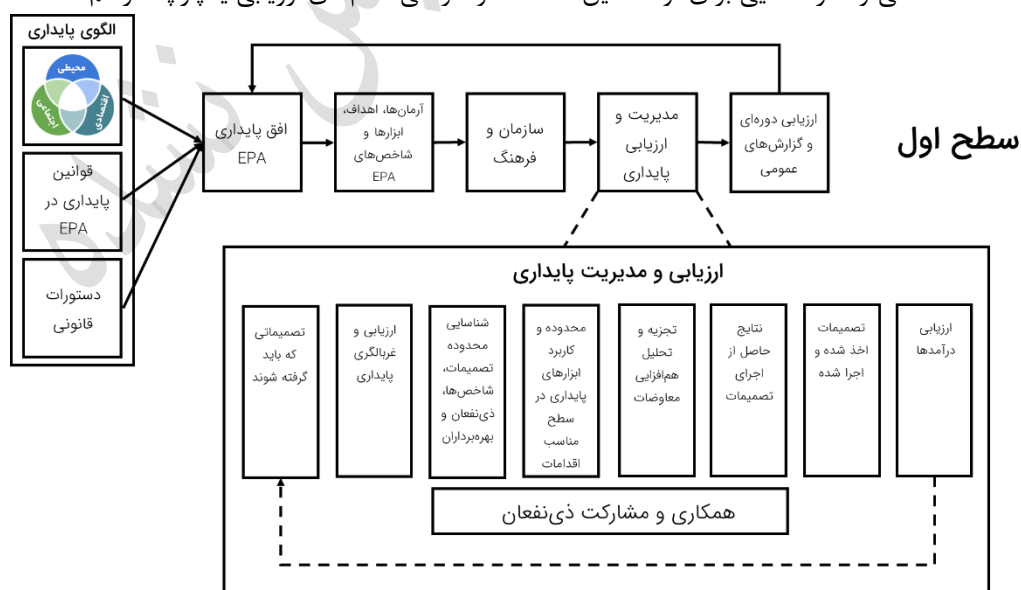
(2019; Pahl-Wostl et al., 2007). این شاخص‌ها، به‌ویژه در سطوح کلان مانند حوضه‌های آبریز، می‌توانند نقش مهمی در تقویت تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد، شفافیت سیاستی و ارتقاء حکمرانی منابع ایفا کنند (Kazora & Mourad, 2018).

با وجود اهمیت روزافزون این شاخص‌ها، در عمل با چالش‌های متعددی مواجه هستیم. نخست، بسیاری از شاخص‌های توسعه پایدار موجود در ادبیات علمی به‌صورت منفک، تک‌بعدی یا با تمرکز صرف بر بهره‌وری فیزیکی یا اقتصادی طراحی شده‌اند؛ درحالی‌که توسعه پایدار، ماهیتی درهم‌تنیده و بین‌رشته‌ای دارد (Hoang, 2022; Hu et al., 2010). دوم، اغلب شاخص‌ها بدون در نظر گرفتن شرایط بومی، ساختارهای نهادی، محدودیت‌های اطلاعاتی، و الگوهای فرهنگی جوامع طراحی شده‌اند. در نتیجه، استفاده از این شاخص‌ها در کشورهایی مانند ایران، که با پیچیدگی‌های نهادی، ضعف در زیرساخت‌های آماری، و نبود هماهنگی بین‌بخشی مواجه‌اند، نه تنها دشوار، بلکه در مواردی بی‌فایده یا گمراه‌کننده است (متحد و پشتوان، ۱۳۹۶).

از این رو، لازم است به‌جای استفاده خام و تقلیدی از شاخص‌های بین‌المللی، رویکردی بومی‌شده و تطبیقی در پیش گرفته شود که هم‌راستا با نیازها، ظرفیت‌ها و چالش‌های خاص کشور باشد. مرور و تحلیل انتقادی شاخص‌های توسعه پایدار در مدیریت منابع آب، گام نخست این مسیر است. چنین مروری، می‌تواند به شناسایی شاخص‌های کلیدی، تبیین نقاط قوت و ضعف آن‌ها، و طراحی چارچوبی مناسب برای ارزیابی عملکرد منابع آب در سطوح مختلف کمک کند. چارچوبی که نه تنها قابلیت اجرایی بالا داشته باشد، بلکه بتواند به‌عنوان بستری برای مشارکت ذی‌نفعان، شفافیت اطلاعاتی، و افزایش پاسخگویی در نظام حکمرانی آب نیز ایفای نقش نماید (Loucks & Gladwell, 1999; Poole, & Van de Ven 1989).

در نهایت، در کشورهایی مانند ایران که ساختار مدیریتی منابع آب با چالش‌های متعددی همچون تمرکزگرایی، ضعف هماهنگی بین‌بخشی، فقدان داده‌های قابل‌اتکا، و غفلت از مشارکت جامعه مدنی مواجه است، بهره‌گیری از چارچوب‌های ارزیابی مبتنی بر شاخص‌های توسعه پایدار، ضرورتی انکارناپذیر است. این چارچوب‌ها باید بتوانند ارتباط نظام‌مند بین سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی، اجرا و پایش را برقرار کرده و زمینه‌ساز افزایش بهره‌وری، حفاظت از منابع طبیعی، تحقق عدالت اجتماعی و پایداری اکولوژیکی گردند (شفیعی و همکاران، ۱۳۹۸).

در این میان، تحقیقات مروری نقش مهمی در یکپارچه‌سازی دانش موجود، شناسایی شکاف‌های دانشی و ترسیم مسیرهای آینده دارند. با این حال، برای آنکه ادعای «فقدان یک مرور جامع» قابل دفاع باشد، لازم است دامنه جستجو، پایگاه‌های مورد بررسی، بازه زمانی و کلیدواژه‌های جستجو به‌روشنی در بخش مواد و روش‌ها بیان شود. از این رو، پژوهش حاضر به‌جای تکیه بر یک ادعای کلی، بر گردآوری، طبقه‌بندی و تحلیل انتقادی شاخص‌های توسعه پایدار در مدیریت منابع آب تمرکز دارد تا بتواند خلأهای مفهومی، روشی و اجرایی این حوزه را شناسایی کند. چارچوب پایداری و رویکرد ارزیابی و مدیریت پایدار، که در شکل ۱- ارائه شده است، می‌تواند راهنمایی برای توسعه این مطالعات و طراحی نظام‌های ارزیابی یکپارچه فراهم کند.



شکل ۱- چارچوب پایداری و رویکرد ارزیابی و مدیریت پایدار

بر این اساس، هدف مقاله حاضر، انجام یک مطالعه مروری جامع، ساختاریافته و انتقادی درباره شاخص‌های توسعه پایدار در حوزه مدیریت منابع آب است. در این مقاله، تلاش شده است با گردآوری داده‌ها و یافته‌های پژوهش‌های معتبر داخلی و بین‌المللی، شاخص‌های توسعه پایدار بر اساس ابعاد چهارگانه آن (اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و نهادی) شناسایی، طبقه‌بندی و تحلیل شوند. علاوه بر آن، با تکیه بر تجربه‌ها و چارچوب‌های بین‌المللی مانند: اهداف توسعه پایدار سازمان ملل در حوزه آب^۱ (Tortajada, 2020)، چارچوب پتانسیل گرمایش جهانی^۲ و دستورالعمل‌های فائو^۳ (Ma et al., 2015)، کارایی و قابلیت پیاده‌سازی شاخص‌ها در بستر مدیریتی کشور ارزیابی شده است. مقاله همچنین با بررسی مطالعات موردی انجام‌شده، به تحلیل چالش‌های اجرایی، نارسایی‌های داده‌ای، محدودیت‌های نهادی و بسترهای بهبود شاخص‌ها در سطوح منطقه‌ای و محلی می‌پردازد (Smith et al., 2011; Klassen, 1999).

نتایج این مرور می‌تواند به‌عنوان یک نقشه راه کاربردی برای طیفی وسیع از ذی‌نفعان، از جمله پژوهشگران دانشگاهی، برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران، نهادهای دولتی مرتبط با منابع آب، و همچنین سازمان‌های بین‌المللی فعال در حوزه آب، توسعه پایدار و تغییرات اقلیمی مورد استفاده قرار گیرد. این نتایج می‌تواند در شناسایی شکاف‌های دانشی موجود، انتخاب شاخص‌های مناسب برای ارزیابی پایداری، و همچنین سازگار کردن شاخص‌ها با ویژگی‌های بومی و نهادی کشورهای نظیر ایران نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا کند. به‌طور خاص، این مطالعه می‌تواند مبنای طراحی چارچوب‌های بومی‌شده ارزیابی در سطوح مختلف تصمیم‌گیری از سطح محلی و حوضه‌ای تا سطح ملی قرار گیرد، به‌نحوی که ارزیابی عملکرد منابع آب نه تنها محدود به داده‌های فنی، بلکه مبتنی بر رویکردی چندبعدی و مشارکتی باشد (Landis, 2015; Najam, 1997).

افزون بر این، یافته‌های مرور حاضر می‌تواند در تدوین و استقرار سامانه‌های یکپارچه پایش توسعه پایدار در بخش آب مورد بهره‌برداری قرار گیرد؛ سامانه‌هایی که امکان رصد تغییرات در شاخص‌های کلیدی، مقایسه روندها در بازه‌های زمانی مختلف، و ایجاد بازخوردهای اصلاحی برای سیاست‌گذاری را فراهم می‌کنند. از سوی دیگر، یکی از کاربردهای راهبردی این نتایج، فراهم‌آوردن مبنایی برای ارتقای نظام‌های حسابداری زیست‌محیطی در کشور است. در شرایط کنونی که منابع طبیعی در اغلب نظام‌های حسابداری ملی مغفول واقع شده‌اند، وارد کردن شاخص‌های توسعه پایدار در نظام‌های حسابداری می‌تواند گامی بلند در جهت اندازه‌گیری «ثروت طبیعی» کشور، و لحاظ کردن ارزش اقتصادی و زیست‌محیطی منابع در فرآیند برنامه‌ریزی و بودجه‌ریزی باشد (Larsen et al., 2016; Kunjo et al., 2024).

پژوهش حاضر با ارائه تصویری منسجم و نظام‌مند از شاخص‌های توسعه پایدار در مدیریت منابع آب، می‌تواند به ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری‌های آبی در کشور کمک کرده و زمینه را برای اصلاح سیاست‌ها، بازنگری در الگوهای حکمرانی و تقویت هماهنگی میان نهادهای مسئول فراهم سازد. در نهایت، هدف این پژوهش حمایت از گذار به سوی حکمرانی پایدار آب است؛ حکمرانی‌ای که بر بهره‌وری منابع، عدالت بین‌نسلی، تاب‌آوری اجتماعی و اکولوژیکی، و پایداری بلندمدت استوار باشد.

۲- مواد و روش‌ها

برای انجام مرور نظام‌مند ادبیات در این پژوهش، جستجوی ساختاریافته در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر شامل Web of Science، Scopus، ScienceDirect، Google Scholar، SID و Magiran با استفاده از ترکیب کلیدواژه‌های «توسعه پایدار»، «مدیریت پایدار آب»، «صنعت آب و فاضلاب»، «ارزیابی عملکرد زیست‌محیطی»، «شاخص‌های پایداری»، «چارچوب تصمیم‌گیری چندمعیاره» و «مدیریت زیرساخت‌های آبی» به دو زبان فارسی و انگلیسی انجام گرفت. بازه زمانی جستجو برای مقالات علمی، سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۶ در نظر گرفته شد تا هم مبنای اولیه توسعه پایدار و هم جدیدترین رویکردها و تجربیات عملی در این حوزه پوشش داده شود. معیارهای انتخاب منابع شامل (۱) ارتباط مستقیم موضوعی با ابعاد چهارگانه توسعه پایدار در صنعت آب و فاضلاب، (۲) انتشار در مجلات دارای نمایه معتبر بین‌المللی یا نشریات علمی-پژوهشی داخلی، (۳) ارائه چارچوب‌ها، مدل‌ها یا شاخص‌های قابل استفاده در ارزیابی پایداری، و (۴) دسترسی به متن کامل مقاله بود. در گام نخست، با استفاده از کلیدواژه‌های مذکور، ۲۴۷ عنوان مقاله و سند علمی شناسایی گردید. پس از حذف موارد تکراری و غربالگری بر اساس عنوان و چکیده، ۸۹ منبع برای ارزیابی متن کامل انتخاب شدند. در نهایت، با اعمال معیارهای ورود و خروج، ۵۲ منبع شامل

مقالات علمی، گزارش‌های سازمانی معتبر و اسناد راهبردی بین‌المللی، به‌عنوان منابع نهایی جهت استخراج داده‌ها و تحلیل عمیق مورد استفاده قرار گرفتند.

این پژوهش با رویکرد مروری-تحلیلی، به تدوین چارچوب مفهومی بومی‌سازی‌شده برای استقرار توسعه پایدار در شرکت‌های آب و فاضلاب با تأکید بر شرایط خاص شرکت آب و فاضلاب مشهد می‌پردازد. فرآیند پژوهش بر پایه مرور نظام‌مند ادبیات تخصصی، تحلیل اسناد بالادستی و گزارش‌های راهبردی مدیریت آب استوار است تا ضمن شناسایی مؤلفه‌های چهارگانه توسعه پایدار (زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و حکمرانی)، ابزارهای عملیاتی متناسب برای سنجش و بهبود عملکرد سازمانی استخراج گردد. شهر مشهد به دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فرد از جمله ماهیت کلان‌شهر زیارتی، نرخ رشد جمعیت و توسعه کالبدی شتابان، اقلیم نیمه‌خشک و محدودیت شدید منابع آبی، به‌عنوان مطالعه موردی انتخاب شده است. این شرایط، شبکه آب و فاضلاب این کلان‌شهر را با تنش‌های متعددی نظیر هدررفت منابع و فشارهای نهادی مواجه کرده است که آن را به بستری مناسب جهت ارزیابی الزامات توسعه پایدار در شرایط واقعی و متأثر از محدودیت‌های اقلیمی بدل می‌سازد.

در گام نخست، مرور ساختارمند و تحلیلی ادبیات تخصصی به‌منظور شناسایی مفاهیم کلیدی، استخراج ابعاد اصلی توسعه پایدار، و بررسی رویکردهای رایج در مدیریت پایدار منابع آب انجام شد. در این مرحله، علاوه بر مقالات علمی، از اسناد مرجع و معتبر بین‌المللی نیز بهره‌گیری شد؛ از جمله گزارش‌های کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه، و نیز دستورالعمل‌های انجمن آب و فاضلاب آمریکا (Poole & Van de Ven, 1989) و سایر منابع سیاستی و اجرایی مرتبط (Nath, 2024; Luck et al., 2000). هدف از این مرحله، شفاف‌سازی تعاریف، استخراج الزامات کلیدی، و شناسایی رویکردهای قابل انطباق با شرایط سازمانی و محلی بود (فیضی کوشکی و همکاران، ۱۳۹۸).

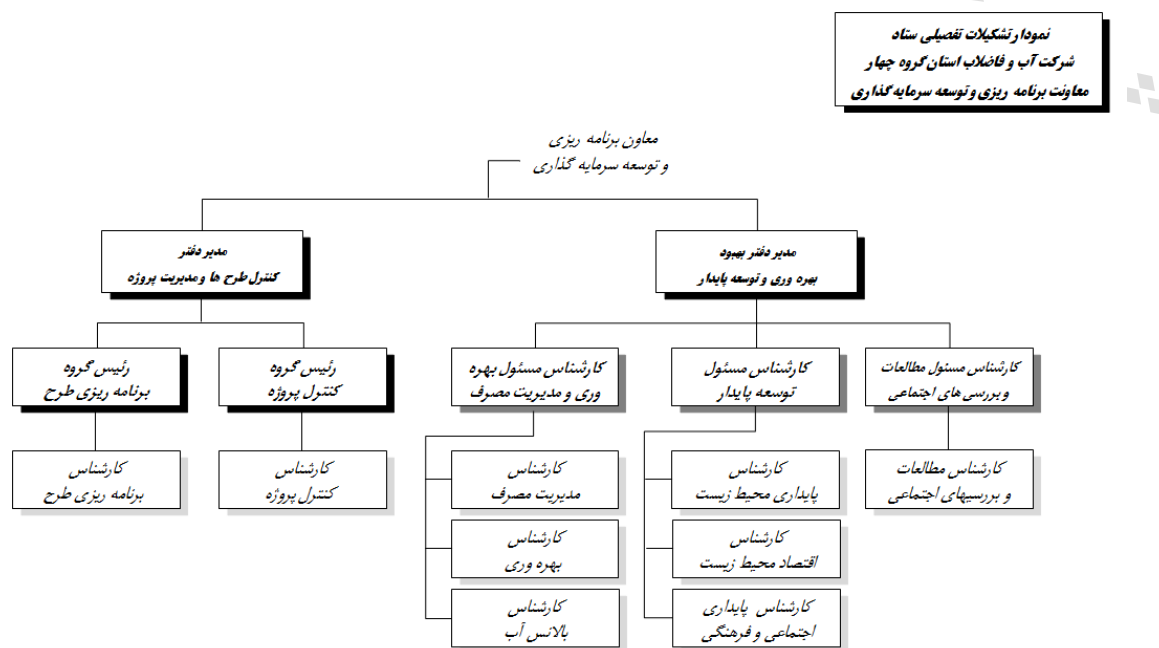
در گام بعد، مؤلفه‌های استخراج‌شده بر اساس میزان انطباق با شرایط شرکت آب و فاضلاب مشهد تحلیل و دسته‌بندی شدند تا مبنایی برای بومی‌سازی چارچوب فراهم شود. این دسته‌بندی با تمرکز بر سه بُعد اصلی اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی انجام گرفت؛ به‌گونه‌ای که بُعد اجتماعی شامل رضایت ذی‌نفعان، عدالت در دسترسی و کیفیت خدمت، بُعد اقتصادی شامل هزینه‌های سرمایه‌گذاری، بهره‌برداری و نگهداری، و پایداری مالی و بُعد زیست‌محیطی شامل کاهش مصرف آب و انرژی، کاهش آلاینده‌ها و ارتقای بهره‌وری منابع در نظر گرفته شد. در این مرحله، از کارت امتیازی متوازن^۴ به‌عنوان ابزاری برای سامان‌دهی شاخص‌ها و ایجاد انسجام میان ابعاد مختلف پایداری بهره گرفته شد. در این مرحله، از کارت امتیازی متوازن و ماتریس خودارزیابی ویژگی‌های فرهنگی صرفاً به‌عنوان چارچوب‌های مفهومی و الگوهای نظمی بخش برای سامان‌دهی شاخص‌ها استفاده گردید و هیچ‌یک از این ابزارها به‌صورت اجرایی و عملیاتی در سازمان پیاده‌سازی نشده‌اند (Optimization and Supply Chain Management, 2025).

برای شناسایی دقیق مفاهیم کلیدی و ابعاد مختلف توسعه پایدار و به‌منظور تقویت مبانی نظری پژوهش، مرور نظام‌مند ادبیات تخصصی صورت گرفت. در این بخش، تأکید بر شفاف‌سازی تعاریف توسعه پایدار، استخراج الزامات کلیدی آن، و نیز مطالعه سیاست‌گذاری‌ها و دستورالعمل‌های بین‌المللی در زمینه مدیریت منابع آب بود. بدین منظور، از اسناد مرجع و معتبر جهانی نظیر گزارش کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه (Guillaume Allegre, 2019) که به‌عنوان یکی از اسناد پایه در تعریف توسعه پایدار شناخته می‌شود، بهره‌برداری شد. همچنین، دستورالعمل‌ها و رهنمودهای انجمن آب و فاضلاب آمریکا (Bolger et al., 2009; Oether et al., 2022) و مدل‌های سیاست‌گذاری ارائه‌شده توسط مؤسسه آسپن^۵ (۲۰۰۹) به‌عنوان چارچوب‌های معتبر بین‌المللی در حوزه مدیریت پایدار منابع آب مورد استفاده قرار گرفتند.

افزون بر این، مطالعات موردی شرکت‌های موفق آب و فاضلاب و پژوهش‌های تجربی در کشورهای پیشرو (Marshall et al., 2011, Mays, 2006)، به‌عنوان نمونه‌های تطبیقی مورد تحلیل قرار گرفتند. این مطالعات به شناسایی دقیق‌تر نقاط قوت، چالش‌ها و موانع پیاده‌سازی برنامه‌های توسعه پایدار کمک نموده و امکان مقایسه وضعیت موجود در ایران با الگوهای جهانی را فراهم ساختند. بدین ترتیب، یافته‌های این مرحله نه تنها به تبیین ابعاد مفهومی توسعه پایدار یاری رساند، بلکه زمینه‌ساز طراحی چارچوبی گردید که با واقعیت‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی شهر مشهد هم‌راستا است.

در ادامه، بر پایه نتایج حاصل از مرور نظام‌مند ادبیات و مطالعات موردی، چارچوب مفهومی توسعه پایدار برای شرکت آب و فاضلاب مشهد تدوین شد. این چارچوب با در نظر گرفتن اقتضائات اقلیمی، در چهار محور کلیدی تعریف گردید: نخست،

تعیین اهداف کلان و خرد توسعه پایدار متناسب با نیازهای بومی؛ دوم، تحلیل جایگزین‌های زیرساختی بر اساس ظرفیت‌های موجود و آتی؛ سوم، تدوین استراتژی مالی با هدف تأمین پایدار منابع و بهره‌وری اقتصادی؛ و نهایتاً، برنامه‌ریزی برای بهبود مستمر با رویکرد ارزیابی، یادگیری و اصلاح فرآیندها. این چارچوب به‌گونه‌ای طراحی شده است که به‌صورت هم‌زمان پاسخگوی الزامات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی باشد. ساختار سازمانی پیشنهادی برای دفتر توسعه پایدار (شکل-۲)، نقش محوری در پیاده‌سازی این چارچوب ایفا می‌کند. در تدوین این الگو، از مدل‌های جامع مدیریت دارایی و تجربیات شرکت‌های پیشرو از جمله: دستورالعمل‌های سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (National Research Council, Global Affairs, Technology for Sustainability Program, & Committee on Incorporating Sustainability in the US Environmental Protection Agency, 2011)؛ و انجمن آب و فاضلاب آمریکا (Bolger et al., 2009) بهره‌گیری شده و متناسب با شرایط خاص اقلیمی و اقتصادی کلان‌شهر مشهد، بومی‌سازی شده است.



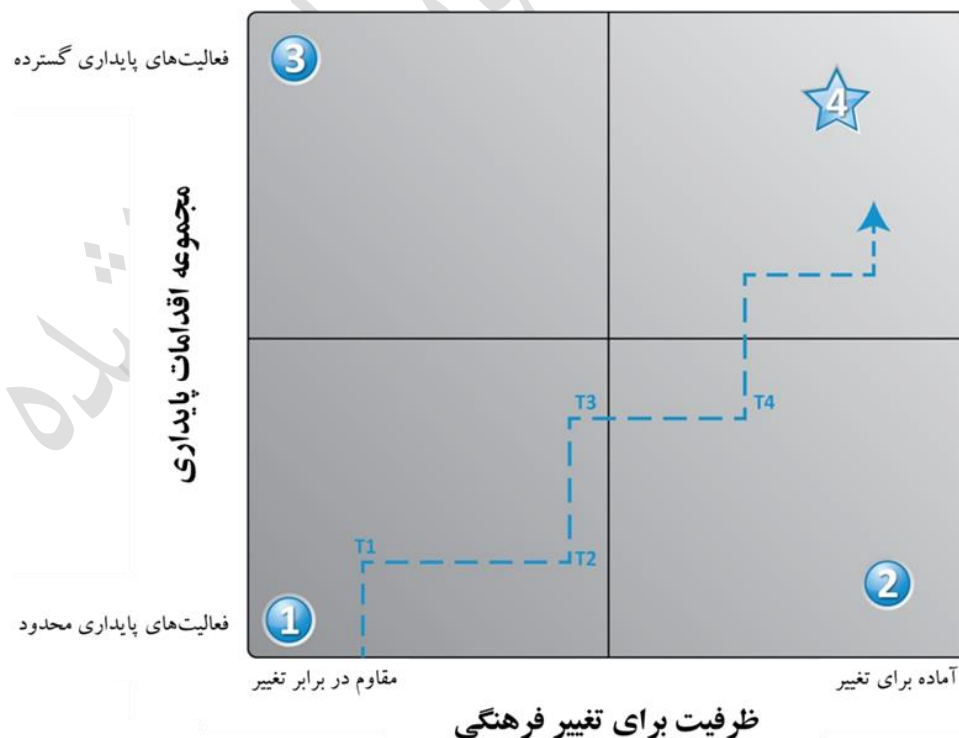
شکل-۲ ساختار سازمانی دفتر توسعه پایدار

هدف از ارائه این ساختار سازمانی، ترسیم یک الگوی مفهومی برای استقرار نظام‌مند مدیریت پایدار در شرکت آب و فاضلاب مشهد است. این چارت که بر اساس تحلیل ادبیات موضوع و الگوهای موفق بین‌المللی تدوین شده، نشان‌دهنده جایگاه، وظایف و ارتباطات داخلی دفتر توسعه پایدار به‌عنوان هسته مرکزی تصمیم‌گیری و هماهنگی در مسیر تحقق اهداف پایداری است. به عبارت دیگر، این ساختار صرفاً یک پیشنهاد سازمانی-اجرایی برای استقرار در شرکت است و در پژوهش حاضر به‌صورت عملی پیاده‌سازی نشده است. اجزای اصلی این ساختار شامل معاونت برنامه‌ریزی و راهبری (مسئول تدوین سیاست‌ها و اولویت‌بندی اهداف)، واحد پایش و ارزیابی (مسئول اندازه‌گیری شاخص‌های پایداری و تهیه گزارش‌های عملکرد)، واحد توانمندسازی و آموزش (مسئول ارتقای سرمایه انسانی و فرهنگ‌سازی)، و واحد پژوهش و توسعه (مسئول شناسایی فناوری‌ها و راهکارهای نوین) می‌باشد. همچنین، ارتباط این دفتر با سایر واحدهای سازمانی (از جمله معاونت‌های بهره‌برداری، مهندسی، مالی و منابع انسانی) به‌صورت افقی ترسیم شده است تا هماهنگی میان‌بخشی و رویکرد مشارکتی در اجرای برنامه‌های توسعه پایدار تسهیل گردد. این ساختار به‌گونه‌ای طراحی شده که ضمن تمرکز بر تصمیم‌گیری راهبردی، امکان انعطاف‌پذیری در مواجهه با تغییرات اقلیمی، اقتصادی و اجتماعی را نیز برای سازمان فراهم آورد.

به‌منظور تدوین چارچوب تحلیل جایگزین‌های زیرساختی و استخراج معیارهای انتخاب گزینه‌های مطلوب، از رویکرد ترکیبی کارت امتیازی متوازن و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره^۶ به‌عنوان الگوی نظری بهره گرفته شد (Herrick et al., 2013). در این پژوهش، این روش‌ها صرفاً به‌عنوان چارچوب تحلیلی برای شناسایی ابعاد ارزیابی و دسته‌بندی شاخص‌ها مورد

استفاده قرار گرفته‌اند و پیاده‌سازی عددی یا اجرایی آن‌ها در سازمان انجام نشده است. در این بخش، ابتدا شاخص‌های ارزیابی در سه بُعد اصلی شامل شاخص‌های اجتماعی (نظیر میزان رضایت‌مندی شهروندان، عدالت اجتماعی و ارتقای کیفیت خدمات)، شاخص‌های اقتصادی (شامل هزینه‌های سرمایه‌گذاری، بهره‌برداری و نگهداری و بازسازی زیرساخت‌ها) و شاخص‌های زیست‌محیطی (نظیر کاهش مصرف منابع آب، بهبود کیفیت منابع آبی و کاهش آلاینده‌ها) شناسایی و استخراج گردید. سپس، بر اساس یافته‌های مستخرج از منابع معتبر و مطالعات پیشین، وزن‌دهی مفهومی به هر یک از شاخص‌ها انجام شد و در نهایت، گزینه یا ترکیب بهینه‌ای از جایگزین‌ها متناسب با نیازهای بومی و ظرفیت‌های فنی سازمان، بر مبنای تحلیل‌های نظری صورت‌گرفته از ادبیات موضوع، تعیین گردید (Saravanan et al., 2021).

در بخش ارزیابی ظرفیت‌های فرهنگی و سازمانی شرکت آب و فاضلاب مشهد، از ابزار «ماتریس خودارزیابی ویژگی‌های فرهنگی» بهره گرفته شد. این ماتریس با هدف تحلیل وضعیت موجود و شناسایی نقاط قوت و ضعف سازمانی در مسیر استقرار توسعه پایدار طراحی گردید و شامل ۱۲ ویژگی کلیدی از جمله سبک رهبری، ساختار سازمانی، ظرفیت فنی، انگیزه کارکنان برای تغییر، سامانه مدیریت اطلاعات، وضعیت سرمایه‌گذاری، شیوه‌های مدیریت منابع انسانی، میزان مشارکت ذی‌نفعان، و ابعاد محیطی، حقوقی و سیاسی است (Schein, 1984; Siebenhuner & Arnold, 2007). هر یک از این ویژگی‌ها در سه سطح «تسهیل‌کننده»، «محدودکننده» و «نامشخص» مورد واکاوی قرار گرفت. این ارزیابی ضمن شناسایی ظرفیت‌های بالفعل و بالقوه سازمان در راستای تحقق اهداف توسعه پایدار، به تبیین موانع احتمالی در مسیر اجرایی‌سازی یاری رساند. بدین ترتیب، نتایج این مرحله بستر لازم را برای تدوین راهبردهای اجرایی متناسب با مقتضیات سازمانی و اقلیمی شهر مشهد فراهم ساخت. فرآیند تدوین و پیاده‌سازی تحول فرهنگی در شرکت آب و فاضلاب مشهد، به‌منظور استقرار موفقیت‌آمیز مدل توسعه پایدار، در چهار مرحله اساسی طراحی شد. این مراحل در شکل ۳- به‌صورت خلاصه و گام‌به‌گام نشان داده شده‌اند. در گام نخست، «تیم پایداری» با مشارکت فعال کارشناسان و نمایندگان واحدهای مختلف سازمان تشکیل شد. هدف از این اقدام، ایجاد هماهنگی و هم‌افزایی میان بخش‌های سازمان و فراهم‌سازی بستر لازم برای اجرای اصول و راهبردهای توسعه پایدار بود. این تیم، نقش تسهیل‌گر در فرآیند تغییر و هدایت‌گر در اجرای برنامه‌های راهبردی توسعه پایدار را بر عهده داشت (Permana, 2020).



شکل-۳ فرآیند تکرارشونده برای ایجاد تعادل بین ظرفیت تغییر فرهنگی و مجموعه اقدامات پایداری

در مرحله دوم، ظرفیت سازمانی شرکت با اتکا به نتایج حاصل از «ماتریس خودارزیابی ویژگی‌های فرهنگی» مورد تحلیل قرار گرفت. این تحلیل به شناسایی قابلیت‌ها، محدودیت‌ها و فرصت‌های موجود در ابعاد مختلف، از جمله سبک رهبری، ساختار سازمانی، انگیزش کارکنان و ظرفیت فنی، کمک کرد و زمینه را برای طراحی و انتخاب اقدامات بهینه فراهم ساخت (Herrick et al., 2013).

سپس، در مرحله سوم، ابزارها و اقدامات موردنیاز در سه حوزه اصلی شناسایی شد: ابزارهای سازمانی، شامل بازنگری در ساختارها و فرآیندهای کاری؛ ابزارهای ارتباطی، نظیر بهبود نظام‌های اطلاع‌رسانی، شفاف‌سازی سیاست‌ها و افزایش تعاملات درون‌سازمانی و برون‌سازمانی؛ و ابزارهای آموزشی، شامل برنامه‌های توانمندسازی و ارتقای دانش تخصصی کارکنان. این ابزارها با هدف ارتقای فرهنگ سازمانی، افزایش پذیرش توسعه پایدار و تقویت ظرفیت‌های داخلی طراحی و اولویت‌بندی شدند (Milićević et al., 2024).

در نهایت، مرحله چهارم شامل تدوین برنامه زمان‌بندی عملیاتی، تعیین شاخص‌های ارزیابی عملکرد و طراحی فرآیند بازنگری مستمر بود. این مرحله با هدف پایش، ارزیابی و اصلاح مداوم اقدامات و راهبردها طراحی شد تا سازمان بتواند در مسیر استقرار توسعه پایدار، به‌صورت پیوسته پیشرفت کند و در برابر تغییرات محیطی و درونی، انعطاف‌پذیر باقی بماند (Küçükoglu, 2018).

در تکمیل فرایند پژوهش، به‌منظور افزایش دقت تحلیل‌های نظری و دستیابی به جامع‌نگری در ارزیابی پروژه‌ها، از چارچوب‌های مفهومی و مدل‌های تحلیلی موجود در ادبیات موضوع بهره‌گیری شد. نرم‌افزار CUPSS به‌عنوان یکی از ابزارهای مرجع در حوزه ارزیابی نیازهای مالی و زیرساختی شرکت‌های آب و فاضلاب در منابع بین‌المللی معرفی گردیده است و در این پژوهش، مفاهیم و شاخص‌های ارائه‌شده در آن، مبنای تدوین بخش‌هایی از چارچوب پیشنهادی قرار گرفته است. همچنین، نرم‌افزار ESP به‌عنوان نمونه‌ای از ابزارهای تحلیل و بهینه‌سازی مصرف انرژی در زیرساخت‌های آبی، صرفاً به‌عنوان منبع الهام برای طراحی مؤلفه‌های مرتبط با انرژی در مدل پیشنهادی مورد استفاده قرار گرفته و هیچ‌یک از این نرم‌افزارها در پژوهش حاضر اجرا نشده‌اند (Ermilio et al., 2022).

در کنار این چارچوب‌های مفهومی، از روش تحلیل چرخه عمر (LCA) و مدل‌سازی مکانی (GIS) به‌عنوان رویکردهای تحلیلی مستخرج از ادبیات موضوع به‌منظور ارزیابی جامع ابعاد محیطی، اقتصادی و فضایی پروژه‌ها استفاده شد. این روش‌ها در پژوهش حاضر به‌صورت عملی پیاده‌سازی نشده‌اند؛ بلکه مفاهیم، شاخص‌ها و ابعاد کلیدی آن‌ها، مبنای تدوین چارچوب ارزیابی چندبعدی در مدل پیشنهادی قرار گرفته‌اند (Bolger et al., 2009).

تحلیل هزینه چرخه عمر^۷ نیز به‌عنوان یکی از ارکان اصلی روش‌شناسی پژوهش مدنظر قرار گرفت. این تحلیل با رویکرد «هزینه‌یابی کامل»^۸ انجام شد و در آن علاوه بر هزینه‌های اقتصادی، ملاحظات زیست‌محیطی و اجتماعی در کل چرخه حیات پروژه لحاظ گردید. این رویکرد امکان برآورد دقیق‌تری از مزایا و چالش‌های اقتصادی و همچنین پیامدهای زیست‌محیطی و اجتماعی را در فرآیند تصمیم‌گیری فراهم کرد (E. Akins et al., 2019).

در پژوهش نیم‌جردی و همکاران (۲۰۲۶) با تمرکز بر صنعت آب و فاضلاب ایران نشان داده شده است که نوآوری در مدیریت آب، به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کلیدی در بهره‌برداری پایدار و مدیریت کارآمد منابع آبی، از ظرفیت بالایی برخوردار است؛ با این حال، نقش نوآوری در مدل کسب‌وکار تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در راستای پرکردن این شکاف، نویسندگان تأثیر نوآوری در مدل کسب‌وکار را بر بهره‌وری بخش آب و فاضلاب ایران مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از برآورد تابع تولید کاب-داگلاس و شاخص دیویژیا^۹ بر پایه داده‌های پانلی ۳۳ شرکت استانی طی سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۲ نشان داد که گردش خالص دارایی‌ها، در کنار نیروی کار و سرمایه، اثر مثبت و معناداری بر سطح تولید دارد. این یافته، اهمیت نوآوری در مدل کسب‌وکار را به‌عنوان یکی از پیشران‌های ارتقای بهره‌وری در خدمات عمومی مبتنی بر دارایی‌های متمرکز و منابع محدود برجسته می‌سازد (Nimjerdi et al., 2026).

با توجه به ماهیت مروری-تحلیلی پژوهش و تأکید بر تدوین چارچوب مفهومی، باید تأکید شود که هیچ‌گونه تحلیل میدانی، مصاحبه کارشناسی یا جمع‌آوری داده‌های محلی در این پژوهش انجام نشده است. تمامی مؤلفه‌ها، شاخص‌ها و ابزارهای معرفی‌شده، بر اساس مرور نظام‌مند ادبیات تخصصی و تحلیل اسناد معتبر بین‌المللی و ملی استخراج گردیده‌اند. فرآیند بومی‌سازی چارچوب پیشنهادی برای شرکت آب و فاضلاب مشهد، صرفاً از طریق انطباق مفاهیم مستخرج از ادبیات با ویژگی‌های اقلیمی، جمعیتی و زیرساختی این کلان‌شهر (بر اساس داده‌های موجود در گزارش‌های رسمی و منابع معتبر) انجام شده است (فیضی کوشکی و همکاران، ۱۳۹۸).

با تأکید مجدد بر ماهیت مروری-تحلیلی این پژوهش، باید تصریح گردد که مدل توسعه پایدار ارائه‌شده، یک چارچوب مفهومی است که بر اساس مرور نظام‌مند ادبیات تخصصی و تحلیل اسناد معتبر تدوین شده و فاقد هرگونه اجرای عملیاتی، میدانی یا تجربی در سازمان مورد مطالعه است. این چارچوب می‌تواند مبنایی برای پژوهش‌های آتی با رویکرد اجرایی و تجربی قرار گیرد.

یکی از نقاط قوت این پژوهش، بهره‌گیری از منابع علمی معتبر و مستندات بین‌المللی در کنار تحلیل‌های بومی و نیز اقتکاس از تجربه‌های موفق شرکت‌های آب و فاضلاب در کشورهای پیشرو است. این رویکرد، ضمن تقویت اعتبار علمی مطالعه، موجب افزایش تطبیق‌پذیری نتایج با شرایط اقلیمی، اجتماعی و ساختاری شهر مشهد شده و به‌منظور مواجهه نظام‌مند با چالش‌های توسعه پایدار در بخش آب و فاضلاب، راهبردهای عملی و اجرایی را ارائه می‌کند. همچنین، با توجه به ویژگی‌ها و مشخصات مورد اشاره، مدل توسعه پایدار ارائه‌شده در این پژوهش از قابلیت انطباق و تعمیم در سطح ملی برخوردار است. بر این اساس، پژوهش حاضر می‌تواند به‌عنوان الگویی ارزشمند برای سایر مناطق دارای شرایط مشابه و نیز برای سیاست‌گذاران و مدیران صنعت آب و فاضلاب در سراسر کشور، در مسیر تحقق توسعه پایدار مورد استفاده قرار گیرد.

۳- نتایج و بحث

مرور ادبیات و ارزیابی‌های صورت‌گرفته در این پژوهش نشان می‌دهد که تحقق توسعه پایدار در شرکت‌های آب و فاضلاب، مستلزم اتخاذ رویکردی جامع، یکپارچه و چندوجهی است که به‌طور هم‌زمان به تمامی ابعاد کلیدی آن توجه نماید. بر این اساس، توسعه پایدار در این حوزه، فراتر از جنبه‌های صرفاً زیست‌محیطی (مانند حفاظت از منابع آب، کاهش آلاینده‌ها و ارتقای کیفیت محیط‌زیست)، ابعاد حیاتی اقتصادی (از جمله بهره‌وری منابع، بهینه‌سازی هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی)، اجتماعی (نظیر رضایت‌مندی ذی‌نفعان، تحقق عدالت اجتماعی و ارتقای کیفیت زندگی) و همچنین بُعد حکمرانی (شامل حاکمیت خوب، شفافیت و پاسخگویی) را در بر می‌گیرد (Hart, 1999; Milman & Short, 2008).

با این حال، این پژوهش بر اهمیت تفسیر نتایج در بستر واقعی چالش‌های بخش آب ایران تأکید دارد. در شرایطی که کشور با بحران منابع آب، افت شدید آب‌های زیرزمینی، پدیده فرونشست زمین، افزایش روزافزون تقاضای شهری و فرسودگی گسترده زیرساخت‌های آبی مواجه است، مفهوم توسعه پایدار برای شرکت‌های آب و فاضلاب از یک چارچوب نظری به یک ضرورت مبرم اجرایی و نهادی بدل شده است. در این راستا، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که پیوند مستقیم شاخص‌های توسعه پایدار با مسائل عملیاتی کلیدی، نظیر کاهش میزان هدررفت آب در شبکه‌ها، افزایش نرخ بازچرخانی و استفاده مجدد از پساب، ارتقای بهره‌وری انرژی در تأسیسات و سامانه‌های توزیع، و بهبود تاب‌آوری زیرساخت‌ها در برابر تنش‌های محیطی، امری ضروری است. این پیوند، مبنایی برای ارزیابی عملکرد و تدوین استراتژی‌های مؤثر در جهت دستیابی به توسعه پایدار فراهم می‌آورد.

یافته‌های این تحقیق حاکی از آن است که در شرایط کنونی، سازمان‌های آب و فاضلاب برای پاسخگویی مؤثر به نیازهای روزافزون جمعیت شهری و روستایی، نیازمند برنامه‌ریزی راهبردی بر مبنای چارچوب‌های توسعه پایدار هستند. چنین برنامه‌ریزی‌هایی باید بر پایه یک رویکرد یکپارچه استوار باشد؛ رویکردی که بتواند هم‌افزایی میان ابعاد مختلف را فراهم سازد و از طریق تلفیق ابزارها و فناوری‌های نوین، ضمن پاسخگویی به نیازهای مصرف‌کنندگان، پایداری بلندمدت منابع آبی و محیط‌زیست را نیز تضمین نماید (Evaristo et al., 2022; Denison et al., 1996).

در مقایسه با کشورهای اتحادیه اروپا، که در آن‌ها حکمرانی محیط‌زیستی، نظام‌های پایش داده‌محور و الزامات قانونی سخت‌گیرانه زمینه را برای اجرای مؤثرتر سیاست‌های پایداری فراهم کرده‌اند، وضعیت شرکت‌های آب و فاضلاب در ایران با محدودیت‌های بیشتری مواجه است. در بسیاری از کشورهای اروپایی، سیاست‌های محیط‌زیستی، مدیریت منابع آب و ارزیابی عملکرد خدمات عمومی در قالب چارچوب‌های شفاف و پاسخگو دنبال می‌شود، در حالی که در ایران، شکاف میان سیاست و اجرا، محدودیت منابع مالی و ضعف هماهنگی نهادی، تحقق کامل این رویکردها را با چالش مواجه می‌سازد. بنابراین، تجربه اتحادیه اروپا نشان می‌دهد که پایداری در بخش آب تنها نتیجه طراحی فنی نیست، بلکه به حکمرانی مؤثر و ظرفیت نهادی وابسته است.

علاوه بر این، مطالعات موردی در مقیاس بین‌المللی، از جمله موارد مستند شده (U.S. Environmental Protection Agency, 2024; U.S. Environmental Protection Agency, 2024; U.S. Department of Agriculture, & U.S. Environmental Protection Agency, 2016)، نشان می‌دهند که نادیده گرفتن هر یک از ابعاد کلیدی توسعه پایدار در بخش آب و فاضلاب، می‌تواند پیامدهای بحرانی به دنبال داشته باشد. این پیامدها شامل تنزل کیفیت منابع آبی، تعمیق شکاف‌های اجتماعی، کاهش سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های حیاتی و تضعیف سازوکارهای حکمرانی است.

لذا، طراحی و اجرای برنامه‌های توسعه پایدار در سازمان‌های آبفا باید به‌طور نظام‌مند و با بهره‌گیری از ابزارهای مدیریتی چندمعیاره، مدل‌های برنامه‌ریزی استراتژیک و شاخص‌های کلیدی عملکرد^{۱۰} صورت پذیرد. این رویکرد جامع، تضمین‌کننده توانایی سازمان در پاسخگویی به نیازهای پیچیده و متغیر جوامع شهری و روستایی در زمینه تأمین و مدیریت پایدار آب در بلندمدت خواهد بود (Farsari & Prastacos, 2002).

در این راستا، «نوآوری باز» می‌تواند به‌عنوان یک سازوکار مکمل برای ارتقای عملکرد شرکت‌های آبفا مد نظر قرار گیرد. نوآوری باز، با تکیه بر تعامل پویا میان دانشگاه، صنعت، نهادهای مقررات‌گذار و جامعه محلی، فرآیند تولید و انتقال دانش و فناوری را تسریع می‌بخشد. شواهد اخیر از کشورهای اتحادیه اروپا نیز نشان می‌دهد که نوآوری باز، به‌ویژه هنگامی که با مقررات محیط‌زیستی مؤثر پشتیبانی شود، می‌تواند به‌طور قابل توجهی به بهبود نرخ بازیافت منابع و ارتقای بهره‌وری منجر گردد (Nimjerdi, 2026). بنابراین، به‌کارگیری این رویکرد در شرکت‌های آبفای ایران می‌تواند به کاهش شکاف میان نیازهای عملیاتی و ظرفیت‌های فناورانه موجود یاری رساند.

به‌طور خلاصه، نتایج حاصل از مرور ادبیات و مطالعات تحلیلی این پژوهش بر ضرورت اتخاذ رویکردی جامع و یکپارچه در برنامه‌ریزی و اجرای استراتژی‌های توسعه پایدار در شرکت‌های آبفا تأکید دارد. این رویکرد، با در نظر گرفتن هم‌زمان ابعاد زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و حکمرانی، و از طریق تقویت ظرفیت‌های نهادی، افزایش شفافیت اطلاعات و ارتقای تعاملات بین‌بخشی، قادر به تضمین پایداری بلندمدت منابع و خدمات خواهد بود.

۳-۱- توسعه چارچوب‌های یکپارچه و ابزارهای تصمیم‌گیری

یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که توسعه و به‌کارگیری چارچوب‌های برنامه‌ریزی یکپارچه در سازمان‌های آبفا، نقشی اساسی در ارتقای بهره‌وری منابع، کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی، و افزایش کیفیت خدمات‌رسانی به شهروندان ایفا می‌کند. در این راستا، استفاده از مدل‌های ارائه‌شده توسط آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا^{۱۱} و دستورالعمل‌های انجمن آب و فاضلاب آمریکا (AWWA^{۱۲}) به‌عنوان نمونه‌های موفق بین‌المللی، می‌تواند به‌عنوان الگوهای راهبردی برای سازمان‌های آبفا به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه مورد بهره‌برداری قرار گیرد (Miles, 2011; AWWA, 2010).

این چارچوب‌ها با فراهم‌سازی رویکردی نظام‌مند برای مدیریت دارایی‌ها، ارتقای تاب‌آوری سامانه‌ها و ادغام ابعاد مختلف پایداری، امکان برنامه‌ریزی جامع‌نگر را فراهم می‌کنند (Martin & Carter; 2015; Hartley, 1997). با این حال، کاربست آن‌ها در ایران با چالش‌هایی همچون ناهمگونی داده‌ها، محدودیت‌های بودجه‌ای، ضعف نظام‌های پایش و پراکندگی نهادی مواجه است. از این رو، موفقیت این چارچوب‌ها صرفاً به طراحی فنی آن‌ها وابسته نیست، بلکه مستلزم وجود زیرساخت‌های اطلاعاتی مناسب، ظرفیت اجرایی کافی و هماهنگی بین‌سازمانی مؤثر است. تجربه اتحادیه اروپا نیز نشان می‌دهد که چارچوب‌های یکپارچه زمانی کارآمد خواهند بود که با نظام‌های شفاف گزارش‌دهی، نظارت مستمر و مشارکت ذی‌نفعان همراه شوند.

یکی از ابزارهای کلیدی در این حوزه، بهره‌گیری از «کارت امتیازی متوازن» است که به سازمان‌ها این امکان را می‌دهد تا ابعاد مختلف عملکرد خود را در قالب شاخص‌های کلیدی عملکرد، ارزیابی و پایش نمایند. کارت امتیازی متوازن، علاوه بر شاخص‌های مالی، ابعاد اجتماعی، زیست‌محیطی و حاکمیتی را نیز در بر می‌گیرد و به سازمان‌ها کمک می‌کند تا در مسیر تحقق توسعه پایدار، از نگاه تک‌بعدی پرهیز کرده و به‌صورت یکپارچه به بهبود عملکرد بپردازند (Tachizawa & Wong, 2014; Sun et al., 2023).

در همین راستا، به‌کارگیری روش تصمیم‌گیری چندمعیاره به‌عنوان ابزاری مؤثر برای ارزیابی و اولویت‌بندی پروژه‌ها، این امکان را به مدیران سازمان‌های آبفا می‌دهد که با تلفیق شاخص‌های کمی و کیفی، گزینه‌های مختلف زیرساختی و عملیاتی را در قالب سناریوهای مختلف تحلیل و مقایسه نمایند (van Leeuwen et al., 2012). به‌عنوان نمونه، شاخص‌هایی همچون درصد هدررفت آب، نرخ بازیافت و استفاده مجدد از پساب، شدت کربن عملیات، بهره‌وری انرژی، و شاخص‌های عدالت اجتماعی، می‌توانند به‌عنوان معیارهای ارزیابی در این تحلیل‌ها مورد استفاده قرار گیرند.

در امتداد این رویکرد، فناوری سبز نیز باید به‌عنوان یکی از ارکان اصلی تصمیم‌گیری در بخش آب و فاضلاب مورد توجه قرار گیرد. فناوری‌های سبز، از جمله سامانه‌های کم‌مصرف انرژی، پایش هوشمند، بازچرخانی پیشرفته و بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر، می‌توانند ضمن کاهش ردپای اکولوژیکی، هزینه‌های عملیاتی را نیز به‌طور معناداری کاهش دهند. پژوهش‌های اخیر در اتحادیه اروپا نشان داده‌اند که پیوند میان چارچوب‌های اقلیمی و نوآوری فناورانه سبز می‌تواند اثر قابل‌توجهی بر کاهش ردپای اکولوژیکی داشته باشد (Nimjerdi et al., 2025). از این رو، این یافته‌ها برای شرکت‌های آب و فاضلاب ایران نیز واجد دلالت‌های مهمی هستند و نشان می‌دهند که گذار به پایداری، بدون سرمایه‌گذاری هدفمند در فناوری‌های سبز، با دشواری‌های جدی مواجه خواهد بود.

علاوه بر این، نتایج مطالعات موردی انجام‌شده در سازمان‌های پیشرو نشان می‌دهد که به‌کارگیری این ابزارها، افزون بر ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری، به شفافیت در فرآیند ارزیابی، افزایش تعامل با ذی‌نفعان و تقویت اعتماد عمومی نیز منجر می‌شود (Yulistyorini et al., 2022). به‌ویژه در شرایطی که سازمان‌ها با محدودیت منابع مالی و مجموعه‌ای از چالش‌های زیست‌محیطی و اجتماعی روبه‌رو هستند، استفاده از ابزارهای ترکیبی مانند کارت امتیازی متوازن و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند نقشی کلیدی در تحقق اهداف توسعه پایدار و مدیریت بهینه پروژه‌ها ایفا کند.

در مجموع، یافته‌های این بخش بر اهمیت توسعه چارچوب‌های یکپارچه برنامه‌ریزی و بهره‌گیری از ابزارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره در راستای ارتقای بهره‌وری، کارایی و اثربخشی برنامه‌های توسعه پایدار در سازمان‌های آبفا تأکید دارد؛ رویکردی که می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد مؤثر در مسیر تحقق اهداف پایداری مورد استفاده قرار گیرد.

۳-۲- شاخص‌های کلیدی عملکرد توسعه پایدار

یکی از دستاوردهای کلیدی این پژوهش، شناسایی و تدوین مجموعه‌ای از شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPIs) است که سازمان‌های آبفا می‌توانند از آن‌ها برای پایش و ارزیابی میزان پیشرفت خود در مسیر تحقق اهداف توسعه پایدار بهره‌برداری نمایند. اهمیت طراحی چنین شاخص‌هایی در این است که ارزیابی اثربخش عملکرد سازمان‌ها بدون ابزارهای سنجش دقیق و منسجم عملاً امکان‌پذیر نیست و دستیابی به اهداف بلندمدت پایداری را با چالش‌های جدی مواجه می‌کند (Walters and Javernick-Will, 2015).

این شاخص‌ها باید به‌گونه‌ای انتخاب شوند که بتوانند ابعاد سه‌گانه توسعه پایدار - زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی - را به‌صورت هم‌زمان پوشش دهند. در این راستا، کاهش آب بدون درآمد به‌عنوان یکی از شاخص‌های اساسی در ارتقای بهره‌وری منابع آبی و کاهش اتلاف، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Wang et al., 2018; Xiang et al., 2021). این شاخص، میزان هدررفت آب در شبکه توزیع را منعکس می‌کند و کاهش آن مستقیماً به بهبود کارایی سیستم و صرفه‌جویی در هزینه‌های بهره‌برداری منجر می‌گردد (Wu & Pagell, 2011; Zhang & Chen, 2010). در شرایط ایران، با توجه به فرسودگی شبکه‌های توزیع در بسیاری از شهرها و مواجهه با نشتی و اتلاف قابل‌توجه آب، این شاخص از اهمیت دوچندان برخوردار است. هر میزان کاهش در آب بدون درآمد می‌تواند تأثیر مستقیمی بر امنیت آبی و بهره‌وری عملیاتی شرکت‌های آب و فاضلاب داشته باشد.

بنابراین، تمرکز بر این شاخص نه تنها یک اقدام مدیریتی، بلکه ضرورتی راهبردی برای مواجهه اثربخش با بحران کمبود آب محسوب می‌شود.

جدول ۱- شاخص‌های بومی توسعه پایدار

ردیف	عنوان شاخص
۱	درصد افرادی که از خدمات آب سالم و در دسترس بهره‌مندند به تفکیک مناطق روستایی و شهری (van Leeuwen et al., 2012)
۲	درصد افرادی که از خدمات امور بهداشتی و دفع فاضلاب بهره‌مندند به تفکیک مناطق روستایی و شهری (Tortajada, 2020)
۳	شاخص بازدهی مصرف آب و تنش آبی (Mirdashtvan et al., 2021)
۴	درصد جریان فاضلابی که در حد استانداردهای ملی تصفیه و بازچرخانی می‌شود (Saravanan et al., 2021)
۵	شاخص مشارکت جوامع محلی در مدیریت آب و امور بهداشتی (Pahl-Wostl et al., 2007)
۶	شاخص همکاری‌های بین‌المللی و ظرفیت‌سازی در فعالیتهای مرتبط با آب و امور بهداشتی (Evaristo et al., 2023)

علاوه بر این، شاخص بهره‌وری انرژی نقشی حیاتی در ارزیابی عملکرد زیست‌محیطی و اقتصادی سازمان‌ها ایفا می‌کند. این شاخص، میزان مصرف انرژی به ازای هر واحد تولید یا توزیع آب را منعکس می‌سازد و مدیریت بهینه آن، علاوه بر کاهش هزینه‌های عملیاتی، به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز کمک شایانی می‌نماید (Villena & Gioia, 2018).

در همین راستا، نرخ بازیافت لجن نیز به عنوان یکی دیگر از شاخص‌های کلیدی عملکرد، اهمیت انکارناپذیری در چرخه مدیریت پسماند و حفظ سلامت محیط‌زیست دارد. استفاده مجدد از لجن تصفیه‌شده در کشاورزی یا در فرآیند تولید انرژی، می‌تواند به کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی، بهبود بهره‌وری اقتصادی و ایجاد فرصت‌های جدید درآمدی برای سازمان‌های آبفا منجر شود (Vogel et al., 2007; Yulistyorini et al., 2022).

علاوه بر این، میزان استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر^{۱۳} به عنوان شاخصی مهم در راستای کاهش وابستگی به منابع انرژی فسیلی و کاهش ردپای کربن سازمان، اهمیت فزاینده‌ای یافته است. گسترش بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر، علاوه بر مزایای اقتصادی، می‌تواند در بهبود تاب‌آوری سازمان‌ها در برابر تغییرات اقلیمی و نوسانات بازار انرژی مؤثر باشد (Wilby & Vaughan, 2010; Zheng et al., 2010).

بر این اساس، شاخص‌های کلیدی عملکرد زمانی اثربخش خواهند بود که نه تنها برای پایش درون‌سازمانی، بلکه برای مقایسه عملکرد شرکت‌های آبفا در سطح ملی و منطقه‌ای نیز قابل استفاده باشند. این امر به‌ویژه در شرایطی که کشور با بحران‌های شدید منابع آب مواجه است، امکان یادگیری سازمانی و اولویت‌بندی بهینه مداخلات را فراهم می‌سازد. بر اساس نتایج این پژوهش، طراحی و به‌کارگیری چنین شاخص‌هایی می‌تواند موجب ارتقای شفافیت در فرآیندهای ارزیابی عملکرد، تسهیل در تصمیم‌گیری‌های راهبردی، و بهبود پاسخگویی سازمان‌های آبفا در قبال ذی‌نفعان شود. همچنین، این شاخص‌ها به عنوان ابزاری برای مقایسه عملکرد سازمان‌ها در مقیاس‌های ملی و بین‌المللی کاربرد داشته و امکان تبادل تجربیات و یادگیری بین سازمانی را فراهم می‌کنند (Shrivastava & Hart, 1995; Lienert et al., 2006).

۳-۳- نقش مشارکت و همکاری‌های چندبخشی

نتایج بررسی ادبیات نشان می‌دهد که مشارکت و همکاری‌های چندبخشی^{۱۴} از ارکان حیاتی حکمرانی مؤثر و پایدار در حوزه آب و فاضلاب به‌شمار می‌آیند. به‌ویژه، توسعه زیرساخت‌های آبی پایدار نیازمند هم‌افزایی میان نهادهای دولتی، بخش خصوصی، سازمان‌های مردم‌نهاد و جوامع محلی است؛ زیرا هیچ‌یک از این بازیگران به‌تنهایی قادر به حل چالش‌های پیچیده و چندبُعدی منابع آب نیستند (Tone Tangen Haug et al., 2000).

در چارچوب‌های برنامه‌ریزی نوین مانند مدل A از EPA، بر لزوم جلب مشارکت فعال ذی‌نفعان کلیدی در مراحل مختلف تصمیم‌گیری، از جمله تعیین اهداف، اولویت‌بندی، و ارزیابی گزینه‌ها تأکید شده است. این مشارکت می‌تواند هم در قالب

رسمی مانند تشکیل کارگروه‌های مشورتی و شوراهای محلی، و هم به شکل غیررسمی از طریق دریافت بازخوردهای مردمی، نظرسنجی و مصاحبه با نمایندگان اجتماعی تحقق یابد (Han et al., 2018; Hammer, 2007).

مطالعات موردی موفق نشان داده‌اند که همکاری بین اپراتورهای آب^{۱۵}، که از سوی نهادهایی مانند برنامه اسکان بشر سازمان ملل متحد^{۱۶}، پشتیبانی می‌شود، بستر مناسبی برای تسهیم دانش فنی، ارتقاء ظرفیت و حمایت فنی میان سازمان‌های خدمات‌رسان ایجاد می‌کند. از سوی دیگر، چارچوب همبست^{۱۷} آب-انرژی-غذا-اکوسیستم (نیز با نگاهی نظام‌مند و یکپارچه، فرصت‌هایی را برای شناسایی هم‌افزایی‌ها و کاهش تضادهای بین‌بخشی فراهم می‌سازد، که در مدیریت منابع محدود، بسیار حیاتی است (Giri et al., 2006; Elias, 2013)؛ با این حال، در ایران تحقق این سطح از مشارکت با موانعی مانند ضعف اعتماد عمومی، ناهماهنگی میان نهادهای مسئول، و محدودیت در دسترسی آزاد به داده‌های عملکردی روبه‌روست. از این رو، نهادینه‌سازی سازوکارهای مشارکتی در شرکت‌های آب و فاضلاب باید همراه با شفافیت، آموزش عمومی و اصلاح سازوکارهای ارتباطی میان دولت و جامعه صورت گیرد.

همان‌گونه که در ساختار شاخص‌های حکمرانی در مدل مفهومی فایل حاضر نیز منعکس شده، شاخص‌هایی همچون میزان مشارکت ذی‌نفعان، میزان پاسخگویی به بحران‌ها و شاخص نوآوری در حکمرانی به‌عنوان مؤلفه‌های سنجش عملکرد این مشارکت‌ها در نظر گرفته می‌شوند. به‌طور خاص، هدف‌گذاری برای مشارکت حداقل ۸۵٪ از ذی‌نفعان در فرآیندهای تصمیم‌گیری، نشان از اهمیت این اصل در ساختار حکمرانی توسعه‌گرا دارد (Nicro & Markopoulos, 2008).

از منظر پایداری اجتماعی و اقتصادی نیز، همکاری‌های چندبخشی می‌توانند نقش مهمی در تاب‌آوری شهری ایفا کنند. برای مثال، مشارکت محلی در طراحی پروژه‌های سرمایه‌ای، نه تنها باعث ارتقاء عدالت محیط‌زیستی و افزایش پذیرش اجتماعی طرح‌ها می‌شود، بلکه فرصت‌های اشتغال‌زایی محلی و توسعه ظرفیت‌های بومی را نیز فراهم می‌آورد (Oxtoby et al., 2002).

در مجموع، شواهد نشان می‌دهد که بدون بنیان‌گذاری فرآیندهای شفاف، مشارکت‌پذیر و نوآورانه در حکمرانی آب، دستیابی به اهداف توسعه پایدار در این بخش امکان‌پذیر نخواهد بود. توصیه می‌شود که برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، توجه ویژه‌ای به نهادینه‌سازی سازوکارهای مشارکتی و تقویت همکاری‌های افقی و عمودی در سیاست‌گذاری آب داشته باشند.

۳-۴- چالش‌ها و ملاحظات اجرایی

مرور ادبیات نشان می‌دهد که اجرای مدل‌های توسعه پایدار در سازمان‌های آب و فاضلاب با چالش‌های ساختاری، نهادی و اجتماعی متعددی مواجه است. مهم‌ترین مانع، ضعف حکمرانی آب است که در قالب نبود پاسخگویی مؤثر، پراکندگی نهادی و ناهماهنگی سیاستی میان دستگاه‌های مسئول بروز می‌یابد. همچنین، محدودیت در شفافیت داده‌ها و دسترسی عمومی به اطلاعات عملکردی، اعتماد اجتماعی را کاهش داده و مقاومت در برابر پروژه‌های سرمایه‌گذاری را افزایش می‌دهد. از این رو، شاخص‌هایی مانند شفافیت داده‌ها، دسترسی عمومی و میزان مشارکت ذی‌نفعان می‌توانند ابزار مناسبی برای ارزیابی حکمرانی توسعه‌گرا باشند (Han, 2015).

از منظر اقتصادی و نهادی، کمبود منابع مالی و ظرفیت فنی، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، پایداری اجرای این مدل‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد. نرخ پایین بازیابی هزینه و محدودیت در جذب سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، از جمله عوامل تهدیدکننده پایداری مالی هستند. در این چارچوب، شاخص‌های نرخ بازیابی هزینه و بهره‌وری هزینه می‌توانند برای سنجش کارایی اقتصادی پروژه‌ها به کار روند (Prahald, 1990; Silva Munar et al., 2020).

علاوه بر این، ملاحظات فرهنگی و اجتماعی نیز در پذیرش راهکارهای نوین مانند بازیافت پساب و بازچرخانی منابع نقش تعیین‌کننده دارند. ضعف آموزش عمومی و ارتباط ناکافی با جامعه، مانع شکل‌گیری پذیرش اجتماعی و مشارکت مؤثر می‌شود. این موضوع در شاخص‌هایی مانند آگاهی عمومی درباره حفاظت از آب و نرخ شمول اجتماعی نیز منعکس شده است (Benn et al., 2006; Brix-Asala et al., 2018).

در بستر ایران، این چالش‌ها با فرسودگی زیرساخت‌ها، محدودیت‌های بودجه‌ای و دشواری هماهنگی بین‌نهادی تشدید می‌شوند. تجربه اتحادیه اروپا نشان می‌دهد که غلبه بر این موانع مستلزم پیوند میان مقررات محیط‌زیستی، شفافیت عملکرد و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نو است. بنابراین، اتخاذ رویکردی سیستمی و بین‌بخشی، همراه با بهره‌گیری از برنامه‌ریزی یکپارچه، تحلیل چندمعیاره و سازوکارهای مشارکتی، برای ارتقای پاسخگویی، شفافیت و اجماع اجتماعی ضروری است (Boss, 2016). در مجموع، تحقق اهداف توسعه پایدار در بخش آب و فاضلاب بدون توجه هم‌زمان به ملاحظات اجرایی، نهادی و اجتماعی امکان‌پذیر نیست. از این‌رو، تقویت حکمرانی هوشمند، مدیریت مشارکتی و زیرساخت‌های اطلاعاتی و مالی باید در اولویت برنامه‌های اصلاحی قرار گیرد.

پذیرفته شده / ویرایش نشده

۳-۵- ضرورت بومی‌سازی و انعطاف‌پذیری مدل‌ها

مطالعات موردی نشان می‌دهند که موفقیت در پیاده‌سازی مدل‌های توسعه پایدار در بخش آب و فاضلاب، به شدت به قابلیت انطباق و بومی‌سازی ساختار این مدل‌ها با شرایط اقلیمی، اجتماعی و نهادی خاص هر منطقه بستگی دارد. در حالی که یک مدل مفهومی ممکن است از نظر تئوریک جامع باشد، اما بدون در نظر گرفتن واقعیت‌های میدانی، تحقق‌پذیری و اثربخشی آن محدود خواهد شد.

ادبیات بین‌المللی نیز بر این نکته تأکید دارد که مدل‌های پایدارسازی نباید به صورت «نسخه‌ای واحد برای همه»^{۱۸} تجویز شوند؛ بلکه باید با سطوح متفاوتی از انعطاف‌پذیری و پاسخ‌گویی به اولویت‌های محلی طراحی و اجرا گردند (Chang et al., 2014; Capra, 2007). برای مثال، در مناطقی که با تنش آبی مزمن مواجه‌اند (مانند نواحی خشک و نیمه‌خشک)، شاخص‌هایی چون بهره‌وری مصرف آب، استفاده مجدد از پساب تصفیه‌شده، و کاهش آب بدون درآمد باید در کانون توجه برنامه‌های راهبردی قرار گیرند. در مقابل، در مناطقی با آسیب‌پذیری اجتماعی یا محیط‌زیستی بالا، اولویت با شاخص‌هایی چون عدالت در توزیع منابع، تاب‌آوری اجتماعی، و شاخص‌های شمول اجتماعی خواهد بود (Bruzzone et al., 2024).

مدل مفهومی ارائه‌شده در این پژوهش، به‌ویژه در بخش تعیین شاخص‌ها و اهداف، امکان انتخاب اهداف متناسب با شرایط بومی را فراهم می‌آورد. جدول ۲ (تعیین اهداف) و جدول ۳ (وزن‌دهی اهداف) چگونگی اولویت‌بندی اهدافی چون سلامت عمومی، بهبود محیط‌زیست یا زیست‌پذیری شهری را، بر اساس چالش‌های منحصربه‌فرد هر سازمان، نشان می‌دهند. همچنین، الگوی انعطاف‌پذیر در تعیین معیارها و سنج‌ها (کیفی یا کمی، مستقیم یا تبدیل‌شده) امکان سازگاری با ظرفیت‌های داده‌ای و مدیریتی موجود در هر سازمان را تسهیل می‌نماید (Chen et al., 2022).

جدول ۲- اهداف و مقصود اهداف چارچوب پیشنهادی (Chen et al., 2022; Brown, 2006)

هدف	مقصود
بهداشت عمومی؛ بهبود سلامت و بهداشت انسان	کاهش سموم و رشد باکتری‌ها (شکوفه‌های جلبکی آب)
نظارت بر منابع عمومی؛ دستیابی به کمترین هزینه چرخه عمر امکان‌پذیر	سازی مقرون‌به‌صرفه استفاده از منابع (کاهش تقاضای بهینه انرژی و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر) دستیابی به نتایج عملکردی مناسب با کمترین هزینه ممکن
زیست؛ بهبود شرایط محیطی در بهبود محیط جامعه	افزایش فضای سبز طبیعی
پذیری؛ تقویت کیفیت زندگی زیست	بهبود زیبایی‌شناسی بهبود دسترسی به فضای سبز و فرصت‌های تفریحی برای ساکنان کم‌درآمد

جدول ۳- تکمیل وزن اهداف

هدف	وزن
بهداشت عمومی؛ بهبود سلامت و بهداشت انسان	۱۰
نظارت بر منابع عمومی؛ دستیابی به کمترین هزینه چرخه عمر امکان‌پذیر	۸
زیست؛ بهبود شرایط محیطی در جامعه‌بهبود محیط	۶
پذیری؛ تقویت کیفیت زندگی زیست	۵

از سوی دیگر، بومی‌سازی نه تنها به معنای ترجمه مفاهیم جهانی به زبان منطقه‌ای است، بلکه مستلزم مشارکت فعال جوامع محلی در طراحی مدل‌ها نیز هست. تعامل مستمر با ذی‌نفعان، دریافت بازخورد در مرحله تعیین اهداف و معیارها، و استفاده از ساختارهایی چون کارگروه‌های مردمی و جلسات مشورتی (مطابق با فرآیند مدل A) از جمله ابزارهایی هستند که به نهادهای بومی رویکرد بومی کمک می‌کنند (Cornejo et al., 2016). در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که عدم توجه به اقتضائات بومی و تفاوت‌های منطقه‌ای، منجر به ناکارآمدی مدل‌های توسعه پایدار در عمل خواهد شد. بنابراین، طراحی شاخص‌ها، انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری، و تنظیم برنامه‌های اقدام باید به شکلی منعطف، پویا و زمینه‌محور انجام گیرد تا هم از نظر فنی قابل اجرا و هم از نظر اجتماعی مورد پذیرش باشند. این رویکرد، نه تنها اثربخشی سیاست‌ها را افزایش می‌دهد، بلکه سرمایه اجتماعی و ظرفیت سازگاری سازمانی را نیز تقویت می‌نماید.

بر مبنای یافته‌های حاصل از بررسی ادبیات و تحلیل مدل‌های مفهومی توسعه پایدار در بخش آب و فاضلاب، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که اتخاذ یک رویکرد جامع، یکپارچه و مشارکتی، متکی بر چارچوب‌های ارزیابی نظام‌مند و ابزارهای تحلیلی چندمعیاره، پیش‌شرط اساسی تحقق اهداف توسعه پایدار در سازمان‌های خدمات‌رسان آب و فاضلاب است. رویکرد مدل مفهومی ارائه شده، برگرفته از مدل «A» سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده (EPA) و با تأکید بر شاخص‌های تلفیقی در نظر گرفته شده است. این مدل، افزون بر ارتقای کیفیت خدمات و افزایش بهره‌وری عملیاتی در این نهادها، ظرفیت تقویت تاب‌آوری در سطح نهادی و اجتماعی را از طریق کاهش هزینه‌های چرخه عمر پروژه‌ها، بهبود عملکردهای زیست‌محیطی (مانند کاهش شدت کربن و افزایش بازیافت منابع)، و افزایش رضایت و مشارکت ذی‌نفعان دارد.

مطالعات موردی حاکی از آن است که تلفیق ارزیابی‌های محیط‌زیستی، اجتماعی، اقتصادی و حکمرانی در چارچوب یک مدل امتیازدهی ساختاریافته، به سازمان‌ها این امکان را می‌دهد تا اولویت‌های استراتژیک خود را بر مبنای داده‌های واقعی و مشارکت ذی‌نفعان تعریف کنند. در این میان، استفاده از ابزارهایی نظیر تعیین وزن اهداف، تحلیل گزینه‌ها با سنج‌های کمی و کیفی، و ارزیابی هزینه-فایده غیرپولی، سهم مهمی در هوشمندسازی فرآیندهای تصمیم‌گیری ایفا می‌کند (Swastomo and Iskandar, 2020).

با این حال، دستیابی به این مزایا، منوط به تقویت سه الزام کلیدی است: ظرفیت‌سازی نهادی و مدیریتی در درون سازمان‌ها (شامل بهبود نظام‌های پاسخگویی، آموزش نیروی انسانی و ارتقای قابلیت‌های فناورانه)؛ افزایش شفافیت اطلاعات و دسترسی عمومی به داده‌های عملکردی، که پیش‌شرط جلب اعتماد و تقویت پاسخگویی اجتماعی است؛ و اتخاذ رویکردهای ترکیبی و زمینه‌محور در تدوین و بومی‌سازی شاخص‌ها، که انعطاف‌پذیری مدل را با واقعیت‌های محلی منطبق سازد. در نهایت، می‌توان اذعان داشت که تنها از مسیر هم‌افزایی میان تحلیل داده‌محور، مشارکت جامعه‌محور، و حکمرانی شفاف و نوآورانه است که دستیابی به توسعه پایدار در حوزه حیاتی آب و فاضلاب، از یک ایده آرمانی به یک واقعیت عملی و مؤثر تبدیل خواهد شد.

۴- نتیجه‌گیری

مرور ادبیات نظری، مطالعات موردی و مدل‌های مفهومی بررسی شده در این پژوهش نشان داد که تحقق توسعه پایدار سازمانی در شرکت‌های آب و فاضلاب، مستلزم رویکردی سیستمی، چندبعدی و بلندمدت است که ابعاد زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و نهادی را به صورت هم‌زمان و یکپارچه در بر گیرد. نتایج مطالعه موردی شرکت آب و فاضلاب مشهد نیز آشکار ساخت که فشارهای ناشی از تغییرات اقلیمی، فرسودگی زیرساخت‌ها، محدودیت منابع مالی و مقاومت‌های فرهنگی، اجرای توسعه پایدار را با پیچیدگی‌های جدی مواجه کرده‌اند؛ از این رو، بدون بازنگری در سیاست‌گذاری، ساختار حکمرانی و فرهنگ سازمانی، دستیابی به پایداری در عمل دشوار خواهد بود.

یافته‌های پژوهش بر ضرورت طراحی مدل‌های بومی‌سازی شده و انعطاف‌پذیر تأکید دارد؛ مدل‌هایی که علاوه بر ملاحظات اقلیمی و اقتصادی، قابلیت تطبیق با شرایط نهادی و مدیریتی هر سازمان را نیز داشته باشند. در این راستا، چارچوب مفهومی ارائه شده در این مطالعه با تأکید بر اهداف چندمعیاره، مشارکت ذی‌نفعان، سنجش‌پذیری شاخص‌ها و بهره‌گیری از ابزارهای تحلیل تصمیم، نسبت به رویکردهای کلی و نسخه‌محور، از ظرفیت بیشتری برای کاربرد در بسترهای محلی برخوردار

است. مزیت اصلی این چارچوب، امکان اولویت‌بندی اقدامات بر اساس شرایط خاص هر سازمان و فراهم کردن مسیر تدریجی اما پایدار برای گذار به وضعیت مطلوب است.

از منظر اجرایی، نتایج پژوهش نشان داد که نهادهای سازشی توسعه پایدار در شرکت‌های آب و فاضلاب، بدون تحول در فرهنگ سازمانی و الگوهای رهبری، امکان‌پذیر نخواهد بود. تداوم رویکردهای محافظه‌کارانه و سلسله‌مراتبی، یکی از موانع اصلی در مسیر تغییر محسوب می‌شود؛ بنابراین، تقویت رهبری تحول‌گرا، توسعه یادگیری سازمانی، اصلاح سیاست‌های منابع انسانی و گسترش تعاملات میان‌سازمانی از الزامات تحقق پایداری است. تجربه برخی سازمان‌های موفق بین‌المللی نیز نشان می‌دهد که این تحول، هرچند تدریجی و پیچیده، در صورت وجود حمایت مدیریتی، مشارکت ذی‌نفعان و پایش مستمر، دست‌یافتنی است.

در مقایسه با مدل‌های متداول موجود، از جمله الگوهای بین‌المللی نظیر EPA و AWWA، چارچوب پیشنهادی این پژوهش با تأکید بر بومی‌سازی، انعطاف‌پذیری و انطباق با محدودیت‌های واقعی سازمان‌های ایرانی، قابلیت بیشتری برای استفاده در شرایط کشور دارد. این چارچوب می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای تدوین نقشه‌راه توسعه پایدار در شرکت آب و فاضلاب مشهد و دیگر شرکت‌های مشابه در کشور مورد استفاده قرار گیرد.

با این حال، پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی نیز همراه بوده است. اتکای بخشی از تحلیل‌ها به داده‌های در دسترس سازمانی، محدود بودن شواهد کمی در برخی ابعاد، و عدم اجرای میدانی گسترده مدل پیشنهادی از جمله این محدودیت‌هاست. از این رو، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی به آزمون تجربی این چارچوب در سایر شرکت‌های آب و فاضلاب، اعتبارسنجی کمی شاخص‌ها، و بررسی نقش مداخلات آموزشی و فرهنگی در افزایش پذیرش سازمانی آن بپردازند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که توسعه پایدار در صنعت آب و فاضلاب، صرفاً یک مسئله فنی یا مدیریتی نیست، بلکه یک تحول نهادی و فرهنگی است که نیازمند برنامه‌ریزی بومی، حکمرانی مؤثر و مشارکت چندبخشی است. بر این اساس، چارچوب پیشنهادی می‌تواند مبنای مناسبی برای ارتقای عملکرد پایدار شرکت‌های آب و فاضلاب در مشهد و سایر شهرها و استان‌های کشور باشد.

۵- تشکر و قدردانی

بدین وسیله از دفتر توسعه پایدار شرکت آب و فاضلاب مشهد که تأمین مالی و حمایت‌های لازم برای انجام این پژوهش و نگارش مقاله را بر عهده داشتند، صمیمانه قدردانی می‌شود. شایان ذکر است که در مطالعه حاضر از ابزارهای هوش مصنوعی صرفاً در جهت بررسی نگارش و روان‌سازی جملات استفاده شده است و تمامی محتوای علمی، تحلیلی و استنتاجی این مقاله بر عهده نویسندگان بوده و تحت نظارت و تأیید نهایی ایشان انجام پذیرفته است.

۶- پی‌نوشت‌ها

- Sustainable Development Goals^۱
- Global Warming Potential^۲
- Food and Agriculture Organization^۳
- Balanced Scorecard^۴
- Aspen^۵
- Multi-Criteria Decision Analysis, MCDA^۶
- Life Cycle Cost Analysis^۷
- Full Cost Accounting^۸
- Divisia^۹
- Key Performance Indicator^{۱۰}
- Environmental Protection Agency^{۱۱}
- American Water Works Association^{۱۲}
- Renewable Energy Utilization Index^{۱۳}
- cross-sectoral collaborations^{۱۴}
- WOPs: Water Operators' Partnerships^{۱۵}
- UN-Habitat^{۱۶}
- Nexus^{۱۷}
- one-size-fits-all^{۱۸}

- اسلامی، ر.، و رحیمی، ع. (۱۳۹۸). سیاست گذاری و بهران آب در ایران سیاست گذاری و بحران آب در ایران. سیاست های استراتژیک و کلان، ۷ (۲۷)، ۴۱۰-۴۳۵. <https://doi.org/10.32598/JMSP.7.3.5>
- داوری، ک. (۱۴۰۳). مدیریت آب (منابع و کاربردها). مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد https://jwsd.um.ac.ir/article_45437_7da4bb9a854153bc85d8b3c92ee938b2.pdf
- شفیعی، م.، مجیدی، م.، جودوی، ع.، سلیمانیها، س.، پشتوان، ح. (۱۳۹۸). 'پیش‌درآمدی بر سیمپوزیوم ملی مسائل حل نشده بیان آب کشور: لزوم مشارکت و هم‌افزایی در علاج‌بخشی مهم‌ترین مولفه برنامه‌ریزی منابع آب ایران، فصلنامه آب و توسعه پایدار، ۸۶-۸۳، pp. 6(2)، https://jwsd.um.ac.ir/article_31752_5088383c91866b04ecbdacfdc67a36fa.pdf
- فیضی کوشکی، ف.، اکبری، م.، معماریان، ح.، و اعظمی راد، م. (۱۳۹۸). شناسای و رتبه‌بندی یک موهم‌ترین وامل بیابان زایی در استان خراسان رضوی با استفاده از رشد دلفی [شناسایی و رتبه‌بندی عوامل عمده بیابانزایی در استان خراسان رضوی به روش دلفی]. جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۳۱ (۸)، ۲۰۵-۲۲۵. <https://www.noormags.ir/view/en/articlepage/1684699>
- متحد، س. م.، و پشتوان، ح. (۱۳۹۶). رهنمودهای برنامه‌ریزی و مدیریت استراتژیک منابع آب. کمیته ملی سدهای بزرگ ایران. <https://db.ketab.ir/bookview.aspx?bookid=2172809>
- Akins II, E.E., Giddens, E., Glassmeyer, D., Gruss, A., Kalamas Hedden, M., Slinger-Friedman, V., and Weand, M., (2019), "Sustainability Education and Organizational Change: A Critical Case Study of Barriers and Change Drivers at a Higher Education Institution", *Sustainability*, 11(2), 501, <https://doi.org/10.3390/su11020501>.
- Bruzzoniti, M.C., Del Bubba, M., Giordani, E., Fibbi, D., Beldean-Galea, M.S., Piesik, D., and Rivoira, L., (2024), "Organic micropollutants in the agricultural chain of production of strawberries by irrigation with treated wastewater and assessment of human health implications", *Water*, 16(6), 830, <https://doi.org/10.3390/w16060830>.
- Bui, H., (2022), "Determinant factors of information disclosure on sustainability reporting in Vietnam", In: *No Question: Sustainability is Everyone's Business V. BBS International Sustainability Student Conference Proceedings*, Budapesti Gazdasági Egyetem, Budapest, Magyarország, 58-69, https://doi.org/10.29180/9786156342386_4.
- Chen, S., Zhang, L., Liu, B., Yi, H., Su, H., Kharrazi, A., Jiang, F., Lu, Z., Crittenden, J., and Chen, B., (2022), "Decoupling climate impact of wastewater infrastructure and water stress alleviation across 300 cities in China is challenging yet plausible by 2030", *Research Square*, <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1937527/v1>.
- Elias, J., (2013), "Davos woman to the rescue of global capitalism: Postfeminist politics and competitiveness promotion at the World Economic Forum", *International Political Sociology*, 7(2), 152-169, <https://doi.org/10.1111/ips.12015>.
- Ermilio, J., Pattison, I., and Sohail, M., (2022), "Performance monitoring and sustainable management of piped water supply infrastructure in developing communities", *Journal of Water Resources Planning and Management*, 148(2), 05021030, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0001470](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001470).
- Evaristo, J., Jameel, Y., Tortajada, C., Wang, R.Y., Horne, J., Neukrug, H., David, C.P., Fasnacht, A.M., Ziegler, A.D., and Biswas, A., (2023), "Water woes: The institutional challenges in achieving SDG 6", *Sustainable Earth Reviews*, 6(1), 13, <https://doi.org/10.1186/s42055-023-00067-2>.
- Giannetti, B.F., Sevegnani, F., García, R.R., Agostinho, F., Almeida, C.M., Coscieme, L., Liu, G., and Lombardi, G.V., (2022), "Enhancing the assessment of cleaner production practices for sustainable development: The five-sector sustainability model applied to water and wastewater treatment companies", *Sustainability*, 14(7), 4126, <https://doi.org/10.3390/su14074126>.

- Han, H., Lee, M.J., and Kim, W., (2018), "Antecedents of green loyalty in the cruise industry: Sustainable development and environmental management", *Business Strategy and the Environment*, 27(3), 323-335, <https://doi.org/10.1002/bse.2001>.
- Herrick, C., Pratt, J., Surbaugh, H., Grumbles, B., Loken, L., and Abhold, K., (2013), *Changing organizational culture to promote sustainable water operations: A guidebook for water utility sustainability champions*, Water Research Foundation, <https://doi.org/10.13140/2.1.3932.6087>.
- Kazora, A.S., and Mourad, K.A., (2018), "Assessing the National Sanitation Policy in Rwanda", *Review of Environment and Earth Sciences*, 5(2), 55-63, <https://doi.org/10.18488/journal.80.2018.52.55.63>.
- Klassen, R.D., and Whybark, D.C., (1999), "Environmental management in operations: The selection of environmental technologies", *Decision Sciences*, 30(3), 601-631, <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1999.tb00900.x>.
- Küçükoğlu, M.T., and Pinar, R.İ., (2018), "The mediating role of green organizational culture between sustainability and green innovation: A research in Turkish companies", *Business and Management Studies: An International Journal*, 6(1), 64-85, <https://doi.org/10.15295/bmij.v6i1.208>.
- Kunjo, I., Chan, S., and Sulaiman, S., (2024), "Examining the interplay between employment capability development, organization culture, and organizational IT adaptability in shaping organizational commitment and performance in the Gambia National Water and Electricity Company (NAWEC)", *Journal of Economics Finance and Management Studies*, 7(11), 6573-6588 <https://doi.org/10.47191/jefms/v7-i11-30>.
- Milićević, D., Milićević, M., and Trajković, R., (2024), "Decentralized wastewater treatment - A sustainable solution for protecting water resources from pollution", *Journal of the Faculty of Civil Engineering and Architecture*, 39(1), 35-46, <https://doi.org/10.62683/zrgaf39.35-46>.
- Mirdashtvan, M., Najafinejad, A., Malekian, A., and Sabetriftar, K., (2021), "Sustainable water supply and demand management in semi-arid regions: Optimizing water resources allocation based on RCPs scenarios", *Water Resources Management*, 35, 5307-5324, <https://doi.org/10.1007/s11269-021-03004-0>.
- Nath, S., (2024), "Electrochemical wastewater treatment technologies through life cycle assessment: A review", *ChemBioEng Reviews*, 11(4), e202400016, <https://doi.org/10.1002/cben.202400016>.
- National Research Council, Global Affairs, Technology for Sustainability Program, and Committee on Incorporating Sustainability in the United States Environmental Protection Agency, (2011), *Sustainability and the United States Environmental Protection Agency*, National Academies Press, <https://www.nationalacademies.org/read/13152>.
- Nimjerdi, A., Sajadifar, S., Toopkanloo, M., Jafari, S., Shamloei, A., and Sami, A., (2026), "The impact of business model innovation on productivity in Iranian water and wastewater companies", *World Water Policy*, 12(1), e70056, <https://doi.org/10.1002/wwp2.70056>.
- Nimjerdi, A.H., (2026), "The impact of open innovation on municipal waste recycling rate and resource productivity in the European Union countries: The moderating role of environmental regulations", *Sustainable Environment*, 12(1), <https://doi.org/10.1080/27658511.2026.2655489>.
- Nimjerdi, A.H., Rahsepar, M., Morshedi Ghaziani, M., and Sajadifar, S., (2026), "The impact of the European Union 2030 Climate and Energy Framework on the ecological footprint: The moderating role of green technology innovation", *Sustainable Futures*, 12, 102014, <https://doi.org/10.1016/j.sfr.2026.102014>.
- Oerther, D.B., Chin, D.A., and Vaccari, D.A., (2022), "Updating the environmental engineering body of knowledge", *Journal of Environmental Engineering*, 148(3), 02522001, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EE.1943-7870.0001973](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0001973).
- Omohwovo, E.J., (2024), "Wastewater management in Africa: Challenges and recommendations", *Environmental Health Insights*, 18, 11786302241289681, <https://doi.org/10.1177/11786302241289681>.
- Özerol, G., Dolman, N., Bormann, H., Bressers, H., Lulofs, K., and Böge, M., (2020), "Urban water management and climate change adaptation: A self-assessment study by seven midsize cities in the North Sea Region", *Sustainable Cities and Society*, 55, 102066, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102066>.

Sajadifar, S., Farajollahi, A., Mogouie, H., and Nimjerdi, A.H., (2025), "A combination of balanced scorecard, system dynamics and game theory to design performance measurement system", *Journal of Optimization and Supply Chain Management*, 2(1), 16-32, <https://doi.org/10.22034/ISS.2025.8601.1021>.

پذیرفته شده / ویرایش نشده